The Python Library Reference

Version 3.7.17

Guido van Rossum
and the Python development team

juin 28, 2023

Python Software Foundation
Email : docs@python.org

Table des matières

Alors que reference-index décrit exactement la syntaxe et la sémantique du langage Python, ce manuel de référence de la Bibliothèque décrit la bibliothèque standard distribuée avec Python. Il décrit aussi certains composants optionnels typiquement inclus dans les distributions de Python.

La bibliothèque standard de Python est très grande, elle offre un large éventail d'outils comme le montre la longueur de la table des matières ci-dessous. La bibliothèque contient des modules natifs (écrits en C) exposant les fonctionnalités du système telles que les interactions avec les fichiers qui autrement ne seraient pas accessibles aux développeurs Python, ainsi que des modules écrits en Python exposant des solutions standardisées à de nombreux problèmes du quotidien du développeur. Certains de ces modules sont définis explicitement pour encourager et améliorer la portabilité des programmes Python en abstrayant des spécificités sous-jacentes en API neutres.

Les installateurs de Python pour Windows incluent généralement la bibliothèque standard en entier, et y ajoutent souvent d'autres composants. Pour les systèmes d'exploitation Unix, Python est typiquement fourni sous forme d'une collection de paquets, il peut donc être nécessaire d'utiliser le gestionnaire de paquets fourni par le système d'exploitation pour obtenir certains composants optionnels.

Au delà de la bibliothèque standard, il existe une collection grandissante de plusieurs milliers de composants (des programmes, des modules, ou des *frameworks*), disponibles dans le Python Package Index.

CHAPITRE 1

Introduction

La ”Bibliothèque Python” contient divers composants dans différentes catégories.

Elle contient des types de données qui seraient normalement considérés comme ”fondamentaux” au langage, tel que les nombres et les listes. Pour ces types, le cœur du langage en définit les écritures littérales et impose quelques contraintes sémantiques, sans les définir exhaustivement. (Cependant le cœur du langage impose quelques propriétés comme l'orthographe des attributs ou les caractéristiques des opérateurs.)

La bibliothèque contient aussi des fonctions et des exceptions natives, pouvant être utilisées par tout code Python sans `import`. Certaines sont définies par le noyau de Python, bien qu'elles ne soient pas toutes essentielles.

La grande majorité de la bibliothèque consiste cependant en une collection de modules. Cette collection peut être parcourue de différentes manières. Certains modules sont rédigés en C et inclus dans l'interpréteur Python, d'autres sont écrits en Python et leur source est importée. Certains modules fournissent des interfaces extrêmement spécifiques à Python, tel que l'affichage d'une pile d'appels, d'autres fournissent des interfaces spécifiques à un système d'exploitation, comme l'accès à du matériel spécifique. D'autres fournissent des interfaces spécifiques à un domaine d'application, comme le *World Wide Web*. Certains modules sont disponibles dans toutes les versions et implémentations de Python, d'autres ne sont disponibles que si le système sous-jacent les gère ou en a besoin. Enfin, d'autres ne sont disponibles que si Python à été compilé avec une certaine option.

Cette documentation organise les modules ”de l'intérieur vers l'extérieur”, documentant en premier les fonctions natives, les types de données et exceptions, puis les modules, groupés par chapitre, par thématiques.

Ça signifie que si vous commencez à lire cette documentation du début, et sautez au chapitre suivant lorsqu'elle vous ennuie, vous aurez un aperçu global des modules et domaines couverts par cette bibliothèque. Bien sûr vous n'avez pas à la lire comme un roman, vous pouvez simplement survoler la table des matières (au début), ou chercher une fonction, un module, ou un mot dans l'index (à la fin). Et si vous appréciez apprendre sur des sujets au hasard, choisissez une page au hasard (avec le module `random`) et lisez un chapitre ou deux. Peu importe l'ordre que vous adopterez, commencez par le chapitre *Fonctions natives*, car les autres chapitres présument que vous en avez une bonne connaissance.

Que le spectacle commence !

1.1 Notes sur la disponibilité

— Une note ”Disponibilité : Unix ” signifie que cette fonction est communément implémentée dans les systèmes Unix. Une telle note ne prétend pas l'existence de la fonction sur un système d'exploitation particulier.
— Si ce n'est pas mentionné séparément, toutes les fonctions se réclamant ”Disponibilité : Unix” sont gérées sur Mac OS X, qui est basé sur Unix.

CHAPITRE 2

Fonctions natives

L'interpréteur Python propose quelques fonctions et types natifs qui sont toujours disponibles. Ils sont listés ici par ordre alphabétique.

		Fonctions natives		
abs()	*delattr()*	*hash()*	*memoryview()*	*set()*
all()	*dict()*	*help()*	*min()*	*setattr()*
any()	*dir()*	*hex()*	*next()*	*slice()*
ascii()	*divmod()*	*id()*	*object()*	*sorted()*
bin()	*enumerate()*	*input()*	*oct()*	*staticmethod()*
bool()	*eval()*	*int()*	*open()*	*str()*
breakpoint()	*exec()*	*isinstance()*	*ord()*	*sum()*
bytearray()	*filter()*	*issubclass()*	*pow()*	*super()*
bytes()	*float()*	*iter()*	*print()*	*tuple()*
callable()	*format()*	*len()*	*property()*	*type()*
chr()	*frozenset()*	*list()*	*range()*	*vars()*
classmethod()	*getattr()*	*locals()*	*repr()*	*zip()*
compile()	*globals()*	*map()*	*reversed()*	*__import__()*
complex()	*hasattr()*	*max()*	*round()*	

abs (*x*)
Donne la valeur absolue d'un nombre. L'argument peut être un nombre entier ou un nombre à virgule flottante. Si l'argument est un nombre complexe, son module est donné.

all (*iterable*)
Donne `True` si tous les éléments de *iterable* sont vrais (ou s'il est vide), équivaut à :

```
def all(iterable):
    for element in iterable:
        if not element:
            return False
    return True
```

any (*iterable*)
Donne `True` si au moins un élément de *iterable* est vrai. Faux est aussi donné dans le cas où *iterable* est vide, équivaut à :

```
def any(iterable):
    for element in iterable:
        if element:
            return True
    return False
```

ascii(*object*)

Donne, tout comme *repr()*, une chaîne contenant une représentation affichable d'un objet, en transformant les caractères non ASCII donnés par *repr()* en utilisant des séquences d'échappement \x, \u ou \U. Cela génère une chaîne similaire à ce que renvoie *repr()* dans Python 2.

bin(*x*)

Convertit un nombre entier en binaire dans une chaîne avec le préfixe 0b. Le résultat est une expression Python valide. Si *x* n'est pas un *int*, il doit définir une méthode __index__() donnant un nombre entier, voici quelques exemples :

```
>>> bin(3)
'0b11'
>>> bin(-10)
'-0b1010'
```

Que le préfixe 0b soit souhaité ou non, vous pouvez utiliser les moyens suivants.

```
>>> format(14, '#b'), format(14, 'b')
('0b1110', '1110')
>>> f'{14:#b}', f'{14:b}'
('0b1110', '1110')
```

Voir aussi *format()* pour plus d'information.

class bool([*x*])

Donne une valeur booléenne, c'est à dire soit True, soit False. *x* est converti en utilisant la *procédure standard d'évaluation de valeur de vérité*. Si *x* est faux, ou omis, elle donne False, sinon, elle donne True. La classe *bool* hérite de la classe *int* (voir *Types numériques — int, float, complex*). Il n'est pas possible d'en hériter. Ses seules instances sont False et True (voir *Valeurs booléennes*).

Modifié dans la version 3.7 : *x* est désormais un argument exclusivement optionnel.

breakpoint(**args*, ***kws*)

Cette fonction vous place dans le débogueur lorsqu'elle est appelée. Plus précisément, elle appelle *sys.breakpointhook()*, en lui passant les arguments args et kws. Par défaut, sys.breakpointhook() appelle *pdb.set_trace()* qui n'attend aucun argument. Dans ce cas, c'est purement une fonction de commodité donc vous n'avez pas à importer explicitement *pdb* ou à taper plus de code pour entrer dans le débogueur. Cependant, *sys.breakpointhook()* peut-être paramétré pour une autre fonction et *breakpoint()* l'appellera automatiquement, vous permettant ainsi de basculer dans le débogueur de votre choix.

Nouveau dans la version 3.7.

class bytearray([*source*[, *encoding*[, *errors*]]])

Donne un nouveau tableau d'octets. La classe *bytearray* est une séquence muable de nombre entiers dans l'intervalle 0 <= x < 256. Il possède la plupart des méthodes des séquences variables, décrites dans *Types de séquences muables*, ainsi que la plupart des méthodes de la classe *bytes*, voir *Opérations sur les bytes et bytearray*.

Le paramètre optionnel *source* peut être utilisé pour initialiser l'*array* de quelques manières différentes :

— Si c'est une *chaîne*, vous devez aussi donner les paramètre *encoding* pour l'encodage (et éventuellement *errors*). La fonction *bytearray()* convertit ensuite la chaîne en *bytes* via la méthode *str.encode()*.

— Si c'est un *entier*, l'*array* aura cette taille et sera initialisé de *null bytes*.

— Si c'est un objet conforme à l'interface *buffer*, un *buffer* en lecture seule de l'objet sera utilisé pour initialiser l'*array*.

— Si c'est un *itérable*, il doit itérer sur des nombres entier dans l'intervalle 0 <= x < 256, qui seront utilisés pour initialiser le contenu de l'*array*.

Sans argument, un *array* de taille vide est crée.

Voir *Séquences Binaires --- bytes, bytearray, memoryview* et *Objets bytearray*.

class bytes([*source*[, *encoding*[, *errors*]]])

Donne un nouvel objet *bytes*, qui est une séquence immuable de nombre entiers dans l'intervalle `0 <= x <= 256`. Les *bytes* est une version immuable de *bytearray* -- avec les mêmes méthodes d'accès, et le même comportement lors de l'indexation ou la découpe.

En conséquence, les arguments du constructeur sont les mêmes que pour *bytearray()*.

Les objets *bytes* peuvent aussi être créés à partir de littéraux, voir strings.

Voir aussi *Séquences Binaires --- bytes, bytearray, memoryview*, *Objets bytes*, et *Opérations sur les bytes et bytearray*.

callable(*object*)

Return *True* if the *object* argument appears callable, *False* if not. If this returns `True`, it is still possible that a call fails, but if it is `False`, calling *object* will never succeed. Note that classes are callable (calling a class returns a new instance) ; instances are callable if their class has a `__call__()` method.

Nouveau dans la version 3.2 : Cette fonction à d'abord été supprimée avec Python 3.0 puis elle à été remise dans Python 3.2.

chr(*i*)

Renvoie la chaîne représentant un caractère dont le code de caractère Unicode est le nombre entier *i*. Par exemple, `chr(97)` renvoie la chaîne de caractères `'a'`, tandis que `chr(8364)` renvoie `'€'`. Il s'agit de l'inverse de *ord()*.

L'intervalle valide pour cet argument est de `0` à `1114111` (`0x10FFFF` en base 16). Une exception *ValueError* sera levée si *i* est en dehors de l'intervalle.

@classmethod

Transforme une méthode en méthode de classe.

Une méthode de classe reçoit implicitement la classe en premier argument, tout comme une méthode d'instance reçoit l'instance. Voici comment déclarer une méthode de classe :

```
class C:
    @classmethod
    def f(cls, arg1, arg2, ...): ...
```

La forme `@classmethod` est un *decorator* de fonction — consultez function pour plus de détails.

Elle peut être appelée soit sur la classe (comme `C.f()`) ou sur une instance (comme `C().f()`). L'instance est ignorée, sauf pour déterminer sa classe. Si la méthode est appelée sur une instance de classe fille, c'est la classe fille qui sera donnée en premier argument implicite.

Les méthodes de classe sont différentes des méthodes statiques du C++ ou du Java. Si c'est elles sont vous avez besoin, regardez du côté de *staticmethod()*.

Pour plus d'informations sur les méthodes de classe, consultez types.

compile(*source*, *filename*, *mode*, *flags=0*, *dont_inherit=False*, *optimize=-1*)

Compile *source* en un objet code ou objet AST. Les objets code peuvent être exécutés par *exec()* ou *eval()*. *source* peut soit être une chaîne, un objet *bytes*, ou un objet AST. Consultez la documentation du module *ast* pour des informations sur la manipulation d'objets AST.

L'argument *filename* doit nommer le fichier duquel le code à été lu. Donnez quelque chose de reconnaissable lorsqu'il n'a pas été lu depuis un fichier (typiquement `"<string>"`).

L'argument *mode* indique quel type de code doit être compilé : `'exec'` si source est une suite d'instructions, `'eval'` pour une seule expression, ou `'single'` si il ne contient qu'une instruction interactive (dans ce dernier cas, les résultats d'expressions donnant autre chose que `None` seront affichés).

Les arguments optionnels *flags* et *dont_inherit* contrôlent quelle instructions future affecte la compilation de *source*. Si aucun des deux n'est présent (ou que les deux sont à 0) le code est compilé avec les mêmes instructions *future* que le code appelant *compile()*. Si l'argument *flags* est fourni mais que *dont_inherit* ne l'est pas (ou vaut 0), alors les instructions *futures* utilisées seront celles spécifiées par *flags* en plus de celles qui auraient été utilisées. Si *dont_inherit* est un entier différent de zéro, *flags* est utilisé seul -- les instructions futures déclarées autour de l'appel à *compile* sont ignorées.

Les instructions futures sont spécifiées par des bits, il est ainsi possible d'en spécifier plusieurs en les combinant avec un *ou* binaire. Les bits requis pour spécifier une certaine fonctionnalité se trouvent dans l'attribut `compiler_flag` de la classe `Feature` du module *__future__*.

L'argument *optimize* indique le niveau d'optimisation du compilateur. La valeur par défaut est `-1` qui prend le niveau d'optimisation de l'interpréteur tel que reçu via l'option `-O`. Les niveau explicites sont : `0` (pas d'optimisation, `__debug__` est `True`), `1` (les `assert` sont supprimés, `__debug__` est `False`) ou `2` (les *docstrings* sont également supprimés).

Cette fonction lève une *SyntaxError* si la source n'est pas valide, et *ValueError* si la source contient des octets *null*.

Si vous voulez transformer du code Python en sa représentation AST, voyez *ast.parse()*.

Note : Lors de la compilation d'une chaîne de plusieurs lignes de code avec les modes `'single'` ou `'eval'`, celle-ci doit être terminée d'au moins un retour à la ligne. Cela permet de faciliter la distinction entre les instructions complètes et incomplètes dans le module *code*.

Avertissement : Il est possible de faire planter l'interpréteur Python avec des chaînes suffisamment grandes ou complexes lors de la compilation d'un objet AST à cause de la limitation de la profondeur de la pile d'appels.

Modifié dans la version 3.2 : Autorise l'utilisation de retours à la ligne Mac et Windows. Aussi, la chaîne donnée à `'exec'` n'a plus besoin de terminer par un retour à la ligne. Ajout du paramètre *optimize*.

Modifié dans la version 3.5 : Précédemment, l'exception *TypeError* était levée quand un caractère nul était rencontré dans *source*.

class complex([*real*[, *imag*]])

Donne un nombre complexe de valeur `real + imag\*1j`, ou convertit une chaîne ou un nombre en nombre complexe. Si le premier paramètre est une chaîne, il sera interprété comme un nombre complexe et la fonction doit être appelée dans second paramètre. Le second paramètre ne peut jamais être une chaîne. Chaque argument peut être de n'importe quel type numérique (même complexe). Si *imag* est omis, sa valeur par défaut est zéro, le constructeur effectue alors une simple conversion numérique comme le font *int* ou *float*. Si aucun argument n'est fourni, donne `0j`.

Note : Lors de la conversion depuis une chaîne, elle ne doit pas contenir d'espaces autour des opérateurs binaires `+` ou `-`. Par exemple `complex('1+2j')` est bon, mais `complex('1 + 2j')` lève une *ValueError*.

Le type complexe est décrit dans *Types numériques — int, float, complex*.

Modifié dans la version 3.6 : Les chiffres peuvent être groupés avec des tirets bas comme dans les expressions littérales.

delattr(*object*, *name*)

C'est un cousin de *setattr()*. Les arguments sont un objet et une chaîne. La chaîne doit être le nom de l'un des attributs de l'objet. La fonction supprime l'attribut nommé, si l'objet l'y autorise. Par exemple `delattr(x, 'foobar')` est l'équivalent de `del x.foobar`.

class dict(***kwarg*)
class dict(*mapping*, ***kwarg*)
class dict(*iterable*, ***kwarg*)

Créé un nouveau dictionnaire. L'objet *dict* est la classe du dictionnaire. Voir *dict* et *Les types de correspondances — dict* pour vous documenter sur cette classe.

Pour les autres conteneurs, voir les classes natives *list*, *set*, et `typle`. ainsi que le module *collections*.

dir([*object*])

Sans arguments, elle donne la liste des noms dans l'espace de nommage local. Avec un argument, elle essaye de donner une liste d'attributs valides pour cet objet.

Si l'objet à une méthode `__dir__()`, elle est appelée et doit donner une liste d'attributs. Cela permet aux objets implémentant `__getattr__()` ou `__getattribute__()` de personnaliser ce que donnera *dir()*.

Si l'objet ne fournit pas de méthode `__dir__()`, la fonction fait de son mieux en rassemblant les informations de l'attribut *__dict__* de l'objet, si défini, et depuis son type. La liste résultante n'est pas nécessairement complète, et peut être inadaptée quand l'objet a un `__getattr__()` personnalisé.

Le mécanisme par défaut de *dir()* se comporte différemment avec différents types d'objets, car elle préfère donner une information pertinente plutôt qu'exhaustive :
— Si l'objet est un module, la liste contiendra les noms des attributs du module.
— Si l'objet est un type ou une classe, la liste contiendra les noms de ses attributs, et récursivement, des attributs de ses parents.
— Autrement, la liste contient les noms des attributs de l'objet, le nom des attributs de la classe, et récursivement des attributs des parents de la classe.
La liste donnée est triée par ordre alphabétique, par exemple :

```
>>> import struct
>>> dir()   # show the names in the module namespace
['__builtins__', '__name__', 'struct']
>>> dir(struct)   # show the names in the struct module
['Struct', '__all__', '__builtins__', '__cached__', '__doc__', '__file__',
 '__initializing__', '__loader__', '__name__', '__package__',
 '_clearcache', 'calcsize', 'error', 'pack', 'pack_into',
 'unpack', 'unpack_from']
>>> class Shape:
...     def __dir__(self):
...         return ['area', 'perimeter', 'location']
>>> s = Shape()
>>> dir(s)
['area', 'location', 'perimeter']
```

Note : Étant donné que *dir()* est d'abord fournie pour son côté pratique en mode interactif, elle a tendance à fournir un jeu intéressant de noms plutôt qu'un ensemble consistant et rigoureusement défini, son comportement peut aussi changer d'une version à l'autre. Par exemple, les attributs de méta-classes ne sont pas données lorsque l'argument est une classe.

divmod(*a*, *b*)
Prend deux nombres (non complexes) et donne leur quotient et reste de leur division entière sous forme d'une paire de nombres. Avec des opérandes de types différents, les règles des opérateurs binaires s'appliquent. Pour deux entiers le résultat est le même que `(a // b, a % b)`. Pour des nombres à virgule flottante le résultat est `(q, a % b)`, où *q* est généralement `math.floor(a / b)` mais peut valoir un de moins. Dans tous les cas `q * b + a % b` est très proche de *a*. Si `a % b` est différent de zéro, il a le même signe que *b*, et `0 <= abs(a % b) < abs(b)`.

enumerate(*iterable*, *start=0*)
Donne un objet énumérant. *iterable* doit être une séquence, un *iterator*, ou tout autre objet supportant l'itération. La méthode *__next__()* de l'itérateur donné par *enumerate()* donne un tuple contenant un compte (démarrant à *start*, 0 par défaut) et les valeurs obtenues de l'itération sur *iterable*.

```
>>> seasons = ['Spring', 'Summer', 'Fall', 'Winter']
>>> list(enumerate(seasons))
[(0, 'Spring'), (1, 'Summer'), (2, 'Fall'), (3, 'Winter')]
>>> list(enumerate(seasons, start=1))
[(1, 'Spring'), (2, 'Summer'), (3, 'Fall'), (4, 'Winter')]
```

Équivalent à :

```
def enumerate(sequence, start=0):
    n = start
    for elem in sequence:
        yield n, elem
        n += 1
```

eval(*expression*[, *globals*[, *locals*]])
Les arguments sont : une chaîne, et optionnellement des locales et des globales. S'il est fourni, *globals* doit être un dictionnaire. S'il est fourni, *locals* peut être n'importe quel objet *mapping*.
L'argument *expression* est analysé et évalué comme une expression Python (techniquement, une *condition list*) en utilisant les dictionnaires *globals* et *locals* comme espaces de nommage globaux et locaux. Si le diction-

naire *globals* est présent mais ne contient pas de valeur pour la clé `'__builtins__'`, une référence au dictionnaire du module *builtins* y est inséré avant qu'*expression* ne soit évalué. Cela signifie qu'*expression* à normalement un accès complet à tout le module *builtins*, et que les environnements restreints sont propagés. Si le dictionnaire *locals* est omis, sa valeur par défaut est le dictionnaire *globals*. Si les deux dictionnaires sont omis, l'expression est exécutée dans l'environnement où *eval()* est appelé. La valeur donnée par *eval* est le résultat de l'expression évaluée. Les erreurs de syntaxe sont rapportées via des exceptions. Exemple :

```
>>> x = 1
>>> eval('x+1')
2
```

Cette fonction peut aussi être utilisée pour exécuter n'importe quel objet code (tel que ceux créés par *compile()*). Dans ce cas, donnez un objet code plutôt qu'une chaîne. Si l'objet code à été compilé avec `'exec'` en argument pour *mode*, *eval()* donnera `None`.

Conseils : L'exécution dynamique d'instructions est gérée par la fonction *exec()*. Les fonctions *globals()* et *locals()* donnent respectivement les dictionnaires globaux et locaux, qui peuvent être utiles lors de l'usage de *eval()* et *exec()*.

Utilisez *ast.literal_eval()* si vous avez besoin d'une fonction qui peut évaluer en toute sécurité des chaînes avec des expressions ne contenant que des valeurs littérales.

exec(*object*[, *globals*[, *locals*]])

Cette fonction permet l'exécution dynamique de code Python. *object* doit être soit une chaîne soit un objet code. Si c'est une chaîne, elle est d'abord analysée en une suite d'instructions Python qui sont ensuite exécutés (sauf erreur de syntaxe). [1] Si c'est un objet code, il est simplement exécuté. dans tous les cas, le code fourni doit être valide selon les mêmes critères que s'il était un script dans un fichier (voir la section "File Input" dans le manuel). Gardez en tête que les mots clefs `return` et `yield` ne peuvent pas être utilisés en dehors d'une fonction, même dans du code passé à *exec()*. La fonction donne `None`.

Dans tous les cas, si les arguments optionnels sont omis, le code est exécuté dans le contexte actuel. Si seul *globals* est fourni, il doit être un dictionnaire qui sera utilisé pour les globales et les locales. Si les deux sont fournis, ils sont utilisés respectivement pour les variables globales et locales. *locales* peut être n'importe quel objet `mapping`. Souvenez vous qu'au niveau d'un module, les dictionnaires des locales et des globales ne sont qu'un. Si `exec` reçoit deux objets distincts dans *globals* et *locals*, le code sera exécuté comme s'il était inclus dans une définition de classe.

Si le dictionnaire *globals* ne contient pas de valeur pour la clef `__builtins__`, une référence au dictionnaire du module *builtins* y est inséré. Cela vous permet de contrôler quelles fonctions natives sont exposées au code exécuté en insérant votre propre dictionnaire `__builtins__` dans *globals* avant de le donner à *exec()*.

Note : Les fonctions natives *globals()* et *locals()* donnent respectivement les dictionnaires globaux et locaux, qui peuvent être utiles en deuxième et troisième argument de *exec()*.

Note : La valeur par défaut pour *locals* se comporte comme la fonction *locals()* : Il est déconseillé de modifier le dictionnaire *locals* par défaut. Donnez un dictionnaire explicitement à *locals* si vous désirez observer l'effet du code sur les variables locales, après que *exec()* soit terminée.

---

filter(*function*, *iterable*)

Construit un itérateur depuis les éléments d'*iterable* pour lesquels *function* donne vrai. *iterable* peut aussi bien être une séquence, un conteneur qui supporte l'itération, ou un itérateur. Si *function* est `None`, la fonction identité est prise, c'est à dire que tous les éléments faux d'*iterable* sont supprimés.

Notez que `filter(fonction, iterable)` est l'équivalent du générateur `(item for item in iterable if fonction(item))` si *fonction* n'est pas `None` et de `(item for item in iterable if item)` si *function* est `None`.

Voir *itertools.filterfalse()* pour la fonction complémentaire qui donne les éléments d'*iterable* pour lesquels *fonction* donne `False`.

1. Notez que l'analyseur n'accepte que des fin de lignes de style Unix. Si vous lisez le code depuis un fichier, assurez-vous d'utiliser la conversion de retours à la ligne pour convertir les fin de lignes Windows et Mac.

class float([*x*])

Donne un nombre a virgule flottante depuis un nombre ou une chaîne *x*.

Si l'argument est une chaîne, elle devrait contenir un nombre décimal, éventuellement précédé d'un signe, et pouvant être entouré d'espaces. Le signe optionnel peut être `'+'` ou `'-'`. Un signe `'+'` n'a pas d'effet sur la valeur produite. L'argument peut aussi être une chaîne représentant un NaN (*Not-a-Number*), l'infini positif, ou l'infini négatif. Plus précisément, l'argument doit se conformer à la grammaire suivante, après que les espaces en début et fin de chaîne aient été retirés :

```
sign            ::=   "+" | "-"
infinity        ::=   "Infinity" | "inf"
nan             ::=   "nan"
numeric_value   ::=   floatnumber | infinity | nan
numeric_string  ::=   [sign] numeric_value
```

Ici `floatnumber` est un nombre a virgule flottante littéral Python, décrit dans floating. La casse n'y est pas significative, donc, par exemple, `"inf"`, `" Inf"`, `"INFINITY"`, et `" iNfiNity"` sont tous des orthographes valides pour un infini positif.

Autrement, si l'argument est un entier ou un nombre à virgule flottante, un nombre à virgule flottante de même valeur (en accord avec la précision des nombres à virgule flottante de Python) est donné. Si l'argument est en dehors de l'intervalle d'un nombre a virgule flottante pour Python, *OverflowError* est levée.

Pour un objet Python `x`, `float(x)` est délégué à `x.__float__()`.

Dans argument, `0.0` est donné.

Exemples :

```
>>> float('+1.23')
1.23
>>> float('   -12345\n')
-12345.0
>>> float('1e-003')
0.001
>>> float('+1E6')
1000000.0
>>> float('-Infinity')
-inf
```

Le type *float* est décrit dans *Types numériques — int, float, complex*.

Modifié dans la version 3.6 : Les chiffres peuvent être groupés avec des tirets bas comme dans les expressions littérales.

Modifié dans la version 3.7 : *x* est désormais un argument exclusivement optionnel.

format(*value*[, *format_spec*])

Convertit une valeur en sa représentation "formatée", tel que décrit par *format_spec*. L'interprétation de *format_spec* dépend du type de la valeur, cependant il existe une syntaxe standard utilisée par la plupart des types natifs : *Mini-langage de spécification de format*.

Par défaut, *format_spec* est une chaîne vide qui généralement donne le même effet qu'appeler *str(value)*.

Un appel à `format(value, format_spec)` est transformé en `type(value).__format__(value, format_spec)`, qui contourne le dictionnaire de l'instance lors de la recherche de la méthode `__fornat__()`. Une exception *TypeError* est levée si la recherche de la méthode atteint *object* et que *format_spec* n'est pas vide, ou si soit *format_spec* soit la le résultat ne sont pas des chaînes.

Modifié dans la version 3.4 : `object().__format__(format_spec)` lève *TypeError* si *format_spec* n'est pas une chaîne vide.

class frozenset([*iterable*])

Donne un nouveau *frozenset*, dont les objets sont éventuellement tirés d'*iterable*. `frozenset` est une classe native. Voir *frozenset* et *Types d'ensembles — set, frozenset* pour leurs documentation.

Pour d'autres conteneurs, voyez les classes natives *set*, *list*, *tuple*, et *dict*, ainsi que le module *collections*.

getattr(*object*, *name*[, *default*])

Donne la valeur de l'attribut nommé *name* de l'objet *object*. *name* doit être une chaîne. Si la chaîne est le nom

d'un des attributs de l'objet, le résultat est la valeur de cet attribut. Par exemple, `getattr(x, 'foobar')` est équivalent à `x.foobar`. Si l'attribut n'existe pas, et que *default* est fourni, il est renvoyé, sinon l'exception *AttributeError* est levée.

globals()
Donne une représentation de la table de symboles globaux sous forme d'un dictionnaire. C'est toujours le dictionnaire du module courant (dans une fonction ou méthode, c'est le module où elle est définie, et non le module d'où elle est appelée).

hasattr(*object*, *name*)
Les arguments sont : un objet et une chaîne. Le résultat est `True` si la chaîne est le nom d'un des attributs de l'objet, sinon `False`. (L'implémentation appelle `getattr(object, name)` et regarde si une exception *AttributeError* à été levée.)

hash(*object*)
Donne la valeur de *hash* d'un objet (s'il en a une). Les valeurs de *hash* sont des entiers. Elles sont utilisées pour comparer rapidement des clefs de dictionnaire lors de leur recherche. Les valeurs numériques égales ont le même *hash* (même si leurs types sont différents, comme pour `1` et `1.0`).

Note : Pour les objets dont la méthode `__hash__()` est implémentée, notez que *hash()* tronque la valeur donnée en fonction du nombre de bits de la machine hôte. Voir `__hash__()` pour plus d'informations.

---

help([*object*])
Invoque le système d'aide natif. (Cette fonction est destinée à l'usage en mode interactif.) Soi aucun argument n'est fourni, le système d'aide démarre dans l'interpréteur. Si l'argument est une chaîne, un module, une fonction, une classe, une méthode, un mot clef, ou un sujet de documentation pourtant ce nom est recherché, et une page d'aide est affichée sur la console. Si l'argument est d'un autre type, une page d'aide sur cet objet est générée.

Notez que si une barre oblique (/) apparaît dans la liste des paramètres d'une fonction, lorsque vous appelez *help()*, cela signifie que les paramètres placés avant la barre oblique sont uniquement positionnels. Pour plus d'informations, voir La FAQ sur les arguments positionels.

Cette fonction est ajoutée à l'espace de nommage natif par le module *site*.

Modifié dans la version 3.4 : Les changements aux modules *pydoc* et *inspect* rendent les signatures des appelables plus compréhensible et cohérente.

hex(*x*)
Convertit un entier en chaîne hexadécimale préfixée de `0x`. Si *x* n'est pas un *int*, il doit définir une méthode `__index__()` qui renvoie un entier. Quelques exemples :

```
>>> hex(255)
'0xff'
>>> hex(-42)
'-0x2a'
```

Si vous voulez convertir un nombre entier en chaîne hexadécimale, en majuscule ou non, préfixée ou non, vous pouvez utiliser les moyens suivants :

```
>>> '%#x' % 255, '%x' % 255, '%X' % 255
('0xff', 'ff', 'FF')
>>> format(255, '#x'), format(255, 'x'), format(255, 'X')
('0xff', 'ff', 'FF')
>>> f'{255:#x}', f'{255:x}', f'{255:X}'
('0xff', 'ff', 'FF')
```

Voir aussi *format()* pour plus d'information.

Voir aussi *int()* pour convertir une chaîne hexadécimale en un entier en lui spécifiant 16 comme base.

Note : Pour obtenir une représentation hexadécimale sous forme de chaîne d'un nombre à virgule flottante, utilisez la méthode *float.hex()*.

---

id(*object*)
Donne l'"identité" d'un objet. C'est un nombre entier garanti unique et constant pour cet objet durant sa durée de vie. Deux objets sont les durées de vie ne se chevauchent pas peuvent partager le même *id()*.

CPython implementation detail : This is the address of the object in memory.

input([*prompt*])
Si l'argument *prompt* est donné, il est écrit sur la sortie standard sans le retour à la ligne final. La fonction lis ensuite une ligne sur l'entrée standard et la convertit en chaîne (supprimant le retour à la ligne final) quelle donne. Lorsque EOF est lu, *EOFError* est levée. Exemple :

```
>>> s = input('--> ')
--> Monty Python's Flying Circus
>>> s
"Monty Python's Flying Circus"
```

Si le module *readline* est chargé, *input()* l'utilisera pour fournir des fonctionnalités d'édition et d'historique élaborées.

class int([*x*])
class int(*x*, *base=10*)
Donne un entier construit depuis un nombre ou une chaîne *x*, ou `0` si aucun argument n'est fourni. Si *x* définit une méthode `__int__()`, `int(x)` renvoie `x.__int__()`. Si *x* définit `__trunc__()`, `int(x)` renvoie `x.__trunc__()`. Les nombres à virgule flottante sont tronqués vers zéro.

Si *x* n'est pas un nombre ou si *base* est fourni, alors *x* doit être une chaîne, un *bytes*, ou un *bytearray* représentant un entier littéral de base *base*. Le littéral peut être précédé d'un + ou d'un − (sans être séparés par un espace), et peut être entouré d'espaces. Un littéral de base *n* est composé des symboles de 0 à n-1 où `a` jusqu'à `z` (ou `A` à `Z`) représentent les valeurs de 10 à 35. La *base* par défaut est 10. Les valeurs autorisées pour *base* sont 0 et 2--36. Les littéraux en base 2, 8, et 16 peuvent être préfixés avec `0b`/`0B`, `0o`/`0O`, ou `0x`/`0X` tout comme les littéraux dans le code. Fournir 0 comme *base* demande d'interpréter exactement comme un littéral dans Python, donc la base sera 2, 8, 10, ou 16, ainsi `int('010', 0)` n'est pas légal, alors que `int('010')` l'est tout comme `int('010', 8)`.

Le type des entiers est décrit dans *Types numériques — int, float, complex*.

Modifié dans la version 3.4 : Si *base* n'est pas une instance d'*int* et que *base* a une méthode `base.__index__`, cette méthode est appelée pour obtenir un entier pour cette base. Les versions précédentes utilisaient `base.__int__` au lieu de `base.__index__`.

Modifié dans la version 3.6 : Les chiffres peuvent être groupés avec des tirets bas comme dans les expressions littérales.

Modifié dans la version 3.7 : *x* est désormais un argument exclusivement optionnel.

Modifié dans la version 3.7.14 : *int* string inputs and string representations can be limited to help avoid denial of service attacks. A *ValueError* is raised when the limit is exceeded while converting a string *x* to an *int* or when converting an *int* into a string would exceed the limit. See the *integer string conversion length limitation* documentation.

isinstance(*object*, *classinfo*)
Return `True` if the *object* argument is an instance of the *classinfo* argument, or of a (direct, indirect or *virtual*) subclass thereof. If *object* is not an object of the given type, the function always returns `False`. If *classinfo* is a tuple of type objects (or recursively, other such tuples), return `True` if *object* is an instance of any of the types. If *classinfo* is not a type or tuple of types and such tuples, a *TypeError* exception is raised.

issubclass(*class*, *classinfo*)
Return `True` if *class* is a subclass (direct, indirect or *virtual*) of *classinfo*. A class is considered a subclass of itself. *classinfo* may be a tuple of class objects, in which case every entry in *classinfo* will be checked. In any other case, a *TypeError* exception is raised.

iter(*object*[, *sentinel*])
Donne un objet *iterator*. Le premier argument est interprété très différemment en fonction de la présence du second argument. Sans second argument, *object* doit être une collection d'objets supportant le protocole d'itération (la méthode `__iter__()`), ou supportant le protocole des séquences (la méthode `getitem()`, avec des nombres entiers commençant par `0` comme argument). S'il ne supporte aucun de ces protocoles, *TypeError* est levée. Si le second argument *sentinel* est fourni, *objet* doit être appelable. L'itérateur créé

dans ce cas appellera *object* dans argument à chaque appel de `__next__()`, si la valeur reçue est égale à *sentinel* `StopIteration` est levée, autrement la valeur est donnée.

Voir aussi *Les types itérateurs*.

Une autre application utile de la deuxième forme de `iter()` est de construire un lecteur par blocs. Par exemple, lire des blocs de taille fixe d'une base de donnée binaire jusqu'à ce que la fin soit atteinte :

```
from functools import partial
with open('mydata.db', 'rb') as f:
    for block in iter(partial(f.read, 64), b''):
        process_block(block)
```

len(*s*)

Donne la longueur (nombre d'éléments) d'un objet. L'argument peut être une séquence (tel qu'une chaîne, un objet `bytes`, `tuple`, `list` ou `range`) ou une collection (tel qu'un `dict`, `set` ou `frozenset`).

class list([*iterable*])

Plutôt qu'être une fonction, `list` est en fait un type de séquence variable, tel que documenté dans *Listes* et *Types séquentiels — list, tuple, range*.

locals()

Met à jour et donne un dictionnaire représentant la table des symboles locaux. Les variables libres sont données par `locals()` lorsqu'elle est appelée dans le corps d'une fonction, mais pas dans le corps d'une classe. Notez qu'au niveau d'un module, `locals()` `globals()` sont le même dictionnaire.

Note : Le contenu de ce dictionnaire ne devrait pas être modifié, les changements peuvent ne pas affecter les valeurs des variables locales ou libres utilisées par l'interpréteur.

---

map(*function*, *iterable*, ...)

Donne un itérateur appliquant *function* à chaque élément de *iterable*, et donnant ses résultats au fur et à mesure avec `yield`. Si d'autres *iterable* sont fournis, *function* doit prendre autant d'arguments, et sera appelée avec les éléments de tous les itérables en parallèle. Avec plusieurs itérables, l'itération s'arrête avec l'itérable le plus court. Pour les cas où les arguments seraient déjà rangés sous forme de tuples, voir `itertools.starmap()`.

max(*iterable*, *[, *key*, *default*])
max(*arg1*, *arg2*, **args*[, *key*])

Donne l'élément le plus grand dans un itérable, ou l'argument le plus grand parmi au moins deux arguments.

Si un seul argument positionnel est fourni, il doit être *iterable*. Le plus grand élément de l'itérable est donné. Si au moins deux arguments positionnels sont fournis, l'argument le plus grand sera donné.

Elle accepte deux arguments par mot clef optionnels. L'argument *key* spécifie une fonction à un argument permettant de trier comme pour `list.sort()`. L'argument *default* quant à lui fournit un objet à donner si l'itérable fourni est vide. Si l'itérable est vide et que *default* n'est pas fourni, `ValueError` est levée.

Si plusieurs éléments représentent la plus grande valeur, le premier rencontré est donné. C'est cohérent avec d'autres outils préservant une stabilité lors du tri, tel que `sorted(iterable, key=keyfunc, reverse=True)[0]` et `heapq.nlargest(1, iterable, key=keyfunc)`.

Nouveau dans la version 3.4 : L'argument exclusivement par mot clef *default*.

class memoryview(*obj*)

Donne une "vue mémoire" (*memory view*) créée depuis l'argument. Voir *Vues de mémoires* pour plus d'informations.

min(*iterable*, *[, *key*, *default*])
min(*arg1*, *arg2*, **args*[, *key*])

Donne le plus petit élément d'un itérable ou le plus petit d'au moins deux arguments.

Si un seul argument est fourni, il doit être *iterable*. Le plus petit élément de l'itérable est donné. Si au moins deux arguments positionnels sont fournis le plus petit argument positionnel est donné.

Elle accepte deux arguments par mot clef optionnels. L'argument *key* spécifie une fonction à un argument permettant de trier comme pour `list.sort()`. L'argument *default* quant à lui fournit un objet à donner si l'itérable fourni est vide. Si l'itérable est vide et que *default* n'est pas fourni, `ValueError` est levée.

Si plusieurs éléments sont minimaux, la fonction donne le premier. C'est cohérent avec d'autres outils préservant une stabilité lors du tri, tel que `sorted(iterable, key=keyfunc)[0]` et `heapq.nsmallest(1, iterable, key=keyfunc)`.

Nouveau dans la version 3.4 : L'argument exclusivement par mot clef *default*.

next(*iterator*[, *default*])

Donne l'élément suivant d'*iterator* en appelant sa méthode *__next__()*. Si *default* est fourni, il sera donné si l'itérateur est épuisé, sinon *StopIteration* est levée.

class object

Donne un objet vide. *object* est la classe parente de toute les classes. C'est elle qui porte les méthodes communes à toutes les instances de classes en Python. Cette fonction n'accepte aucun argument.

Note : *object* n'a *pas* d'attribut *__dict__*, vous ne pouvez donc pas assigner d'attributs arbitraire à une instance d'*object*.

---

oct(*x*)

Convertit un entier en sa représentation octale dans une chaîne préfixée de `0o`. Le résultat est une expression Python valide. Si *x* n'est pas un objet *int*, il doit définir une méthode `__index__()` qui donne un entier, par exemple :

```
>>> oct(8)
'0o10'
>>> oct(-56)
'-0o70'
```

Si vous voulez convertir un nombre entier en chaîne octale, avec ou sans le préfixe `0o`, vous pouvez utiliser les moyens suivants.

```
>>> '%#o' % 10, '%o' % 10
('0o12', '12')
>>> format(10, '#o'), format(10, 'o')
('0o12', '12')
>>> f'{10:#o}', f'{10:o}'
('0o12', '12')
```

Voir aussi *format()* pour plus d'information.

open(*file*, *mode='r'*, *buffering=-1*, *encoding=None*, *errors=None*, *newline=None*, *closefd=True*, *opener=None*)

Ouvre *file* et donne un *file object* correspondant. Si le fichier ne peut pas être ouvert, une *OSError* est levée.

file est un *path-like object* donnant le chemin (absolu ou relatif au répertoire courant) du fichier à ouvrir ou un nombre entier représentant le descripteur de fichier à envelopper. (Si un descripteur de fichier est donné, il sera fermé en même temps que l'objet *I/O* renvoyé, sauf si *closefd* est mis à `False`.)

mode est une chaîne optionnelle permettant de spécifier dans quel mode le fichier est ouvert. Par défaut, *mode* vaut `'r'` qui signifie "ouvrir en lecture pour du texte". `'w'` est aussi une valeur classique, permettant d'écrire (vidant le fichier s'il existe), ainsi que `'x'` permettant une création exclusive et `'a'` pour ajouter à la fin du fichier (qui sur certains systèmes Unix signifie que *toutes* les écritures seront des ajouts en fin de fichier peu importe la position demandée). En mode texte, si *encoding* n'est pas spécifié l'encodage utilisé est dépendant de la plateforme : `locale.getpreferredencoding(False)` est appelée pour obtenir l'encodage de la locale actuelle. (Pour lire et écrire des octets bruts, utilisez le mode binaire en laissant *encoding* non spécifié.) Les modes disponibles sont :

Caractère	Signification
`'r'`	ouvre en lecture (par défaut)
`'w'`	ouvre en écriture, tronquant le fichier
`'x'`	ouvre pour une création exclusive, échouant si le fichier existe déjà
`'a'`	ouvre en écriture, ajoutant à la fin du fichier s'il existe
`'b'`	mode binaire
`'t'`	mode texte (par défaut)
`'+'`	ouvre un fichier pour le modifier (lire et écrire)

Les mode par défaut est `'r'` (ouvrir pour lire du texte, synonyme de `'rt'`). Pour un accès en lecture écriture binaire, le mode `'w+b'` ouvre et vide le fichier. `'r+b'` ouvre le fichier sans le vider.

Tel que mentionné dans *Aperçu*, Python fait la différence entre les I/O binaire et texte. Les fichiers ouverts en mode binaire (avec `'b'` dans *mode*) donnent leur contenu sous forme de *bytes* sans décodage. En mode texte (par défaut, ou lorsque `'t'` est dans le *mode*), le contenu du fichier est donné sous forme de *str*, les octets ayant été décodés au préalable en utilisant un encodage déduit de l'environnement ou *encoding* s'il est donné.

Il y a un mode « caractères » supplémentaire autorisé, `'U'`, qui n'a plus d'effet, et est considéré comme obsolète. Auparavant, il activait les *universal newlines* en mode texte, qui est devenu le comportement par défaut dans Python 3.0. Référez-vous à la documentation du paramètre *newline* pour plus de détails.

Note : Python ne dépend pas de l'éventuelle notion de fichier texte du système sous-jacent, tout le traitement est effectué par Python lui même, et est ainsi indépendant de la plateforme.

---

buffering est un entier optionnel permettant de configurer l'espace tampon. Donnez 0 pour désactiver l'espace tampon (seulement autorisé en mode binaire), 1 pour avoir un *buffer* travaillant ligne par ligne (seulement disponible en mode texte), ou un entier supérieur à 1 pour donner la taille en octets d'un tampon de taille fixe. Sans l'argument *buffering*, les comportements par défaut sont les suivants :

— Les fichiers binaires sont les dans un tampon de taille fixe, dont la taille est choisie par une heuristique essayant de déterminer la taille des blocs du système sous-jacent, ou en utilisant par défaut *io.DEFAULT_BUFFER_SIZE*. Sur de nombreux systèmes, le tampon sera de 4096 ou 8192 octets.

— Les fichiers texte "interactifs" (fichiers pour lesquels *io.IOBase.isatty()* donne `True`) utilisent un tampon par lignes. Les autres fichiers texte sont traités comme les fichiers binaires.

encoding est le nom de l'encodage utilisé pour encoder ou décoder le fichier. Il doit seulement être utilisé en mode texte. L'encodage par défaut dépend de la plateforme (ce que *locale.getpreferredencoding()* donne), mais n'importe quel *text encoding* supporté par Python peut être utilisé. Voir *codecs* pour une liste des encodages supportés.

errors est une chaîne facultative spécifiant comment les erreurs d'encodage et de décodages sont gérées, ce n'est pas utilisable en mode binaire. Pléthore gestionnaires d'erreurs standards sont disponibles (listés sous *Gestionnaires d'erreurs*), aussi, tout nom de gestionnaire d'erreur enregistré avec *codecs.register_error()* est aussi un argument valide. Les noms standards sont :

— `'strict'` pour lever une *ValueError* si une erreur d'encodage est rencontrée. La valeur par défaut, `None`, a le même effet.

— `'ignore'` ignore les erreurs. Notez qu'ignorer les erreurs d'encodage peut mener à des pertes de données.

— `'replace'` insère un marqueur de substitution (tel que `'?'`) en place des données mal formées.

— `'surrogateescape'` représentera chaque octet incorrect par un code caractère de la zone *Private Use Area* d'Unicode, de *U+DC80* à *U+DCFF*. Ces codes caractères privés seront ensuite transformés dans les mêmes octets erronés si le gestionnaire d'erreur `surrogateescape` est utilisé lors de l'écriture de la donnée. C'est utile pour traiter des fichiers d'un encodage inconnu.

— `'xmlcharrefreplace'` est seulement supporté à l'écriture vers un fichier. Les caractères non gérés par l'encodage sont remplacés par une référence de caractère XML `&#nnn;`.

— `'backslashreplace'` remplace les données mal formées par des séquences d'échappement Python (utilisant des *backslash*).

— `'namereplace'` (aussi supporté lors de l'écriture) remplace les caractères non supportés par des séquences d'échappement `\N{...}`.

newline contrôle comment le mode *universal newlines* fonctionne (seulement en mode texte). Il eut être `None`, `''`, `'\n'`, `'\r'`, et `'\r\n'`. Il fonctionne comme suit :

— Lors de la lecture, si *newline* est `None`, le mode *universal newlines* est activé. Les lignes lues peuvent terminer par `'\n'`, `'\r'`, ou `'\r\n'`, qui sont remplacés par `'\n'`, avant d'être données à l'appelant. S'il vaut `'*'`, le mode *universal newline* est activé mais les fin de lignes ne sont pas remplacés. S'il a n'importe quel autre valeur autorisée, les lignes sont seulement terminées par la chaîne donnée, qui est rendue tel qu'elle.
— Lors de l'écriture, si *newline* est `None`, chaque `'\n'` est remplacé par le séparateur de lignes par défaut du système *os.linesep*. Si *newline* est `*` ou `'\n'` aucun remplacent n'est effectué. Si *newline* est un autre caractère valide, chaque `'\n'` sera remplacé par la chaîne donnée.

Si *closefd* est `False` et qu'un descripteur de fichier est fourni plutôt qu'un nom de fichier, le descripteur de fichier sera laissé ouvert lorsque le fichier sera fermé. Si un nom de fichier est donné, *closefd* doit rester `True` (la valeur par défaut) sans quoi une erreur est levée.

Un *opener* personnalisé peut être utilisé en fournissant un appelable comme *opener*. Le descripteur de fichier de cet objet fichier sera alors obtenu en appelant *opener* avec (*file*, *flags*). *opener* doit donner un descripteur de fichier ouvert (fournir *os.open* en temps qu'*opener* aura le même effet que donner `None`).

Il n'est *pas possible d'hériter du fichier* nouvellement créé.

L'exemple suivant utilise le paramètre *dir_fd* de la fonction *os.open()* pour ouvrir un fichier relatif au dossier courant :

```
>>> import os
>>> dir_fd = os.open('somedir', os.O_RDONLY)
>>> def opener(path, flags):
...     return os.open(path, flags, dir_fd=dir_fd)
...
>>> with open('spamspam.txt', 'w', opener=opener) as f:
...     print('This will be written to somedir/spamspam.txt', file=f)
...
>>> os.close(dir_fd)  # don't leak a file descriptor
```

Le type de *file object* donné par la fonction *open()* dépend du mode. Lorsque *open()* est utilisé pour ouvrir un fichier en mode texte (`w`, `r`, `wt`, `rt`, etc.), il donne une classe fille de *io.TextIOBase* (spécifiquement : *io.TextIOWrapper*). Lors de l'ouverture d'un fichier en mode binaire avec tampon, la classe donnée sera une fille de *io.BufferedIOBase*. La classe exacte varie : en lecture en mode binaire elle donne une *io.BufferedReader*, en écriture et ajout en mode binaire c'est une *io.BufferedWriter*, et en lecture/écriture, c'est une *io.BufferedRandom*. Lorsque le tampon est désactivé, le flux brut, une classe fille de *io.RawIOBase*, *io.FileIO* est donnée.

Consultez aussi les modules de gestion de fichiers tel que *fileinput*, *io* (où *open()* est déclarée), *os*, *os.path*, `tmpfile`, et *shutil*.

Modifié dans la version 3.3 :
— Le paramètre *opener* a été ajouté.
— Le mode `'x'` a été ajouté.
— *IOError* était normalement levée, elle est maintenant un alias de *OSError*.
— *FileExistsError* est maintenant levée si le fichier ouvert en mode création exclusive (`'x'`) existe déjà.

Modifié dans la version 3.4 :
— Il n'est plus possible d'hériter de *file*.

Deprecated since version 3.4, will be removed in version 3.9 : Le mode `'U'`.

Modifié dans la version 3.5 :
— Si l'appel système est interrompu et que le gestionnaire de signal ne lève aucune exception, la fonction réessaye l'appel système au lieu de lever une *InterruptedError* (voir la **PEP 475** à propos du raisonnement).
— Le gestionnaire d'erreurs `'namereplace'` a été ajouté.

Modifié dans la version 3.6 :
— Ajout du support des objets implémentant *os.PathLike*.
— Sous Windows, ouvrir un *buffer* du terminal peut renvoyer une sous-classe de *io.RawIOBase* autre que *io.FileIO*.

ord(*c*)

Renvoie le nombre entier représentant le code Unicode du caractère représenté par la chaîne donnée. Par exemple, `ord('a')` renvoie le nombre entier `97` et `ord('€')` (symbole Euro) renvoie `8364`. Il s'agit de l'inverse de *chr()*.

pow(*x*, *y*[, *z*])

Donne *x* puissance *y*, et si *z* est présent, donne *x* puissance *y* modulo *z* (calculé de manière plus efficiente que `pow(x, y) % z`). La forme à deux arguments est équivalent à `x**y`.

Les arguments doivent être de types numériques. Avec des opérandes de différents types, les mêmes règles de coercition que celles des opérateurs arithmétiques binaires s'appliquent. Pour des opérandes de type *int*, le résultat sera de même type que les opérandes (après coercition) sauf si le second argument est négatif, dans ce cas, les arguments sont convertis en `float`, et le résultat sera un `float` aussi. Par exemple, `10**2` donne `100`, alors que `10**-2` donne `0.01`. Si le second argument est négatif, le troisième doit être omis. Si *z* est fourni, *x* et *y* doivent être des entiers et *y* positif.

print(**objects*, *sep=' '*, *end='\n'*, *file=sys.stdout*, *flush=False*)

Écrit *objects* dans le flux texte *file*, séparés par *sep* et suivis de *end*. *sep*, *end*, *file*, et *flush*, s'ils sont présents, doivent être données par mot clef.

Tous les arguments positionnels sont convertis en chaîne comme le fait *str()*, puis écrits sur le flux, séparés par *sep* et terminés par *end*. *sep* et *end* doivent être des chaînes, ou `None` , indiquant de prendre les valeurs par défaut. Si aucun *objects* n'est donné *print()* écris seulement *end*.

L'argument *file* doit être un objet avec une méthode `write(string)` ; s'il n'est pas fourni, ou vaut `None`, *sys.stdout* sera utilisé. Puisque les arguments affichés sont convertis en chaîne, *print()* ne peut pas être utilisé avec des fichiers ouverts en mode binaire. Pour ceux ci utilisez plutôt `file.write(...)`.

Que la sortie utilise un *buffer* ou non est souvent décidé par *file*, mais si l'argument *flush* est vrai, le tampon du flux est vidé explicitement.

Modifié dans la version 3.3 : Ajout de l'argument par mot clef *flush*.

class property(*fget=None*, *fset=None*, *fdel=None*, *doc=None*)

Donne un attribut propriété.

fget est une fonction permettant d'obtenir la valeur d'un attribut. *fset* est une fonction pour en définir la valeur. *fdel* quand à elle permet de supprimer la valeur d'un attribut, et *doc* créé une *docstring* pour l'attribut.

Une utilisation typique : définir un attribut managé `x` :

```
class C:
    def __init__(self):
        self._x = None

    def getx(self):
        return self._x

    def setx(self, value):
        self._x = value

    def delx(self):
        del self._x

    x = property(getx, setx, delx, "I'm the 'x' property.")
```

Si *c* est une instance de *C*, `c.x` appellera le *getter*, `c.x = value` invoquera le *setter*, et `del x` le *deleter*.

S'il est donné, *doc* sera la *docstring* de l'attribut. Autrement la propriété copiera celle de *fget* (si elle existe). Cela rend possible la création de propriétés en lecture seule en utilisant simplement *property()* comme un *decorator* :

```
class Parrot:
    def __init__(self):
        self._voltage = 100000

    @property
    def voltage(self):
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
        """Get the current voltage."""
        return self._voltage
```

Le décorateur `@property` transforme la méthode `voltage()` en un *getter* d'un attribut du même nom, et donne *"Get the current voltage"* comme *docstring* de *voltage*.

Un objet propriété à les méthodes `getter`, `setter` et `deleter` utilisables comme décorateurs créant une copie de la propriété avec les accesseurs correspondants définis par la fonction de décoration. C'est plus clair avec un exemple :

```
class C:
    def __init__(self):
        self._x = None

    @property
    def x(self):
        """I'm the 'x' property."""
        return self._x

    @x.setter
    def x(self, value):
        self._x = value

    @x.deleter
    def x(self):
        del self._x
```

Ce code est l'exact équivalent du premier exemple. Soyez attentifs à bien donner aux fonctions additionnelles le même nom que la propriété (`x` dans ce cas.)

L'objet propriété donné à aussi les attributs `fget`, `fset` et `fdel` correspondant correspondants aux arguments du constructeur.

Modifié dans la version 3.5 : Les *docstrings* des objets propriété peuvent maintenant être écrits.

class range(*stop*)
class range(*start*, *stop*[, *step*])

Plutôt qu'être une fonction, `range` est en fait une séquence immuable, tel que documenté dans *Ranges* et *Types séquentiels — list, tuple, range*.

repr(*object*)

Donne une chaîne contenant une représentation affichable de l'objet. Pour de nombreux types, cette fonction essaye de donner une chaîne qui donnera à son tour un objet de mène valeur lorsqu'elle est passée à `eval()`, sinon la représentation sera une chaîne entourée de chevrons contenant le nom du type et quelques informations supplémentaires souvent le nom et l'adresse de l'objet. Une classe peut contrôler ce que cette fonction donne pour ses instances en définissant une méthode `__repr__()`.

reversed(*seq*)

Donne un *iterator* inversé. *seq* doit être un objet ayant une méthode `__reverse__()` ou supportant le protocole séquence (la méthode `__len__()` et la méthode `__getitem__()` avec des arguments entiers commençant à zéro).

round(*number*[, *ndigits*])

Renvoie *number* arrondi avec une précision de *ndigits* chiffres après la virgule. Si *ndigits* est omis (ou est `None`), l'entier le plus proche est renvoyé.

Pour les types natifs supportant `round()`, les valeurs sont arrondies au multiple de 10 puissance moins *ndigits*, si deux multiples sont équidistants, l'arrondi se fait vers la valeur paire (par exemple `round(0.5)` et `round(-0.5)` valent tous les deux `0`, et `round(1.5)` vaut `2`). *ndigits* accepte tout nombre entier (positif, zéro, ou négatif). La valeur renvoyée est un entier si *ndigits* n'est pas donné, (ou est `None`). Sinon elle est du même type que *number*.

Pour tout autre objet Python `number`, `round` délègue à `number.__round__`.

Note : Le comportement de `round()` avec les nombres à virgule flottante peut être surprenant : par exemple `round(2.675, 2)` donne `2.67` au lieu de `2.68`. Ce n'est pas un bug, mais dû au fait que la plupart des

fractions de décimaux ne peuvent pas être représentés exactement en nombre a virgule flottante. Voir tut-fp-issues pour plus d'information.

---

class set([*iterable*])

Donne un nouveau `set`, dont les éléments peuvent être extraits d'*iterable*. `set` est une classe native. Voir `set` et *Types d'ensembles — set, frozenset* pour la documentation de cette classe.

D'autres conteneurs existent, typiquement : `frozenset`, `list`, `tuple`, et `dict`, ainsi que le module `collections`.

setattr(*object*, *name*, *value*)

C'est le complément de `getattr()`. Les arguments sont : un objet, une chaîne, et une valeur de type arbitraire. La chaîne peut nommer un attribut existant ou un nouvel attribut. La fonction assigne la valeur à l'attribut, si l'objet l'autorise. Par exemple, `setattr(x, 'foobar', 123)` équivaut à `x.foobar = 123`.

class slice(*stop*)
class slice(*start*, *stop*[, *step*])

Donne un objet `slice` représentant un ensemble d'indices spécifiés par `range(start, stop, step)`. Les arguments *start* et *step* valent `None` par défaut. Les objets *slice* (tranches) ont les attributs suivants en lecture seule : `start`, `stop`, et `step` qui valent simplement les trois arguments (ou leurs valeur par défaut). Ils n'ont pas d'autres fonctionnalité explicite, cependant ils sont utilisés par *Numerical Python* et d'autres bibliothèques tierces. Les objets *slice* sont aussi générés par la notation par indices étendue. Par exemple `a[start:stop:step]` ou `a[start:stop, i]`. Voir `itertools.islice()` pour une version alternative donnant un itérateur.

sorted(*iterable*, *, *key=None*, *reverse=False*)

Donne une nouvelle liste triée depuis les éléments d'*iterable*.

A deux arguments optionnels qui doivent être fournis par mot clef.

key spécifie une fonction d'un argument utilisé pour extraire une clef de comparaison de chaque élément de l'itérable (par exemple, `key=str.lower`). La valeur par défaut est `None` (compare les éléments directement).

reverse, une valeur booléenne. Si elle est `True`, la liste d'éléments est triée comme si toutes les comparaisons étaient inversées.

Utilisez `functools.cmp_to_key()` pour convertir l'ancienne notation *cmp* en une fonction *key*.

La fonction native `sorted()` est garantie stable. Un tri est stable s'il garantie de ne pas changer l'ordre relatif des éléments égaux entre eux. C'est utile pour trier en plusieurs passes, par exemple par département puis par salaire).

Pour des exemples de tris et un bref tutoriel, consultez sortinghowto.

@staticmethod

Transforme une méthode en méthode statique.

Une méthode statique ne reçoit pas de premier argument implicitement. Voilà comment déclarer une méthode statique :

```
class C:
    @staticmethod
    def f(arg1, arg2, ...): ...
```

La forme `@staticmethod` est un *decorator* de fonction. Consultez function pour plus de détails.

Elle peut être appelée soit sur une classe (tel que `C.f()`) ou sur une instance (tel que `C().f()`).

Les méthodes statiques en Python sont similaires à celles trouvées en Java ou en C++. Consultez `classmethod()` pour une variante utile pour créer des constructeurs alternatifs.

Comme pour tous les décorateurs, il est possible d'appeler `staticmethod` comme une simple fonction, et faire quelque chose de son résultat. Ça peut être nécessaire dans le cas où vous voudriez une référence à la fonction depuis le corps d'une classe, et souhaiteriez éviter sa transformation en méthode d'instance. Pour ces cas, faites comme suit :

```
class C:
    builtin_open = staticmethod(open)
```

Pour plus d'informations sur les méthodes statiques, consultez types.

class str(*object=''*)
class str(*object=b''*, *encoding='utf-8'*, *errors='strict'*)
Donne une version sous forme de `str` d'*object*. Voir `str()` pour plus de détails.

`str` est la *class* native des chaînes de caractères. Pour des informations générales à propos des chaînes, consultez *Type Séquence de Texte — str*.

sum(*iterable*[, *start*])
Additionne *start* et les éléments d'*iterable* de gauche à droite et en donne le total. *start* vaut `0` par défaut. Les éléments d'*iterable* sont normalement des nombres, et la valeur de *start* ne peut pas être une chaîne.

Pour certains cas, il existe de bonnes alternatives à `sum()`. La bonne méthode, et rapide, de concaténer une séquence de chaînes est d'appeler `''.join(séquence)`. Pour additionner des nombres à virgule flottante avec une meilleure précision, voir `math.fsum()`. Pour concaténer une série d'itérables, utilisez plutôt `itertools.chain()`.

super([*type*[, *object-or-type*]])
Donne un objet mandataire (*proxy object* en anglais) déléguant les appels de méthode à une classe parente ou sœur de type *type*. C'est utile pour accéder à des méthodes héritées et substituées dans la classe. L'ordre de recherche est le même que celui utilisé par `getattr()` sauf que *type* lui même est sauté.

L'attribut `__mro__` de *type* liste l'ordre de recherche de la méthode de résolution utilisée par `getattr()` et `super()`. L'attribut est dynamique et peut changer lorsque la hiérarchie d'héritage est modifiée.

Si le second argument est omis, l'objet *super* obtenu n'est pas lié. Si le second argument est un objet, `isinstance(obj, type)` doit être vrai. Si le second argument est un type, `issubclass(type2, type)` doit être vrai (c'est utile pour les méthodes de classe).

Il existe deux autres cas d'usage typiques pour *super*. Dans une hiérarchie de classes à héritage simple, *super* peut être utilisé pour obtenir la classe parente sans avoir à la nommer explicitement, rendant le code plus maintenable. Cet usage se rapproche de l'usage de *super* dans d'autres langages de programmation.

Le second est la gestion d'héritage multiple coopératif dans un environnement d'exécution dynamique. Cet usage est unique à Python, il ne se retrouve ni dans les langages compilés statiquement, ni dans les langages ne gérant que l'héritage simple. Cela rend possible d'implémenter un héritage en diamant dans lequel plusieurs classes parentes implémentent la même méthode. Une bonne conception implique que chaque méthode doit avoir la même signature lors de leur appels dans tous les cas (parce que l'ordre des appels est déterminée à l'exécution, parce que l'ordre s'adapte aux changements dans la hiérarchie, et parce que l'ordre peut inclure des classes sœurs inconnues avant l'exécution).

Dans tous les cas, un appel typique à une classe parente ressemble à :

```
class C(B):
    def method(self, arg):
        super().method(arg)     # This does the same thing as:
                                # super(C, self).method(arg)
```

In addition to method lookups, `super()` also works for attribute lookups. One possible use case for this is calling *descriptor*s in a parent or sibling class.

Notez que `super()` fait partie de l'implémentation du processus de liaison de recherche d'attributs pointés explicitement tel que `super().__getitem__(name)`. Il le fait en implémentant sa propre méthode `__getattribute__()` pour rechercher les classes dans un ordre prévisible supportant l'héritage multiple coopératif. En conséquence, `super()` n'est pas défini pour les recherches implicites via des instructions ou des opérateurs tel que `super()[name]`.

Notez aussi que, en dehors de sa forme sans arguments, la `super()` peut être utilisée en dehors des méthodes. La forme à deux arguments est précise et donne tous les arguments exactement, donnant les références appropriées. La forme sans arguments fonctionne seulement à l'intérieur d'une définition de classe, puisque c'est le compilateur qui donne les détails nécessaires à propos de la classe en cours de définition, ainsi qu'accéder à l'instance courante pour les méthodes ordinaires.

Pour des suggestions pratiques sur la conception de classes coopératives utilisant `super()`, consultez guide to using super().

class tuple([*iterable*])
Plutôt qu'être une fonction, `tuple` est en fait un type de séquence immuable, tel que documenté dans *Tuples* et *Types séquentiels — list, tuple, range*.

class type(*object*)
class type(*name*, *bases*, *dict*)

Avec un argument, donne le type d'*object*. La valeur donnée est un objet type et généralement la même que la valeur de l'attribut *object.__class__*.

La fonction native *isinstance()* est recommandée pour tester le type d'un objet car elle prend en compte l'héritage.

Avec trois arguments, renvoie un nouveau type. C'est essentiellement une forme dynamique de l'instruction `class`. La chaîne *name* est le nom de la classe et deviendra l'attribut *__name__* ; le *tuple bases* contient les classes mères et deviendra l'attribut *__bases__* ; et le dictionnaire *dict* est l'espace de nommage contenant les définitions du corps de la classe, il est copié vers un dictionnaire standard pour devenir l'attribut *__dict__*. Par exemple, les deux instructions suivantes créent deux instances identiques de *type* :

```
>>> class X:
...     a = 1
...
>>> X = type('X', (object,), dict(a=1))
```

Voir aussi *Objets type*.

Modifié dans la version 3.6 : Les sous-classes de *type* qui ne redéfinissent pas `type.__new__` ne devraient plus utiliser la forme à un argument pour récupérer le type d'un objet.

vars([*object*])

Renvoie l'attribut *__dict__* d'un module, d'une classe, d'une instance ou de n'importe quel objet avec un attribut *__dict__*.

Les objets tels que les modules et les instances on un attribut *__dict__* modifiable ; Cependant, d'autres objets peuvent avoir des restrictions en écriture sur leurs attributs *__dict__* (par exemple, les classes utilisent un *types.MappingProxyType* pour éviter les modifications directes du dictionnaire).

Sans argument, *vars()* se comporte comme *locals()*. Notez que le dictionnaire des variables locales n'est utile qu'en lecture, car ses écritures sont ignorées.

zip(**iterables*)

Construit un itérateur agrégeant les éléments de tous les itérables.

Donne un itérateur de tuples, où le *i*-ième tuple contiens le *i*-ième élément de chacune des séquences ou itérables fournis. L'itérateur s'arrête lorsque le plus petit itérable fourni est épuisé. Avec un seul argument itérable, elle donne un itérateur sur des *tuples* d'un élément. Sans arguments, elle donne un itérateur vide. Équivalent à :

```
def zip(*iterables):
    # zip('ABCD', 'xy') --> Ax By
    sentinel = object()
    iterators = [iter(it) for it in iterables]
    while iterators:
        result = []
        for it in iterators:
            elem = next(it, sentinel)
            if elem is sentinel:
                return
            result.append(elem)
        yield tuple(result)
```

Il est garanti que les itérables soient évalués de gauche a droite. Cela rend possible de grouper une séquence de données en groupes de taille *n* via `zip(*[iter(s)]*n)`. Cela duplique le *même* itérateur `n` fois tel que le tuple obtenu contient le résultat de `n` appels à l'itérateur. Cela a pour effet de diviser la séquence en morceaux de taille *n*.

zip() ne devrait être utilisée avec des itérables de longueur différente que lorsque les dernières données des itérables les plus longs peuvent être ignorées. Si c'est valeurs sont importantes, utilisez plutôt *itertools.zip_longest()*.

zip() peut être utilisée conjointement avec l'opérateur `*` pour dézipper une liste :

```
>>> x = [1, 2, 3]
>>> y = [4, 5, 6]
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
>>> zipped = zip(x, y)
>>> list(zipped)
[(1, 4), (2, 5), (3, 6)]
>>> x2, y2 = zip(*zip(x, y))
>>> x == list(x2) and y == list(y2)
True
```

__import__(*name*, *globals=None*, *locals=None*, *fromlist=()*, *level=0*)

Note : C'est une fonction avancée qui n'est pas fréquemment nécessaire, contrairement à *importlib.import_module()*.

Cette fonction est invoquée via l'instruction `import`. Elle peut être remplacée (en important le module *builtins* et en y remplaçant `builtins.__import__`) afin de changer la sémantique de l'instruction `import`, mais c'est extrêmement déconseillé car il est plus simple d'utiliser des points d'entrées pour les importations (*import hooks*, voir la **PEP 302**) pour le même résultat sans gêner du code s'attendant à trouver l'implémentation par défaut. L'usage direct de *__import__()* est aussi déconseillé en faveur de *importlib.import_module()*.

La fonction importe le module *name*, utilisant potentiellement *globals* et *locals* pour déterminer comment interpréter le nom dans le contexte d'un paquet. *fromlist* donne le nom des objets ou sous-modules qui devraient être importés du module *name*. L'implémentation standard n'utilise pas l'argument *locals* et n'utilise *globals* que pour déterminer le contexte du paquet de l'instruction `import`.

level permet de choisir entre importation absolue ou relative. `0` (par défaut) implique de n'effectuer que des importations absolues. Une valeur positive indique le nombre de dossiers parents relativement au dossier du module appelant *__import__()* (voir la **PEP 328**).

Lorsque la variable *name* est de la forme `package.module`, normalement, le paquet le plus haut (le nom jusqu'au premier point) est donné, et *pas* le module nommé par *name*. Cependant, lorsqu'un argument *fromlist* est fourni, le module nommé par *name* est donné.

Par exemple, l'instruction `import spam` donne un code intermédiaire (*bytecode* en anglais) ressemblant au code suivant :

```
spam = __import__('spam', globals(), locals(), [], 0)
```

L'instruction `import ham.ham` appelle :

```
spam = __import__('spam.ham', globals(), locals(), [], 0)
```

Notez comment *__import__()* donne le module le plus haut ici parce que c'est l'objet lié à un nom par l'instruction `import`.

En revanche, l'instruction `from spam.ham import eggs, sausage as saus` donne

```
_temp = __import__('spam.ham', globals(), locals(), ['eggs', 'sausage'], 0)
eggs = _temp.eggs
saus = _temp.sausage
```

Ici le module `spam.ham` est donné par *__import__()*. De cet objet, les noms à importer sont récupérés et assignés à leurs noms respectifs.

Si vous voulez simplement importer un module (potentiellement dans un paquet) par son nom, utilisez *importlib.import_module()*.

Modifié dans la version 3.3 : Des valeurs négatives pour *level* ne sont plus gérées (ce qui change la valeur par défaut pour 0).

Notes

CHAPITRE 3

Constantes natives

Un petit nombre de constantes existent dans le *namespace* natif. Elles sont :

`False`
La valeur fausse du type *`bool`*. Les assignations à `False` ne sont pas autorisées et lèvent une *`SyntaxError`*.

`True`
La valeur vraie du type *`bool`*. Les assignations à `True` ne sont pas autorisées et lèvent une *`SyntaxError`*.

`None`
`None` est l'unique valeur du type `NoneType`. Elle est utilisée fréquemment pour représenter l'absence de valeur, comme lorsque des arguments par défaut ne sont pas passés à une fonction. Les assignations à `None` ne sont pas autorisées et lèvent une *`SyntaxError`*.

`NotImplemented`
Valeur spéciale qui devrait être renvoyée par les méthodes magiques à deux opérandes (e.g. `__eq__()`, `__lt__()`, `__add__()`, `__rsub__()`, etc.) pour indiquer que l'opération n'est pas implémentée pour l'autre type ; peut être renvoyé par les méthodes magiques augmentées à deux opérandes (e.g. `__imul__()`, `__iand__()`, etc.) avec le même objectif. Sa valeur booléenne est `True`.

Note : Lorsqu'une méthode à deux opérandes renvoie `NotImplemented`, l'interpréteur essaye d'exécuter l'opération réfléchie sur l'autre type (il existe d'autres mécanismes de *fallback*, en fonction de l'opérateur). Si toutes les tentatives renvoient `NotImplemented`, l'interpréteur lève une exception appropriée. Renvoyer `NotImplemented` à tort donne lieu à un message d'erreur peu clair ou au renvoi de la valeur `NotImplemented` pour le code Python.

Voir *Implémentation des opérations arithmétiques* pour des exemples.

Note : `NotImplementedError` et `NotImplemented` ne sont pas interchangeables, même s'ils ont un nom et un objectif similaire. Voir *`NotImplementedError`* pour savoir quand l'utiliser.

`Ellipsis`
Identique au littéral *points de suspension* (" `...` "). Valeur spéciale utilisée principalement de manière conjointe avec la syntaxe de découpage (*slicing*) étendu pour les conteneurs personnalisés.

`__debug__`
Cette constante est vraie si Python n'a pas été démarré avec une option `-O`. Voir aussi l'expression `assert`.

Note : Les noms `None`, `False`, `True` et `__debug__` ne peuvent pas être réassignés (des assignations à ces noms, ou aux noms de leurs attributs, lèvent une `SyntaxError`), donc ils peuvent être considérés comme des ”vraies” constantes.

3.1 Constantes ajoutées par le module `site`

Le module `site` (qui est importé automatiquement au démarrage, sauf si l'option de ligne de commande `-S` est donnée ajoute un certain nombre de constantes au *namespace* natif. Elles sont utiles pour l'interpréteur interactif et ne devraient pas être utilisées par des programmes.

quit(*code=None*)
exit(*code=None*)
Objets qui, lorsqu'ils sont représentés, affichent un message comme *”Use quit() or Ctrl-D (i.e. EOF) to exit”*, et lorsqu'ils sont appelés, lèvent un `SystemExit` avec le code de retour spécifié.

copyright
credits
Objets qui, lorsqu'ils sont affichés ou appelés, affichent le copyright ou les crédits, respectivement.

license
Objet qui, lorsqu'il est affiché, affiche un message comme *”Type license() to see the full license text”*, et lorsqu'il est appelé, affiche le texte complet de la licence dans un style paginé (un écran à la fois).

CHAPITRE 4

Types natifs

Les sections suivantes décrivent les types standards intégrés à l'interpréteur.

Les principaux types natifs sont les numériques, les séquences, les dictionnaires, les classes, les instances et les exceptions.

Certaines classes de collection sont muables. Les méthodes qui ajoutent, retirent, ou réorganisent leurs éléments sur place, et qui ne renvoient pas un élément spécifique, ne renvoient jamais l'instance de la collection elle-même, mais `None`.

Certaines opérations sont prises en charge par plusieurs types d'objets ; en particulier, pratiquement tous les objets peuvent être comparés, testés (valeur booléenne), et convertis en une chaîne (avec la fonction *`repr()`* ou la fonction légèrement différente *`str()`*). Cette dernière est implicitement utilisée quand un objet est écrit par la fonction *`print()`*.

4.1 Valeurs booléennes

Tout objet peut être comparé à une valeur booléenne, typiquement dans une condition `if` ou `while` ou comme opérande des opérations booléennes ci-dessous.

Par défaut, tout objet est considéré vrai à moins que sa classe définisse soit une méthode `__bool__()` renvoyant `False` soit une méthode `__len__()` renvoyant zéro lorsqu'elle est appelée avec l'objet.[1] Voici la majorité des objets natifs considérés comme étant faux :

— les constantes définies comme étant fausses : `None` et `False`.
— zéro de tout type numérique : `0`, `0.0`, `0j`, `Decimal(0)`, `Fraction(0, 1)`
— les chaînes et collections vides : `''`, `()`, `[]`, `{}`, `set()`, `range(0)`

Les opérations et fonctions natives dont le résultat est booléen donnent toujours `0` ou `False` pour faux et `1` ou `True` pour vrai, sauf indication contraire. (Exception importante : les opérations booléennes `or` et `and` renvoient toujours l'une de leurs opérandes.)

1. Plus d'informations sur ces méthodes spéciales peuvent être trouvées dans le *Python Reference Manual* (customization).

4.2 Opérations booléennes --- `and`, `or`, `not`

Ce sont les opérations booléennes, classées par priorité ascendante :

Opération	Résultat	Notes
`x or y`	si *x* est faux, alors *y*, sinon *x*	(1)
`x and y`	si *x* est faux, alors *x*, sinon *y*	(2)
`not x`	si *x* est faux, alors `True`, sinon `False`	(3)

Notes :

(1) Ceci est un opérateur court-circuit : il n'évalue le deuxième argument que si le premier est faux.

(2) Ceci est un opérateur court-circuit, il n'évalue le deuxième argument si le premier est vrai.

(3) `not` a une priorité inférieure à celle des opérateurs non-booléens, donc `not a == b` est interprété comme `not (a == b)` et `a == not b` est une erreur de syntaxe.

4.3 Comparaisons

Il y a huit opérations de comparaison en Python. Elles ont toutes la même priorité (qui est supérieure à celle des opérations booléennes). Les comparaisons peuvent être enchaînées arbitrairement ; par exemple, `x < y <= z` est équivalent à `x < y and y <= z`, sauf que *y* n'est évalué qu'une seule fois (mais dans les deux cas *z* n'est pas évalué du tout quand `x < y` est faux).

Ce tableau résume les opérations de comparaison :

Opération	Signification
`<`	strictement inférieur
`<=`	inférieur ou égal
`>`	strictement supérieur
`>=`	supérieur ou égal
`==`	égal
`!=`	différent
`is`	identité d'objet
`is not`	contraire de l'identité d'objet

Les objets de différents types, à l'exception de différents types numériques, ne peuvent en aucun cas être égaux. En outre, certains types (par exemple, les objets fonction) ne gèrent qu'une une notion dégénérée de la comparaison où deux objets de ce type sont inégaux. Les opérateurs <, <=, > et >= lèvent une exception *`TypeError`* lorsqu'on compare un nombre complexe avec un autre type natif numérique, lorsque les objets sont de différents types qui ne peuvent pas être comparés, ou dans d'autres cas où il n'y a pas d'ordre défini.

Des instances différentes d'une classe sont normalement considérées différentes à moins que la classe ne définisse la méthode `__eq__()`.

Les instances d'une classe ne peuvent pas être ordonnées par rapport à d'autres instances de la même classe, ou d'autres types d'objets, à moins que la classe ne définisse suffisamment de méthodes parmi `__lt__()`, `__le__()`, `__gt__()` et `__ge__()` (en général, `__lt__()` et `__eq__()` sont suffisantes, si vous voulez les significations classiques des opérateurs de comparaison).

Le comportement des opérateurs `is` et `is not` ne peut pas être personnalisé ; aussi ils peuvent être appliqués à deux objets quelconques et ne lèvent jamais d'exception.

Deux autres opérations avec la même priorité syntaxique, `in` et `not in`, sont pris en charge par les types *itérables* ou qui implémentent la méthode `__contains__()`.

4.4 Types numériques — int, float, complex

Il existe trois types numériques distincts : *integers* (entiers), *floating point numbers* (nombres flottants) et *complex numbers* (nombres complexes). En outre, les booléens sont un sous-type des entiers. Les entiers ont une précision illimitée. Les nombres à virgule flottante sont généralement implémentés en utilisant des `double` en C ; des informations sur la précision et la représentation interne des nombres à virgule flottante pour la machine sur laquelle le programme est en cours d'exécution est disponible dans *sys.float_info*. Les nombres complexes ont une partie réelle et une partie imaginaire, qui sont chacune des nombres à virgule flottante. Pour extraire ces parties d'un nombre complexe *z*, utilisez `z.real` et `z.imag`. (La bibliothèque standard comprend d'autres types numériques, *fractions* qui stocke des rationnels et *decimal* qui stocke les nombres à virgule flottante avec une précision définissable par l'utilisateur.)

Les nombres sont créés par des littéraux numériques ou sont le résultat de fonctions natives ou d'opérateurs. Les entiers littéraux basiques (y compris leur forme hexadécimale, octale et binaire) donnent des entiers. Les nombres littéraux contenant un point décimal ou un exposant donnent des nombres à virgule flottante. Suffixer `'j'` ou `'J'` à un nombre littéral donne un nombre imaginaire (un nombre complexe avec une partie réelle nulle) que vous pouvez ajouter à un nombre entier ou un à virgule flottante pour obtenir un nombre complexe avec une partie réelle et une partie imaginaire.

Python fully supports mixed arithmetic : when a binary arithmetic operator has operands of different numeric types, the operand with the "narrower" type is widened to that of the other, where integer is narrower than floating point, which is narrower than complex. A comparison between numbers of different types behaves as though the exact values of those numbers were being compared. [2]

The constructors *int()*, *float()*, and *complex()* can be used to produce numbers of a specific type.

All numeric types (except complex) support the following operations (for priorities of the operations, see operator-summary) :

Opération	Résultat	Notes	Documentation complète
`x + y`	somme de *x* et *y*		
`x - y`	différence de *x* et *y*		
`x * y`	produit de *x* et *y*		
`x / y`	quotient de *x* et *y*		
`x // y`	quotient entier de *x* et *y*	(1)	
`x % y`	reste de `x / y`	(2)	
`-x`	négatif de *x*		
`+x`	*x* inchangé		
`abs(x)`	valeur absolue de *x*		*abs()*
`int(x)`	*x* converti en nombre entier	(3)(6)	*int()*
`float(x)`	*x* converti en nombre à virgule flottante	(4)(6)	*float()*
`complex(re, im)`	un nombre complexe avec *re* pour partie réelle et *im* pour partie imaginaire. *im* vaut zéro par défaut.	(6)	*complex()*
`c.conjugate()`	conjugué du nombre complexe *c*		
`divmod(x, y)`	la paire `(x // y, x % y)`	(2)	*divmod()*
`pow(x, y)`	*x* à la puissance *y*	(5)	*pow()*
`x ** y`	*x* à la puissance *y*	(5)	

Notes :

(1) Également appelé division entière. La valeur résultante est un nombre entier, bien que le type du résultat ne soit pas nécessairement *int*. Le résultat est toujours arrondi vers moins l'infini : `1//2` vaut `0`, `(-1)//2` vaut `-1`, `1//(-2)` vaut `-1`, et `(-1)//(-2)` vaut `0`.

(2) Pas pour les nombres complexes. Convertissez-les plutôt en nombres flottants à l'aide de *abs()* si c'est approprié.

2. Par conséquent, la liste `[1, 2]` est considérée égale à `[1.0, 2.0]`. Idem avec des tuples.

(3) La conversion de virgule flottante en entier peut arrondir ou tronquer comme en C ; voir les fonctions *math.floor()* et *math.ceil()* pour des conversions bien définies.

(4) *float* accepte aussi les chaînes *nan* et *inf* avec un préfixe optionnel + ou − pour *Not a Number* (*NaN*) et les infinis positif ou négatif.

(5) Python définit `pow(0, 0)` et `0 ** 0` valant `1`, puisque c'est courant pour les langages de programmation, et logique.

(6) Les littéraux numériques acceptés comprennent les chiffres `0` à `9` ou tout équivalent Unicode (caractères avec la propriété `Nd`).
Voir http://www.unicode.org/Public/10.0.0/ucd/extracted/DerivedNumericType.txt pour une liste complète des caractères avec la propriété `Nd`.

Tous types *numbers.Real* (*int* et *float*) comprennent également les opérations suivantes :

Opération	Résultat
math.trunc(x)	*x* tronqué à l'*Integral*
round(x[, n])	*x* arrondi à *n* chiffres, arrondissant la moitié au pair. Si *n* est omis, la valeur par défaut à 0.
math.floor(x)	le plus grand *Integral* <= *x*
math.ceil(x)	le plus petit *Integral* >= *x*

Pour d'autres opérations numériques voir les modules *math* et *cmath*.

4.4.1 Opérations sur les bits des nombres entiers

Les opérations bit à bit n'ont de sens que pour les entiers relatifs. Le résultat d'une opération bit à bit est calculé comme si elle était effectuée en complément à deux avec un nombre infini de bits de signe.

Les priorités de toutes les opération à deux opérandes sur des bits sont inférieures aux opérations numériques et plus élevées que les comparaisons ; l'opération unaire ~ a la même priorité que les autres opérations numériques unaires (+ et −).

Ce tableau répertorie les opérations binaires triées par priorité ascendante :

Opération	Résultat	Notes
`x | y`	*ou <or>* binaire de *x* et *y*	(4)
`x ^ y`	*ou <or>* exclusive binaire de *x* et *y*	(4)
`x & y`	*et binaire <and>* de *x* et *y*	(4)
`x << n`	*x* décalé vers la gauche de *n* bits	(1)(2)
`x >> n`	*x* décalé vers la droite de *n* bits	(1)(3)
`~x`	les bits de *x*, inversés	

Notes :

(1) Des valeurs de décalage négatives sont illégales et provoquent une exception *ValueError*.

(2) A left shift by *n* bits is equivalent to multiplication by `pow(2, n)`.

(3) A right shift by *n* bits is equivalent to floor division by `pow(2, n)`.

(4) Effectuer ces calculs avec au moins un bit d'extension de signe supplémentaire dans une représentation finie du complément à deux éléments (une largeur de bit fonctionnelle de `1 + max(x.bit_length(), y.bit_length()` ou plus) est suffisante pour obtenir le même résultat que s'il y avait un nombre infini de bits de signe.

4.4.2 Méthodes supplémentaires sur les entiers

Le type *int* implémente la *classe de base abstraite* `numbers.Integral`. Il fournit aussi quelques autres méthodes :

`int.`**`bit_length`**`()`
Renvoie le nombre de bits nécessaires pour représenter un nombre entier en binaire, à l'exclusion du signe et des zéros non significatifs :

```
>>> n = -37
>>> bin(n)
'-0b100101'
>>> n.bit_length()
6
```

Plus précisément, si `x` est différent de zéro, `x.bit_length()` est le nombre entier positif unique, `k` tel que `2**(k-1) <= abs(x) < 2**k`. Équivalemment, quand `abs(x)` est assez petit pour avoir un logarithme correctement arrondi, `k = 1 + int(log(abs(x), 2))`. Si `x` est nul, alors `x.bit_length()` donne `0`.
Équivalent à :

```
def bit_length(self):
    s = bin(self)       # binary representation:  bin(-37) --> '-0b100101'
    s = s.lstrip('-0b') # remove leading zeros and minus sign
    return len(s)       # len('100101') --> 6
```

Nouveau dans la version 3.1.

`int.`**`to_bytes`**(*length*, *byteorder*, *, *signed=False*)
Renvoie un tableau d'octets représentant un nombre entier.

```
>>> (1024).to_bytes(2, byteorder='big')
b'\x04\x00'
>>> (1024).to_bytes(10, byteorder='big')
b'\x00\x00\x00\x00\x00\x00\x00\x00\x04\x00'
>>> (-1024).to_bytes(10, byteorder='big', signed=True)
b'\xff\xff\xff\xff\xff\xff\xff\xff\xfc\x00'
>>> x = 1000
>>> x.to_bytes((x.bit_length() + 7) // 8, byteorder='little')
b'\xe8\x03'
```

L'entier est représenté par *length* octets. Une exception `OverflowError` est levée s'il n'est pas possible de représenter l'entier avec le nombre d'octets donnés.
L'argument *byteorder* détermine l'ordre des octets utilisé pour représenter le nombre entier. Si *byteorder* est `"big"`, l'octet le plus significatif est au début du tableau d'octets. Si *byteorder* est `"little"`, l'octet le plus significatif est à la fin du tableau d'octets. Pour demander l'ordre natif des octets du système hôte, donnez `sys.byteorder` comme *byteorder*.
L'argument *signed* détermine si le complément à deux est utilisé pour représenter le nombre entier. Si *signed* est `False` et qu'un entier négatif est donné, une exception `OverflowError` est levée. La valeur par défaut pour *signed* est `False`.
Nouveau dans la version 3.2.

`classmethod` `int.`**`from_bytes`**(*bytes*, *byteorder*, *, *signed=False*)
Donne le nombre entier représenté par le tableau d'octets fourni.

```
>>> int.from_bytes(b'\x00\x10', byteorder='big')
16
>>> int.from_bytes(b'\x00\x10', byteorder='little')
4096
>>> int.from_bytes(b'\xfc\x00', byteorder='big', signed=True)
-1024
>>> int.from_bytes(b'\xfc\x00', byteorder='big', signed=False)
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
64512
>>> int.from_bytes([255, 0, 0], byteorder='big')
16711680
```

L'argument *bytes* doit être soit un *bytes-like object* soit un itérable produisant des *bytes*.

L'argument *byteorder* détermine l'ordre des octets utilisé pour représenter le nombre entier. Si *byteorder* est `"big"`, l'octet le plus significatif est au début du tableau d'octets. Si *byteorder* est `"little"`, l'octet le plus significatif est à la fin du tableau d'octets. Pour demander l'ordre natif des octets du système hôte, donnez `sys.byteorder` comme *byteorder*.

L'argument *signed* indique si le complément à deux est utilisé pour représenter le nombre entier.

Nouveau dans la version 3.2.

4.4.3 Méthodes supplémentaires sur les nombres à virgule flottante

Le type *float* implémente la *classe de base abstraite* `numbers.Real` et a également les méthodes suivantes.

`float.`**`as_integer_ratio`**`()`
: Renvoie une paire de nombres entiers dont le rapport est exactement égal au nombre d'origine et avec un dénominateur positif. Lève `OverflowError` avec un infini et `ValueError` avec un NaN.

`float.`**`is_integer`**`()`
: Donne `True` si l'instance de *float* est finie avec une valeur entière, et `False` autrement :

```
>>> (-2.0).is_integer()
True
>>> (3.2).is_integer()
False
```

Deux méthodes prennent en charge la conversion vers et à partir de chaînes hexadécimales. Étant donné que les *float* de Python sont stockés en interne sous forme de nombres binaires, la conversion d'un *float* depuis ou vers une chaine décimale implique généralement une petite erreur d'arrondi. En revanche, les chaînes hexadécimales permettent de représenter exactement les nombres à virgule flottante. Cela peut être utile lors du débogage, et dans un travail numérique.

`float.`**`hex`**`()`
: Donne une représentation d'un nombre à virgule flottante sous forme de chaîne hexadécimale. Pour les nombres à virgule flottante finis, cette représentation comprendra toujours un préfixe `0x`, un suffixe `p`, et un exposant.

`classmethod` `float.`**`fromhex`**`(`*s*`)`
: Méthode de classe pour obtenir le *float* représenté par une chaîne de caractères hexadécimale *s*. La chaîne *s* peut contenir des espaces avant et après le chiffre.

Notez que `float.hex()` est une méthode d'instance, alors que `float.fromhex()` est une méthode de classe.

Une chaîne hexadécimale prend la forme :

```
[sign] ['0x'] integer ['.' fraction] ['p' exponent]
```

où `sign` peut être soit `+` soit `-`, `integer` et `fraction` sont des chaînes de chiffres hexadécimales, et `exponent` est un entier décimal facultativement signé. La casse n'est pas significative, et il doit y avoir au moins un chiffre hexadécimal soit dans le nombre entier soit dans la fraction. Cette syntaxe est similaire à la syntaxe spécifiée dans la section 6.4.4.2 de la norme C99, et est aussi la syntaxe utilisée à partir de Java 1.5. En particulier, la sortie de `float.hex()` est utilisable comme valeur hexadécimale à virgule flottante littérale en C ou Java, et des chaînes hexadécimales produites en C via un format `%a` ou Java via `Double.toHexString` sont acceptées par `float.fromhex()`.

Notez que l'exposant est écrit en décimal plutôt qu'en hexadécimal, et qu'il donne la puissance de 2 par lequel multiplier le coefficient. Par exemple, la chaîne hexadécimale `0x3.a7p10` représente le nombre à virgule flottante `(3 + 10./16 + 7./16**2) *2.0**10`, ou `3740.0` :

```
>>> float.fromhex('0x3.a7p10')
3740.0
```

L'application de la conversion inverse à `3740.0` donne une chaîne hexadécimale différente représentant le même nombre :

```
>>> float.hex(3740.0)
'0x1.d380000000000p+11'
```

4.4.4 Hachage des types numériques

Pour deux nombres égaux `x` et `y` (`x == y`), pouvant être de différents types, il est une requis que `hash(x) == hash(y)` (voir la documentation de `__hash__()`). Pour faciliter la mise en œuvre et l'efficacité à travers une variété de types numériques (y compris *int*, *float*, *decimal.Decimal* et *fractions.Fraction*) le hachage en Python pour les types numérique est basé sur une fonction mathématique unique qui est définie pour tout nombre rationnel, et donc s'applique à toutes les instances de *int* et *fractions.Fraction*, et toutes les instances finies de *float* et *decimal.Decimal*. Essentiellement, cette fonction est donnée par la réduction modulo `P` pour un nombre `P` premier fixe. La valeur de `P` est disponible comme attribut `modulus` de *sys.hash_info*.

CPython implementation detail : Actuellement, le premier utilisé est `P = 2 ** 31 - 1` sur des machines dont les *longs* en C sont de 32 bits `P = 2 ** 61 - 1` sur des machines dont les *longs* en C font 64 bits.

Voici les règles en détail :

- Si `x = m / n` est un nombre rationnel non négatif et `n` n'est pas divisible par `P`, définir `hash(x)` comme `m * invmod(n, P) % P`, où `invmod(n, P)` donne l'inverse de `n` modulo `P`.
- Si `x = m / n` est un nombre rationnel non négatif et `n` est divisible par `P` (mais `m` ne l'est pas), alors `n` n'a pas de modulo inverse `P` et la règle ci-dessus n'est pas applicable ; dans ce cas définir `hash(x)` comme étant la valeur de la constante `sys.hash_info.inf`.
- Si `x = m / n` est un nombre rationnel négatif définir `hash(x)` comme `-hash(-x)`. Si le résultat est `-1`, le remplacer par `-2`.
- Les valeurs particulières `sys.hash_info.inf`, `-sys.hash_info.inf` et `sys.hash_info.nan` sont utilisées comme valeurs de hachage pour l'infini positif, l'infini négatif, ou *nans* (respectivement). (Tous les *nans* hachables ont la même valeur de hachage.)
- Pour un nombre *complexe* `z`, les valeurs de hachage des parties réelles et imaginaires sont combinées en calculant `hash(z.real) + sys.hash_info.imag * hash(z.imag)`, réduit au modulo `2**sys.hash_info.width` de sorte qu'il se trouve dans `range(-2**(sys.hash_info.width - 1), 2**(sys.hash_info.width - 1))`. Encore une fois, si le résultat est `-1`, il est remplacé par `-2`.

Afin de clarifier les règles ci-dessus, voici quelques exemples de code Python, équivalent à la fonction de hachage native, pour calculer le hachage d'un nombre rationnel, d'un *float*, ou d'un *complex* :

```
import sys, math

def hash_fraction(m, n):
    """Compute the hash of a rational number m / n.

    Assumes m and n are integers, with n positive.
    Equivalent to hash(fractions.Fraction(m, n)).

    """
    P = sys.hash_info.modulus
    # Remove common factors of P.  (Unnecessary if m and n already coprime.)
    while m % P == n % P == 0:
        m, n = m // P, n // P

    if n % P == 0:
        hash_value = sys.hash_info.inf
    else:
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
        # Fermat's Little Theorem: pow(n, P-1, P) is 1, so
        # pow(n, P-2, P) gives the inverse of n modulo P.
        hash_value = (abs(m) % P) * pow(n, P - 2, P) % P
    if m < 0:
        hash_value = -hash_value
    if hash_value == -1:
        hash_value = -2
    return hash_value

def hash_float(x):
    """Compute the hash of a float x."""

    if math.isnan(x):
        return sys.hash_info.nan
    elif math.isinf(x):
        return sys.hash_info.inf if x > 0 else -sys.hash_info.inf
    else:
        return hash_fraction(*x.as_integer_ratio())

def hash_complex(z):
    """Compute the hash of a complex number z."""

    hash_value = hash_float(z.real) + sys.hash_info.imag * hash_float(z.imag)
    # do a signed reduction modulo 2**sys.hash_info.width
    M = 2**(sys.hash_info.width - 1)
    hash_value = (hash_value & (M - 1)) - (hash_value & M)
    if hash_value == -1:
        hash_value = -2
    return hash_value
```

4.5 Les types itérateurs

Python supporte un concept d'itération sur les conteneurs. C'est implémenté en utilisant deux méthodes distinctes qui permettent aux classes définies par l'utilisateur de devenir itérables. Les séquences, décrites plus bas en détail, supportent toujours les méthodes d'itération.

Une méthode doit être définie afin que les objets conteneurs supportent l'itération :

`container.__iter__()`
: Donne un objet itérateur. L'objet doit implémenter le protocole d'itération décrit ci-dessous. Si un conteneur prend en charge différents types d'itération, d'autres méthodes peuvent être fournies pour obtenir spécifiquement les itérateurs pour ces types d'itération. (Exemple d'un objet supportant plusieurs formes d'itération : une structure d'arbre pouvant être parcourue en largeur ou en profondeur.) Cette méthode correspond à l'attribut `tp_iter` de la structure du type des objets Python dans l'API Python/C.

Les itérateurs eux-mêmes doivent implémenter les deux méthodes suivantes, qui forment ensemble le *protocole d'itérateur <iterator protocol>* :

`iterator.__iter__()`
: Donne l'objet itérateur lui-même. Cela est nécessaire pour permettre à la fois à des conteneurs et des itérateurs d'être utilisés avec les instructions `for` et `in`. Cette méthode correspond à l'attribut `tp_iter` de la structure des types des objets Python dans l'API Python/C.

`iterator.__next__()`
: Donne l'élément suivant du conteneur. S'il n'y a pas d'autres éléments, une exception *StopIteration* est levée. Cette méthode correspond à l'attribut `PyTypeObject.tp_iternext` de la structure du type des objets Python dans l'API Python/C.

Python définit plusieurs objets itérateurs pour itérer sur les types standards ou spécifiques de séquence, de dictionnaires et d'autres formes plus spécialisées. Les types spécifiques ne sont pas importants au-delà de leur implémentation du

protocole d'itération.

Dès que la méthode `__next__()` lève une exception *`StopIteration`*, elle doit continuer à le faire lors des appels ultérieurs.Implémentations qui ne respectent pas cette propriété sont considérées cassées.

4.5.1 Types générateurs

Les *generator*s offrent un moyen pratique d'implémenter le protocole d'itération. Si la méthode `__iter__()` d'un objet conteneur est implémentée comme un générateur, elle renverra automatiquement un objet *iterator* (techniquement, un objet générateur) fournissant les méthodes `__iter__()` et `__next__()`. Plus d'informations sur les générateurs peuvent être trouvés dans la documentation de l'expression yield.

4.6 Types séquentiels — `list`, `tuple`, `range`

Il existe trois types séquentiels basiques : les *lists*, *tuples* et les *range*. D'autres types séquentiels spécifiques au traitement de *données binaires* et *chaînes de caractères* sont décrits dans des sections dédiées.

4.6.1 Opérations communes sur les séquences

Les opérations dans le tableau ci-dessous sont pris en charge par la plupart des types séquentiels, variables et immuables. La classe de base abstraite *`collections.abc.Sequence`* est fournie pour aider à implémenter correctement ces opérations sur les types séquentiels personnalisés.

Ce tableau répertorie les opérations sur les séquences triées par priorité ascendante. Dans le tableau, *s,* et *t* sont des séquences du même type, *n*, *i*, *j* et *k* sont des nombres entiers et *x* est un objet arbitraire qui répond à toutes les restrictions de type et de valeur imposée par *s*.

Les opérations `in` et `not in` ont les mêmes priorités que les opérations de comparaison. Les opérations + (concaténation) et `*` (répétition) ont la même priorité que les opérations numériques correspondantes. [3]

Opération	Résultat	Notes
`x in s`	`True` si un élément de *s* est égal à *x*, sinon `False`	(1)
`x not in s`	`False` si un élément de *s* est égal à *x*, sinon `True`	(1)
`s + t`	la concaténation de *s* et *t*	(6)(7)
`s * n` or `n * s`	équivalent à ajouter *s* *n* fois à lui même	(2)(7)
`s[i]`	i^e élément de *s* en commençant par 0	(3)
`s[i:j]`	tranche (*slice*) de *s* de *i* à *j*	(3)(4)
`s[i:j:k]`	tranche (*slice*) de *s* de *i* à *j* avec un pas de *k*	(3)(5)
`len(s)`	longueur de *s*	
`min(s)`	plus petit élément de *s*	
`max(s)`	plus grand élément de *s*	
`s.index(x[, i[, j]])`	indice de la première occurrence de *x* dans *s* (à ou après l'indice *i* et avant indice *j*)	(8)
`s.count(x)`	nombre total d'occurrences de *x* dans *s*	

Les séquences du même type supportent également la comparaison. En particulier, les n-uplets et les listes sont comparés lexicographiquement en comparant les éléments correspondants. Cela signifie que pour que deux séquences soit égales, les éléments les constituant doivent être égaux deux à deux et les deux séquences doivent être du même type et de la même longueur. (Pour plus de détails voir comparisons dans la référence du langage.)

Notes :

(1) Bien que les opérations `in` et `not in` ne soient généralement utilisées que pour les tests d'appartenance simple, certaines séquences spécialisées (telles que *`str`*, *`bytes`* et *`bytearray`*) les utilisent aussi pour tester l'existence de sous-séquences :

3. Nécessairement, puisque l'analyseur ne peut pas discerner le type des opérandes.

```
>>> "gg" in "eggs"
True
```

(2) Les valeurs de *n* plus petites que `0` sont traitées comme `0` (ce qui donne une séquence vide du même type que *s*). Notez que les éléments de *s* ne sont pas copiés ; ils sont référencés plusieurs fois. Cela hante souvent de nouveaux développeurs Python, typiquement :

```
>>> lists = [[]] * 3
>>> lists
[[], [], []]
>>> lists[0].append(3)
>>> lists
[[3], [3], [3]]
```

Ce qui est arrivé est que `[[]]` est une liste à un élément contenant une liste vide, de sorte que les trois éléments de `[[]] * 3` sont des références à cette seule liste vide. Modifier l'un des éléments de `lists` modifie cette liste unique. Vous pouvez créer une liste des différentes listes de cette façon :

```
>>> lists = [[] for i in range(3)]
>>> lists[0].append(3)
>>> lists[1].append(5)
>>> lists[2].append(7)
>>> lists
[[3], [5], [7]]
```

De plus amples explications sont disponibles dans la FAQ à la question faq-multidimensional-list.

(3) Si *i* ou *j* sont négatifs, l'indice est relatif à la fin de la séquence *s* : `len(s) + i` ou `len(s) + j` est substitué. Mais notez que `-0` est toujours `0`.

(4) La tranche de *s* de *i* à *j* est définie comme la séquence d'éléments d'indice *k* tels que `i <= k < j`. Si *i* ou *j* est supérieur à `len(s)`, `len(s)` est utilisé. Si *i* est omis ou `None`, `0` est utilisé. Si *j* est omis ou `None`, `len(s)` est utilisé. Si *i* est supérieure ou égale à *j*, la tranche est vide.

(5) La tranche de *s* de *i* à *j* avec un pas de *k* est définie comme la séquence d'éléments d'indice `x = i + n*k` tels que `0 <= n < (j-i)/k`. En d'autres termes, les indices sont `i`, `i+k`, `i+2*k`, `i+3*k` et ainsi de suite, en arrêtant lorsque *j* est atteint (mais jamais inclus). Si *k* est positif, *i* et *j* sont réduits, s'ils sont plus grands, à `len(s)`. Si *k* est négatif, *i* et *j* sont réduits à `len(s) - 1` s'ils sont plus grands. Si *i* ou *j* sont omis ou sont `None`, ils deviennent des valeurs "extrêmes" (où l'ordre dépend du signe de *k*). Remarquez, *k* ne peut pas valoir zéro. Si *k* est `None`, il est traité comme `1`.

(6) Concaténer des séquences immuables donne toujours un nouvel objet. Cela signifie que la construction d'une séquence par concaténations répétées aura une durée d'exécution quadratique par rapport à la longueur de la séquence totale. Pour obtenir un temps d'exécution linéaire, vous devez utiliser l'une des alternatives suivantes :

- si vous concaténez des *str*, vous pouvez construire une liste puis utiliser *str.join()* à la fin, ou bien écrire dans une instance de *io.StringIO* et récupérer sa valeur lorsque vous avez terminé
- si vous concaténez des *bytes*, vous pouvez aussi utiliser *bytes.join()* ou *io.BytesIO*, ou vous pouvez faire les concaténation sur place avec un objet *bytearray*. Les objets *bytearray* sont muables et ont un mécanisme de sur-allocation efficace
- si vous concaténez des *tuple*, utilisez plutôt *extend* sur une *list*
- pour d'autres types, cherchez dans la documentation de la classe concernée

(7) Certains types séquentiels (tels que *range*) ne supportent que des séquences qui suivent des modèles spécifiques, et donc ne prennent pas en charge la concaténation ou la répétition.

(8) `index` lève une exception *ValueError* quand *x* ne se trouve pas dans *s*. Toutes les implémentations ne gèrent pas les deux paramètres supplémentaires *i* et *j*. Ces deux arguments permettent de chercher efficacement dans une sous-séquence de la séquence. Donner ces arguments est plus ou moins équivalent à `s[i:j].index(x)`, sans copier les données ; l'indice renvoyé alors relatif au début de la séquence plutôt qu'au début de la tranche.

4.6.2 Types de séquences immuables

La seule opération que les types de séquences immuables implémentent qui n'est pas implémentée par les types de séquences muables est le support de la fonction native *hash()*.

Cette implémentation permet d'utiliser des séquences immuables, comme les instances de *tuple*, en tant que clés de *dict* et stockées dans les instances de *set* et *frozenset*.

Essayer de hacher une séquence immuable qui contient des valeurs non-hachables lèvera une *TypeError*.

4.6.3 Types de séquences muables

Les opérations dans le tableau ci-dessous sont définies sur les types de séquences muables. La classe de base abstraite *collections.abc.MutableSequence* est prévue pour faciliter l'implémentation correcte de ces opérations sur les types de séquence personnalisées.

Dans le tableau *s* est une instance d'un type de séquence muable, *t* est un objet itérable et *x* est un objet arbitraire qui répond à toutes les restrictions de type et de valeur imposées par *s* (par exemple, *bytearray* accepte uniquement des nombres entiers qui répondent à la restriction de la valeur `0 <= x <= 255`).

Opération	Résultat	Notes
`s[i] = x`	élément *i* de *s* est remplacé par *x*	
`s[i:j] = t`	tranche de *s* de *i* à *j* est remplacée par le contenu de l'itérable *t*	
`del s[i:j]`	identique à `s[i:j] = []`	
`s[i:j:k] = t`	les éléments de `s[i:j:k]` sont remplacés par ceux de *t*	(1)
`del s[i:j:k]`	supprime les éléments de `s[i:j:k]` de la liste	
`s.append(x)`	ajoute *x* à la fin de la séquence (identique à `s[len(s):len(s)] = [x]`)	
`s.clear()`	supprime tous les éléments de *s* (identique à `del s[:]`)	(5)
`s.copy()`	crée une copie superficielle de *s* (identique à `s[:]`)	(5)
`s.extend(t)` or `s += t`	étend *s* avec le contenu de *t* (proche de `s[len(s):len(s)] = t`)	
`s *= n`	met à jour *s* avec son contenu répété *n* fois	(6)
`s.insert(i, x)`	insère *x* dans *s* à l'index donné par *i* (identique à `s[i:i] = [x]`)	
`s.pop([i])`	récupère l'élément à *i* et le supprime de *s*	(2)
`s.remove(x)`	supprime le premier élément de *s* pour lequel `s[i]` est égal à *x*	(3)
`s.reverse()`	inverse sur place les éléments de *s*	(4)

Notes :

(1) *t* doit avoir la même longueur que la tranche qu'il remplace.

(2) L'argument optionnel *i* vaut `-1` par défaut, afin que, par défaut, le dernier élément soit retiré et renvoyé.

(3) `remove` lève une exception *ValueError* si *x* ne se trouve pas dans *s*.

(4) La méthode `reverse()` modifie les séquence sur place pour économiser de l'espace lors du traitement de grandes séquences. Pour rappeler aux utilisateurs qu'elle a un effet de bord, elle ne renvoie pas la séquence inversée.

(5) `clear()` et `copy()` sont incluses pour la compatibilité avec les interfaces des conteneurs muables qui ne supportent pas les opérations de découpage (comme *dict* et *set*)

Nouveau dans la version 3.3 : méthodes `clear()` et `copy()`.

(6) La valeur *n* est un entier, ou un objet implémentant `__index__()`. Zéro et les valeurs négatives de *n* permettent d'effacer la séquence. Les éléments dans la séquence ne sont pas copiés ; ils sont référencés plusieurs fois, comme expliqué pour `s * n` dans *Opérations communes sur les séquences*.

4.6.4 Listes

Les listes sont des séquences muables, généralement utilisées pour stocker des collections d'éléments homogènes (où le degré de similitude variera selon l'usage).

class list([*iterable*])

Les listes peuvent être construites de différentes manières :

— En utilisant une paire de crochets pour indiquer une liste vide : `[]`

— Au moyen de crochets, séparant les éléments par des virgules : `[a]`, `[a, b, c]`

— En utilisant une liste en compréhension : `[x for x in iterable]`

— En utilisant le constructeur du type : `list()` ou `list(iterable)`

Le constructeur crée une liste dont les éléments sont les mêmes et dans le même ordre que les éléments d'*iterable*. *iterable* peut être soit une séquence, un conteneur qui supporte l'itération, soit un itérateur. Si *iterable* est déjà une liste, une copie est faite et renvoyée, comme avec `iterable[:]`. Par exemple, `list('abc')` renvoie `['a', 'b', 'c']` et `list( (1, 2, 3) )` renvoie `[1, 2, 3]`. Si aucun argument est donné, le constructeur crée une nouvelle liste vide, `[]`.

De nombreuses autres opérations produisent des listes, tel que la fonction native *sorted()*.

Les listes supportent toutes les opérations des séquences *communes* et *muables*. Les listes fournissent également la méthode supplémentaire suivante :

sort(*, *key=None*, *reverse=False*)

Cette méthode trie la liste sur place, en utilisant uniquement des comparaisons < entre les éléments. Les exceptions ne sont pas supprimées si n'importe quelle opération de comparaison échoue, le tri échouera (et la liste sera probablement laissée dans un état partiellement modifié).

sort() accepte deux arguments qui ne peuvent être fournis que par mot-clé (*keyword-only arguments*) :

key spécifie une fonction d'un argument utilisée pour extraire une clé de comparaison de chaque élément de la liste (par exemple, `key=str.lower`). La clé correspondant à chaque élément de la liste n'est calculée qu'une seule fois, puis utilisée durant tout le processus. La valeur par défaut, `None`, signifie que les éléments sont triés directement sans en calculer une valeur "clé" séparée.

La fonction utilitaire *functools.cmp_to_key()* est disponible pour convertir une fonction *cmp* du style 2.x à une fonction *key*.

reverse, une valeur booléenne. Si elle est `True`, la liste d'éléments est triée comme si toutes les comparaisons étaient inversées.

Cette méthode modifie la séquence sur place pour économiser de l'espace lors du tri de grandes séquences. Pour rappeler aux utilisateurs cet effet de bord, elle ne renvoie pas la séquence triée (utilisez *sorted()* pour demander explicitement une nouvelle instance de liste triée).

La méthode *sort()* est garantie stable. Un tri est stable s'il garantit de ne pas changer l'ordre relatif des éléments égaux --- cela est utile pour trier en plusieurs passes (par exemple, trier par département, puis par niveau de salaire).

CPython implementation detail : L'effet de tenter de modifier, ou même inspecter la liste pendant qu'elle se fait trier est indéfini. L'implémentation C de Python fait apparaître la liste comme vide pour la durée du traitement, et lève *ValueError* si elle détecte que la liste a été modifiée au cours du tri.

4.6.5 Tuples

Les tuples (*n-uplets* en français) sont des séquences immuables, généralement utilisées pour stocker des collections de données hétérogènes (tels que les tuples de deux éléments produits par la fonction native *enumerate()*). Les tuples sont également utilisés dans des cas où une séquence homogène et immuable de données est nécessaire (pour, par exemple, les stocker dans un *set* ou un *dict*).

class tuple([*iterable*])

Les tuples peuvent être construits de différentes façons :

— En utilisant une paire de parenthèses pour désigner le tuple vide : `()`

— En utilisant une virgule, pour créer un tuple d'un élément : `a,` ou `(a,)`

— En séparant les éléments avec des virgules : `a, b, c` ou `(a, b, c)`

— En utilisant la fonction native *tuple()* : `tuple()` ou `tuple(iterable)`

Le constructeur construit un tuple dont les éléments sont les mêmes et dans le même ordre que les éléments de *iterable*. *iterable* peut être soit une séquence, un conteneur qui supporte l'itération, soit un itérateur. Si

iterable est déjà un tuple, il est renvoyé inchangé. Par exemple, `tuple('abc')` renvoie `('a', 'b', 'c')` et `tuple( [1, 2, 3] )` renvoie `(1, 2, 3)`. Si aucun argument est donné, le constructeur crée un nouveau tuple vide, `()`.

Notez que c'est en fait la virgule qui fait un tuple et non les parenthèses. Les parenthèses sont facultatives, sauf dans le cas du tuple vide, ou lorsqu'elles sont nécessaires pour éviter l'ambiguïté syntaxique. Par exemple, `f(a, b, c)` est un appel de fonction avec trois arguments, alors que `f((a, b, c))` est un appel de fonction avec un tuple de trois éléments comme unique argument.

Les tuples implémentent toutes les opérations *communes* des séquences.

Pour les collections hétérogènes de données où l'accès par nom est plus clair que l'accès par index, *`collections.namedtuple()`* peut être un choix plus approprié qu'un simple tuple.

4.6.6 *Ranges*

Le type *`range`* représente une séquence immuable de nombres et est couramment utilisé pour itérer un certain nombre de fois dans les boucles `for`.

class range(*stop*)
class range(*start*, *stop*[, *step*])

Les arguments du constructeur de *range* doivent être des entiers (des *`int`* ou tout autre objet qui implémente la méthode spéciale `__index__`). La valeur par défaut de l'argument *step* est `1`. La valeur par défaut de l'argument *start* est `0`. Si *step* est égal à zéro, une exception *`ValueError`* est levée.

Pour un *step* positif, le contenu d'un *range* `r` est déterminé par la formule `r[i] = start + step*i` où `i >= 0` et `r[i] < stop`.

Pour un *step* négatif, le contenu du *range* est toujours déterminé par la formule `r[i] = start + step*i`, mais les contraintes sont `i >= 0` et `r[i] > stop`.

Un objet *range* sera vide si `r[0]` ne répond pas à la contrainte de valeur. Les *range* prennent en charge les indices négatifs, mais ceux-ci sont interprétées comme une indexation de la fin de la séquence déterminée par les indices positifs.

Les *range* contenant des valeurs absolues plus grandes que *`sys.maxsize`* sont permises, mais certaines fonctionnalités (comme *`len()`*) peuvent lever *`OverflowError`*.

Exemples avec *range* :

```
>>> list(range(10))
[0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9]
>>> list(range(1, 11))
[1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10]
>>> list(range(0, 30, 5))
[0, 5, 10, 15, 20, 25]
>>> list(range(0, 10, 3))
[0, 3, 6, 9]
>>> list(range(0, -10, -1))
[0, -1, -2, -3, -4, -5, -6, -7, -8, -9]
>>> list(range(0))
[]
>>> list(range(1, 0))
[]
```

range implémente toutes les opérations *communes* des séquences sauf la concaténation et la répétition (en raison du fait que les *range* ne peuvent représenter que des séquences qui respectent un motif strict et que la répétition et la concaténation les feraient dévier de ce motif).

start
La valeur du paramètre *start* (ou `0` si le paramètre n'a pas été fourni)

stop
La valeur du paramètre *stop*

step
La valeur du paramètre *step* (ou `1` si le paramètre n'a pas été fourni)

L'avantage du type *range* sur une *list* classique ou *tuple* est qu'un objet *range* prendra toujours la même (petite) quantité de mémoire, peu importe la taille de la gamme qu'elle représente (car elle ne stocke que les valeurs `start`, `stop` et `step` , le calcul des éléments individuels et les sous-intervalles au besoin).

Les *range* implémentent la classe de base abstraite *collections.abc.Sequence* et offrent des fonctionnalités telles que les tests d'appartenance (avec *in*), de recherche par index, le tranchage et ils gèrent les indices négatifs (voir *Types séquentiels — list, tuple, range*) :

```
>>> r = range(0, 20, 2)
>>> r
range(0, 20, 2)
>>> 11 in r
False
>>> 10 in r
True
>>> r.index(10)
5
>>> r[5]
10
>>> r[:5]
range(0, 10, 2)
>>> r[-1]
18
```

Comparer des *range* avec == et != les compare comme des séquences. Soit deux objets *range* sont considérées comme égaux si ils représentent la même séquence de valeurs. (Notez que deux objets *range* dits égaux pourraient avoir leurs attributs *start*, *stop* et *step* différents, par exemple `range(0) == range(2, 1, 3)` ou `range(0, 3, 2) == range(0, 4, 2)`.)

Modifié dans la version 3.2 : Implémente la classe de base abstraite *Sequence*. Supporte le *slicing* et les indices négatifs. Tester l'appartenance d'un *int* en temps constant au lieu d'itérer tous les éléments.

Modifié dans la version 3.3 : == et != comparent des *range* en fonction de la séquence de valeurs qu'ils définissent (au lieu d'une comparaison fondée sur l'identité de l'objet).

Nouveau dans la version 3.3 : Les attributs *start*, *stop* et *step*.

Voir aussi :

— La recette linspace montre comment implémenter une version paresseuse de *range* adaptée aux nombres à virgule flottante.

4.7 Type Séquence de Texte — `str`

Les données textuelles en Python est manipulé avec des objets *str* ou *strings*. Les chaînes sont des *séquences* immuables de points de code Unicode. Les chaînes littérales peuvent être écrites de différentes manières :

— Les guillemets simples : `'autorisent les "guillemets"'`
— Les guillemets : `"autorisent les guillemets 'simples'"`.
— Guillemets triples : `'''Trois guillemets simples'''`, `"""Trois guillemets"""`

Les chaînes entre triple guillemets peuvent couvrir plusieurs lignes, tous les espaces associés seront inclus dans la chaîne littérale.

Les chaînes littérales qui font partie d'une seule expression et ont seulement des espaces entre elles sont implicitement converties en une seule chaîne littérale. Autrement dit, `("spam " "eggs") == "spam eggs"`.

Voir strings pour plus d'informations sur les différentes formes de chaînes littérales, y compris des séquences d'échappement prises en charge, et le préfixe `r` (*raw* (brut)) qui désactive la plupart des traitements de séquence d'échappement.

Les chaînes peuvent également être créés à partir d'autres objets à l'aide du constructeur *str*.

Comme il n'y a pas de type "caractère" distinct, l'indexation d'une chaîne produit des chaînes de longueur 1. Autrement dit, pour une chaîne non vide *s*, `s[0] == s[0:1]`.

Il n'y a aucun type de chaîne muable, mais `str.join()` ou `io.StringIO` peuvent être utilisées pour construire efficacement des chaînes à partir de plusieurs fragments.

Modifié dans la version 3.3 : Pour une compatibilité ascendante avec la série Python 2, le préfixe `u` est à nouveau autorisé sur les chaînes littérales. Elle n'a aucun effet sur le sens des chaînes littérales et ne peut être combiné avec le préfixe `r`.

class str(*object=''*)
class str(*object=b''*, *encoding='utf-8'*, *errors='strict'*)

Renvoie une représentation *string* de *object*. Si *object* n'est pas fourni, renvoie une chaîne vide. Sinon, le comportement de `str()` dépend de si *encoding* ou *errors* sont donnés, voir l'exemple.

Si ni *encoding* ni *errors* ne sont donnés, `str(object)` renvoie `object.__str__()`, qui est la représentation de chaîne "informelle" ou bien affichable de *object*. Pour les chaînes, c'est la chaîne elle-même. Si *object* n'a pas de méthode `__str__()`, `str()` utilise `repr(object)`.

Si au moins un des deux arguments *encoding* ou *errors* est donné, *object* doit être un *bytes-like object* (par exemple `bytes` ou `bytearray`). Dans ce cas, si *object* est un objet `bytes` (ou `bytearray`), alors `str(bytes, encoding, errors)` est équivalent à `bytes.decode(encoding, errors)`. Sinon, l'objet *bytes* du *buffer* est obtenu avant d'appeler `bytes.decode()`. Voir *Séquences Binaires --- bytes, bytearray, memoryview* et bufferobjects pour plus d'informations sur les *buffers*.

Donner un objet `bytes` à `str()` sans ni l'argument *encoding* ni l'argument *errors* relève du premier cas, où la représentation informelle de la chaîne est renvoyé (voir aussi l'option `-b` de Python). Par exemple :

```
>>> str(b'Zoot!')
"b'Zoot!'"
```

Pour plus d'informations sur la classe `str` et ses méthodes, voir les sections *Type Séquence de Texte — str* et *Méthodes de chaînes de caractères*. Pour formater des chaînes de caractères, voir les sections f-strings et *Syntaxe de formatage de chaîne*. La section *Services de Manipulation de Texte* contient aussi des informations.

4.7.1 Méthodes de chaînes de caractères

Les chaînes implémentent toutes les opérations *communes des séquences*, ainsi que les autres méthodes décrites ci-dessous.

Les chaînes gèrent aussi deux styles de mise en forme, l'un fournissant une grande flexibilité et de personnalisation (voir `str.format()`, *Syntaxe de formatage de chaîne* et *Formatage personnalisé de chaîne*) et l'autre basée sur `printf` du C qui gère une gamme plus étroite des types et est légèrement plus difficile à utiliser correctement, mais il est souvent plus rapide pour les cas, il peut gérer (*Formatage de chaines à la printf*).

La section *Services de Manipulation de Texte* de la bibliothèque standard couvre un certain nombre d'autres modules qui fournissent différents services relatifs au texte (y compris les expressions régulières dans le module `re`).

`str.`**capitalize**()

Renvoie une copie de la chaîne avec son premier caractère en majuscule et le reste en minuscule.

`str.`**casefold**()

Renvoie une copie *casefolded* de la chaîne. Les chaînes *casefolded* peuvent être utilisées dans des comparaison insensibles à la casse.

Le *casefolding* est une technique agressive de mise en minuscule, car il vise à éliminer toutes les distinctions de casse dans une chaîne. Par exemple, la lettre minuscule `'ß'` de l'allemand équivaut à `"ss"`. Comme il est déjà minuscule, `lower()` ferait rien à `'ß'` ; `casefold()` le convertit en `"ss"`.

L'algorithme de *casefolding* est décrit dans la section 3.13 de la norme Unicode.

Nouveau dans la version 3.3.

`str.`**center**(*width*[, *fillchar*])

Donne la chaîne au centre d'une chaîne de longueur *width*. Le remplissage est fait en utilisant l'argument *fillchar* (qui par défaut est un espace ASCII). La chaîne d'origine est renvoyée si *width* est inférieur ou égale à `len(s)`.

`str.`**count**(*sub*[, *start*[, *end*]])

Donne le nombre d'occurrences de *sub* ne se chevauchant pas dans le *range* [*start*, *end*]. Les arguments facultatifs *start* et *end* sont interprétés comme pour des *slices*.

str.**encode**(*encoding="utf-8"*, *errors="strict"*)
Donne une version encodée de la chaîne sous la forme d'un objet *bytes*. L'encodage par défaut est `'utf-8'`. *errors* peut être donné pour choisir un autre système de gestion d'erreur. La valeur par défaut pour *errors* est `'strict'`, ce qui signifie que les erreurs d'encodage lèvent une *UnicodeError*. Les autres valeurs possibles sont `'ignore'`, `'replace'`, `'xmlcharrefreplace'`, `'backslashreplace'` et tout autre nom enregistré *via* *codecs.register_error()*, voir la section *Gestionnaires d'erreurs*. Pour une liste des encodages possibles, voir la section *Standard Encodings*.

Modifié dans la version 3.1 : Gestion des arguments par mot clef.

str.**endswith**(*suffix*[, *start*[, *end*]])
Donne `True` si la chaîne se termine par *suffix*, sinon `False`. *suffix* peut aussi être un tuple de suffixes à rechercher. Si l'argument optionnel *start* est donné, le test se fait à partir de cette position. Si l'argument optionnel *end* est fourni, la comparaison s'arrête à cette position.

str.**expandtabs**(*tabsize=8*)
Donne une copie de la chaîne où toutes les tabulations sont remplacées par un ou plusieurs espaces, en fonction de la colonne courante et de la taille de tabulation donnée. Les positions des tabulations se trouvent tous les *tabsize* caractères (8 par défaut, ce qui donne les positions de tabulations aux colonnes 0, 8, 16 et ainsi de suite). Pour travailler sur la chaîne, la colonne en cours est mise à zéro et la chaîne est examinée caractère par caractère. Si le caractère est une tabulation (`\t`), un ou plusieurs caractères d'espacement sont insérés dans le résultat jusqu'à ce que la colonne courante soit égale à la position de tabulation suivante. (Le caractère tabulation lui-même n'est pas copié.) Si le caractère est un saut de ligne (`\n`) ou un retour chariot (`\r`), il est copié et la colonne en cours est remise à zéro. Tout autre caractère est copié inchangé et la colonne en cours est incrémentée de un indépendamment de la façon dont le caractère est représenté lors de l'affichage.

```
>>> '01\t012\t0123\t01234'.expandtabs()
'01      012     0123    01234'
>>> '01\t012\t0123\t01234'.expandtabs(4)
'01  012 0123    01234'
```

str.**find**(*sub*[, *start*[, *end*]])
Donne la première la position dans la chaîne où *sub* est trouvé dans le *slice* `s[start:end]`. Les arguments facultatifs *start* et *end* sont interprétés comme dans la notation des *slice*. Donne `-1` si *sub* n'est pas trouvé.

Note : La méthode *find()* ne doit être utilisée que si vous avez besoin de connaître la position de *sub*. Pour vérifier si *sub* est une sous chaine ou non, utilisez l'opérateur `in` :

```
>>> 'Py' in 'Python'
True
```

---

str.**format**(**args*, ***kwargs*)
Formate une chaîne. La chaîne sur laquelle cette méthode est appelée peut contenir du texte littéral ou des emplacements de remplacement délimités par des accolades `{}`. Chaque champ de remplacement contient soit l'indice numérique d'un argument positionnel, ou le nom d'un argument donné par mot-clé. Renvoie une copie de la chaîne où chaque champ de remplacement est remplacé par la valeur de chaîne de l'argument correspondant.

```
>>> "The sum of 1 + 2 is {0}".format(1+2)
'The sum of 1 + 2 is 3'
```

Voir *Syntaxe de formatage de chaîne* pour une description des options de formatage qui peuvent être spécifiées dans les chaînes de format.

Note : Lors du formatage avec le format `n` (comme `'{:n}'.format(1234)`) d'un nombre (*int*, *float*, *complex*, *decimal.Decimal* et dérivées), la fonction met temporairement la variable `LC_CTYPE` à la valeur de `LC_NUMERIC` pour décoder correctement les attributs `decimal_point` et `thousands_sep` de `localeconv()`, s'ils ne sont pas en ASCII ou font plus d'un octet, et que `LC_NUMERIC` est différent de `LC_CTYPE`. Ce changement temporaire affecte les autres fils d'exécution.

Modifié dans la version 3.7 : Lors du formatage d'un nombre avec le format `n`, la fonction change temporairement `LC_CTYPE` par la valeur de `LC_NUMERIC` dans certains cas.

`str.`**`format_map`**(*mapping*)
Semblable à `str.format(**mapping)`, sauf que `mapping` est utilisé directement et non copié dans un *`dict`*. C'est utile si, par exemple `mapping` est une sous-classe de `dict` :

```
>>> class Default(dict):
...     def __missing__(self, key):
...         return key
...
>>> '{name} was born in {country}'.format_map(Default(name='Guido'))
'Guido was born in country'
```

Nouveau dans la version 3.2.

`str.`**`index`**(*sub*[, *start*[, *end*]])
Comme *`find()`*, mais lève une *`ValueError`* lorsque la chaîne est introuvable.

`str.`**`isalnum`**()
Return `True` if all characters in the string are alphanumeric and there is at least one character, `False` otherwise. A character `c` is alphanumeric if one of the following returns `True` : `c.isalpha()`, `c.isdecimal()`, `c.isdigit()`, or `c.isnumeric()`.

`str.`**`isalpha`**()
Return `True` if all characters in the string are alphabetic and there is at least one character, `False` otherwise. Alphabetic characters are those characters defined in the Unicode character database as "Letter", i.e., those with general category property being one of "Lm", "Lt", "Lu", "Ll", or "Lo". Note that this is different from the "Alphabetic" property defined in the Unicode Standard.

`str.`**`isascii`**()
Return `True` if the string is empty or all characters in the string are ASCII, `False` otherwise. ASCII characters have code points in the range U+0000-U+007F.
Nouveau dans la version 3.7.

`str.`**`isdecimal`**()
Return `True` if all characters in the string are decimal characters and there is at least one character, `False` otherwise. Decimal characters are those that can be used to form numbers in base 10, e.g. U+0660, ARABIC-INDIC DIGIT ZERO. Formally a decimal character is a character in the Unicode General Category "Nd".

`str.`**`isdigit`**()
Return `True` if all characters in the string are digits and there is at least one character, `False` otherwise. Digits include decimal characters and digits that need special handling, such as the compatibility superscript digits. This covers digits which cannot be used to form numbers in base 10, like the Kharosthi numbers. Formally, a digit is a character that has the property value Numeric_Type=Digit or Numeric_Type=Decimal.

`str.`**`isidentifier`**()
Return `True` if the string is a valid identifier according to the language definition, section identifiers.
Utilisez *`keyword.iskeyword()`* pour savoir si un identifiant est réservé, tels que `def` et `class`.

`str.`**`islower`**()
Return `True` if all cased characters[4] in the string are lowercase and there is at least one cased character, `False` otherwise.

`str.`**`isnumeric`**()
Return `True` if all characters in the string are numeric characters, and there is at least one character, `False` otherwise. Numeric characters include digit characters, and all characters that have the Unicode numeric value property, e.g. U+2155, VULGAR FRACTION ONE FIFTH. Formally, numeric characters are those with the property value Numeric_Type=Digit, Numeric_Type=Decimal or Numeric_Type=Numeric.

`str.`**`isprintable`**()
Return `True` if all characters in the string are printable or the string is empty, `False` otherwise. Nonprintable

4. Les caractères capitalisables sont ceux dont la propriété Unicode *general category* est soit "Lu" (pour *Letter*, *uppercase*), soit "Ll" (pour *Letter*, *lowercase*), soit "Lt" (pour *Letter*, *titlecase*).

characters are those characters defined in the Unicode character database as "Other" or "Separator", excepting the ASCII space (0x20) which is considered printable. (Note that printable characters in this context are those which should not be escaped when *repr()* is invoked on a string. It has no bearing on the handling of strings written to *sys.stdout* or *sys.stderr*.)

str.**isspace**()
Return `True` if there are only whitespace characters in the string and there is at least one character, `False` otherwise.

A character is *whitespace* if in the Unicode character database (see *unicodedata*), either its general category is `Zs` ("Separator, space"), or its bidirectional class is one of `WS`, `B`, or `S`.

str.**istitle**()
Return `True` if the string is a titlecased string and there is at least one character, for example uppercase characters may only follow uncased characters and lowercase characters only cased ones. Return `False` otherwise.

str.**isupper**()
Return `True` if all cased characters[4] in the string are uppercase and there is at least one cased character, `False` otherwise.

str.**join**(*iterable*)
Donne une chaîne qui est la concaténation des chaînes contenues dans *iterable*. Une *TypeError* sera levée si une valeur d'*iterable* n'est pas une chaîne, y compris pour les objets *bytes*. Le séparateur entre les éléments est la chaîne fournissant cette méthode.

str.**ljust**(*width*[, *fillchar*])
Renvoie la chaîne justifiée à gauche dans une chaîne de longueur *width*. Le rembourrage est fait en utilisant *fillchar* (qui par défaut est un espace ASCII). La chaîne d'origine est renvoyée si *width* est inférieur ou égale à `len(s)`.

str.**lower**()
Renvoie une copie de la chaîne avec tous les caractères capitalisables[4] convertis en minuscules.

L'algorithme de mise en minuscules utilisé est décrit dans la section 3.13 de la norme Unicode.

str.**lstrip**([*chars*])
Renvoie une copie de la chaîne des caractères supprimés au début. L'argument *chars* est une chaîne spécifiant le jeu de caractères à supprimer. En cas d'omission ou `None`, la valeur par défaut de *chars* permet de supprimer des espaces. L'argument *chars* n'est pas un préfixe, toutes les combinaisons de ses valeurs sont supprimées :

```
>>> '   spacious   '.lstrip()
'spacious   '
>>> 'www.example.com'.lstrip('cmowz.')
'example.com'
```

static str.**maketrans**(*x*[, *y*[, *z*]])
Cette méthode statique renvoie une table de traduction utilisable pour *str.translate()*.

Si un seul argument est fourni, ce soit être un dictionnaire faisant correspondre des points de code Unicode (nombres entiers) ou des caractères (chaînes de longueur 1) à des points de code Unicode.

Si deux arguments sont fournis, ce doit être deux chaînes de caractères de même longueur. Le dictionnaire renvoyé fera correspondre pour chaque caractère de x un caractère de y pris à la même place. Si un troisième argument est fourni, ce doit être une chaîne dont chaque caractère correspondra à `None` dans le résultat.

str.**partition**(*sep*)
Divise la chaîne à la première occurrence de *sep*, et donne un *tuple* de trois éléments contenant la partie avant le séparateur, le séparateur lui-même, et la partie après le séparateur. Si le séparateur n'est pas trouvé, le *tuple* contiendra la chaîne elle-même, suivie de deux chaînes vides.

str.**replace**(*old*, *new*[, *count*])
Renvoie une copie de la chaîne dont toutes les occurrences de la sous-chaîne *old* sont remplacés par *new*. Si l'argument optionnel *count* est donné, seules les *count* premières occurrences sont remplacées.

str.**rfind**(*sub*[, *start*[, *end*]])
Donne l'indice le plus élevé dans la chaîne où la sous-chaîne *sub* se trouve, de telle sorte que *sub* soit contenue

dans `s[start:end]`. Les arguments facultatifs *start* et *end* sont interprétés comme dans la notation des *slices*. Donne `-1` en cas d'échec.

`str.`**`rindex`**(*sub*[, *start*[, *end*]])
Comme *rfind()* mais lève une exception *ValueError* lorsque la sous-chaîne *sub* est introuvable.

`str.`**`rjust`**(*width*[, *fillchar*])
Renvoie la chaîne justifié à droite dans une chaîne de longueur *width*. Le rembourrage est fait en utilisant le caractère spécifié par *fillchar* (par défaut est un espace ASCII). La chaîne d'origine est renvoyée si *width* est inférieure ou égale à `len(s)`.

`str.`**`rpartition`**(*sep*)
Divise la chaîne à la dernière occurrence de *sep*, et donne un tuple de trois éléments contenant la partie avant le séparateur, le séparateur lui-même, et la partie après le séparateur. Si le séparateur n'est pas trouvé, le *tuple* contiendra deux chaînes vides, puis par la chaîne elle-même.

`str.`**`rsplit`**(*sep=None*, *maxsplit=-1*)
Renvoie une liste des mots de la chaîne, en utilisant *sep* comme séparateur. Si *maxsplit* est donné, c'est le nombre maximum de divisions qui pourront être faites, celles "à droite". Si *sep* est pas spécifié ou est `None`, tout espace est un séparateur. En dehors du fait qu'il découpe par la droite, *rsplit()* se comporte comme *split()* qui est décrit en détail ci-dessous.

`str.`**`rstrip`**([*chars*])
Renvoie une copie de la chaîne avec des caractères finaux supprimés. L'argument *chars* est une chaîne spécifiant le jeu de caractères à supprimer. En cas d'omission ou `None`, les espaces sont supprimés. L'argument *chars* n'est pas un suffixe : toutes les combinaisons de ses valeurs sont retirées :

```
>>> '   spacious   '.rstrip()
'   spacious'
>>> 'mississippi'.rstrip('ipz')
'mississ'
```

`str.`**`split`**(*sep=None*, *maxsplit=-1*)
Renvoie une liste des mots de la chaîne, en utilisant *sep* comme séparateur de mots. Si *maxsplit* est donné, c'est le nombre maximum de divisions qui pourront être effectuées, (donnant ainsi une liste de longueur `maxsplit+1`). Si *maxsplit* n'est pas fourni, ou vaut `-1`, le nombre de découpes n'est pas limité (Toutes les découpes possibles sont faites).

Si *sep* est donné, les délimiteurs consécutifs ne sont pas regroupés et ainsi délimitent des chaînes vides (par exemple, `'1,,2'.split(',')` donne `['1', '', '2']`). L'argument *sep* peut contenir plusieurs caractères (par exemple, `'1<>2<>3'.split('<>')` renvoie `['1', '2', '3']`). Découper une chaîne vide en spécifiant *sep* donne `['']`.

Par exemple :

```
>>> '1,2,3'.split(',')
['1', '2', '3']
>>> '1,2,3'.split(',', maxsplit=1)
['1', '2,3']
>>> '1,2,,3,'.split(',')
['1', '2', '', '3', '']
```

Si *sep* n'est pas spécifié ou est `None`, un autre algorithme de découpage est appliqué : les espaces consécutifs sont considérés comme un seul séparateur, et le résultat ne contiendra pas les chaînes vides de début ou de la fin si la chaîne est préfixée ou suffixé d'espaces. Par conséquent, diviser une chaîne vide ou une chaîne composée d'espaces avec un séparateur `None` renvoie `[]`.

Par exemple :

```
>>> '1 2 3'.split()
['1', '2', '3']
>>> '1 2 3'.split(maxsplit=1)
['1', '2 3']
>>> '   1   2   3   '.split()
['1', '2', '3']
```

str.**splitlines**([*keepends*])

Renvoie les lignes de la chaîne sous forme de liste, la découpe se fait au niveau des limites des lignes. Les sauts de ligne ne sont pas inclus dans la liste des résultats, sauf si *keepends* est donné, et est vrai.

Cette méthode découpe sur les limites de ligne suivantes. Ces limites sont un sur ensemble de *universal newlines*.

Représentation	Description
`\n`	Saut de ligne
`\r`	Retour chariot
`\r\n`	Retour chariot + saut de ligne
`\v` or `\x0b`	Tabulation verticale
`\f` or `\x0c`	Saut de page
`\x1c`	Séparateur de fichiers
`\x1d`	Séparateur de groupes
`\x1e`	Séparateur d'enregistrements
`\x85`	Ligne suivante (code de contrôle *C1*)
`\u2028`	Séparateur de ligne
`\u2029`	Séparateur de paragraphe

Modifié dans la version 3.2 : `\v` et `\f` ajoutés à la liste des limites de lignes.

Par exemple :

```
>>> 'ab c\n\nde fg\rkl\r\n'.splitlines()
['ab c', '', 'de fg', 'kl']
>>> 'ab c\n\nde fg\rkl\r\n'.splitlines(keepends=True)
['ab c\n', '\n', 'de fg\r', 'kl\r\n']
```

Contrairement à *split()* lorsque *sep* est fourni, cette méthode renvoie une liste vide pour la chaîne vide, et un saut de ligne à la fin ne se traduit pas par une ligne supplémentaire :

```
>>> "".splitlines()
[]
>>> "One line\n".splitlines()
['One line']
```

À titre de comparaison, `split('\n')` donne :

```
>>> ''.split('\n')
['']
>>> 'Two lines\n'.split('\n')
['Two lines', '']
```

str.**startswith**(*prefix*[, *start*[, *end*]])

Donne `True` si la chaîne commence par *prefix*, sinon `False`. *prefix* peut aussi être un tuple de préfixes à rechercher. Lorsque *start* est donné, la comparaison commence à cette position, et lorsque *end* est donné, la comparaison s'arrête à celle ci.

str.**strip**([*chars*])

Donne une copie de la chaîne dont des caractères initiaux et finaux sont supprimés. L'argument *chars* est une chaîne spécifiant le jeu de caractères à supprimer. En cas d'omission ou `None`, les espaces sont supprimés. L'argument *chars* est pas un préfixe ni un suffixe, toutes les combinaisons de ses valeurs sont supprimées :

```
>>> '   spacious   '.strip()
'spacious'
>>> 'www.example.com'.strip('cmowz.')
'example'
```

Les caractères de *char* sont retirés du début et de la fin de la chaîne. Les caractères sont retirés de la gauche jusqu'à atteindre un caractère ne figurant pas dans le jeu de caractères dans *chars*. La même opération à lieu par la droite. Par exemple :

```
>>> comment_string = '#....... Section 3.2.1 Issue #32 .......'
>>> comment_string.strip('.#! ')
'Section 3.2.1 Issue #32'
```

str.**swapcase**()
Renvoie une copie de la chaîne dont les caractères majuscules sont convertis en minuscules et vice versa. Notez qu'il est pas nécessairement vrai que `s.swapcase().swapcase() == s`.

str.**title**()
Renvoie une version en initiales majuscules de la chaîne où les mots commencent par une capitale et les caractères restants sont en minuscules.
Par exemple :

```
>>> 'Hello world'.title()
'Hello World'
```

Pour l'algorithme, la notion de mot est définie simplement et indépendamment de la langue comme un groupe de lettres consécutives. La définition fonctionne dans de nombreux contextes, mais cela signifie que les apostrophes (typiquement de la forme possessive en Anglais) forment les limites de mot, ce qui n'est pas toujours le résultat souhaité :

```
>>> "they're bill's friends from the UK".title()
"They're Bill'S Friends From The Uk"
```

Une solution pour contourner le problème des apostrophes peut être obtenue en utilisant des expressions rationnelles :

```
>>> import re
>>> def titlecase(s):
...     return re.sub(r"[A-Za-z]+('[A-Za-z]+)?",
...                   lambda mo: mo.group(0)[0].upper() +
...                              mo.group(0)[1:].lower(),
...                   s)
...
>>> titlecase("they're bill's friends.")
"They're Bill's Friends."
```

str.**translate**(*table*)
Renvoie une copie de la chaîne dans laquelle chaque caractère a été changé selon la table de traduction donnée. La table doit être un objet qui implémente l'indexation via `__getitem__()`, typiquement un *mapping* ou une *sequence*. Pour un ordinal Unicode (un entier), la table peut donner soit un ordinal Unicode ou une chaîne pour faire correspondre un ou plusieurs caractère au caractère donné, soit `None` pour supprimer le caractère de la chaîne de renvoyée soit lever une exception *LookupError* pour ne pas changer le caractère.
Vous pouvez utiliser *str.maketrans()* pour créer une table de correspondances de caractères dans différents formats.
Voir aussi le module *codecs* pour une approche plus souple de changements de caractères par correspondance.

str.**upper**()
Renvoie une copie de la chaîne où tous les caractères capitalisables[4] ont été convertis en capitales. Notez que `s.upper().isupper()` peut être `False` si `s` contient des caractères non capitalisables ou si la catégorie Unicode d'un caractère du résultat n'est pas "Lu" (*Letter*, *uppercase*), mais par exemple "Lt" (*Letter*, *titlecase*).
L'algorithme de capitalisation utilisé est décrit dans la section 3.13 de la norme Unicode.

str.**zfill**(*width*)
Renvoie une copie de la chaîne remplie par la gauche du chiffre (le caractère ASCII) `'0'` pour faire une chaîne de longueur *width*. Un préfixe (`'+'` / `'-'`) est permis par l'insertion du caractère de rembourrage *après* le caractère désigne plutôt qu'avant. La chaîne d'origine est renvoyée si *width* est inférieur ou égale à `len(s)`.
Par exemple :

```
>>> "42".zfill(5)
'00042'
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
>>> "-42".zfill(5)
'-0042'
```

4.7.2 Formatage de chaines à la `printf`

Note : Ces opérations de mise en forme contiennent des bizarreries menant à de nombreuses erreurs classiques (telles que ne pas réussir à afficher des *tuples* ou des dictionnaires correctement). Utiliser les formatted string literals, la méthode *`str.format()`* ou les *template strings* aide à éviter ces erreurs. Chacune de ces alternatives apporte son lot d'avantages et inconvénients en matière de simplicité, de flexibilité et/ou de généralisation possible.

Les objets *str* n'exposent qu'une opération : L'opérateur `%` (modulo). Aussi connu sous le nom d'opérateur de formatage, ou opérateur d'interpolation. Étant donné `format % values` (où *format* est une chaîne), les marqueurs `%` de *format* sont remplacés par zéro ou plusieurs éléments de *values*. L'effet est similaire à la fonction `sprintf()` du langage C.

Si *format* ne nécessite qu'un seul argument, *values* peut être un objet unique. [5] Si *values* est un tuple, il doit contenir exactement le nombre d'éléments spécifiés par la chaîne de format, ou un seul objet de correspondances (*mapping object*, par exemple, un dictionnaire).

Un indicateur de conversion contient deux ou plusieurs caractères et comporte les éléments suivants, qui doivent apparaître dans cet ordre :

1. Le caractère `'%'`, qui marque le début du marqueur.
2. La clé de correspondance (facultative), composée d'une suite de caractères entre parenthèse (par exemple, `(somename)`).
3. Des options de conversion, facultatives, qui affectent le résultat de certains types de conversion.
4. Largeur minimum (facultative). Si elle vaut `'*'` (astérisque), la largeur est lue de l'élément suivant du tuple *values*, et l'objet à convertir vient après la largeur de champ minimale et la précision facultative.
5. Précision (facultatif), donnée sous la forme d'un `'.'` (point) suivi de la précision. Si la précision est `'*'` (un astérisque), la précision est lue à partir de l'élément suivant du tuple *values* et la valeur à convertir vient ensuite.
6. Modificateur de longueur (facultatif).
7. Type de conversion.

Lorsque l'argument de droite est un dictionnaire (ou un autre type de *mapping*), les marqueurs dans la chaîne *doivent* inclure une clé présente dans le dictionnaire, écrite entre parenthèses, immédiatement après le caractère `'%'`. La clé indique quelle valeur du dictionnaire doit être formatée. Par exemple :

```
>>> print('%(language)s has %(number)03d quote types.' %
...       {'language': "Python", "number": 2})
Python has 002 quote types.
```

Dans ce cas, aucune `*` ne peuvent se trouver dans le format (car ces `*` nécessitent une liste (accès séquentiel) de paramètres).

Les caractères indicateurs de conversion sont :

Option	Signification
`'#'`	La conversion utilisera la "forme alternative" (définie ci-dessous).
`'0'`	Les valeurs numériques converties seront complétée de zéros.
`'-'`	La valeur convertie est ajustée à gauche (remplace la conversion `'0'` si les deux sont données).
`' '`	(un espace) Un espace doit être laissé avant un nombre positif (ou chaîne vide) produite par la conversion d'une valeur signée.
`'+'`	Un caractère de signe (`'+'` ou `'-'`) précède la valeur convertie (remplace le marqueur "espace").

5. Pour insérer un *tuple*, vous devez donc donner un *tuple* d'un seul élément, contenant le *tuple* à insérer.

Un modificateur de longueur (`h`, `l` ou `L`) peut être présent, mais est ignoré car il est pas nécessaire pour Python, donc par exemple `%ld` est identique à `%d`.

Les types utilisables dans les conversion sont :

Conversion	Signification	Notes
`'d'`	Entier décimal signé.	
`'i'`	Entier décimal signé.	
`'o'`	Valeur octale signée.	(1)
`'u'`	Type obsolète — identique à `'d'`.	(6)
`'x'`	Hexadécimal signé (en minuscules).	(2)
`'X'`	Hexadécimal signé (capitales).	(2)
`'e'`	Format exponentiel pour un *float* (minuscule).	(3)
`'E'`	Format exponentiel pour un *float* (en capitales).	(3)
`'f'`	Format décimal pour un *float*.	(3)
`'F'`	Format décimal pour un *float*.	(3)
`'g'`	Format *float*. Utilise le format exponentiel minuscules si l'exposant est inférieur à `-4` ou pas plus petit que la précision, sinon le format décimal.	(4)
`'G'`	Format *float*. Utilise le format exponentiel en capitales si l'exposant est inférieur à `-4` ou pas plus petit que la précision, sinon le format décimal.	(4)
`'c'`	Un seul caractère (accepte des entiers ou une chaîne d'un seul caractère).	
`'r'`	String (convertit n'importe quel objet Python avec *repr()*).	(5)
`'s'`	String (convertit n'importe quel objet Python avec *str()*).	(5)
`'a'`	String (convertit n'importe quel objet Python en utilisant *ascii()*).	(5)
`'%'`	Aucun argument n'est converti, donne un caractère de `'%'` dans le résultat.	

Notes :

(1) La forme alternative entraîne l'insertion d'un préfixe octal (`'0o'`) avant le premier chiffre.

(2) La forme alternative entraîne l'insertion d'un préfixe `'0x'` ou `'0X'` (respectivement pour les formats `'x'` et `'X'`) avant le premier chiffre.

(3) La forme alternative implique la présence d'un point décimal, même si aucun chiffre ne le suit.
La précision détermine le nombre de chiffres après la virgule, 6 par défaut.

(4) La forme alternative implique la présence d'un point décimal et les zéros non significatifs sont conservés (ils ne le seraient pas autrement).
La précision détermine le nombre de chiffres significatifs avant et après la virgule. 6 par défaut.

(5) Si la précision est `N`, la sortie est tronquée à `N` caractères.

(6) Voir la **PEP 237**.

Puisque les chaînes Python ont une longueur explicite, les conversions `%s` ne considèrent pas `'\0'` comme la fin de la chaîne.

Modifié dans la version 3.1 : Les conversions `%f` pour nombres dont la valeur absolue est supérieure à `1e50` ne sont plus remplacés par des conversions `%g`.

4.8 Séquences Binaires --- `bytes`, `bytearray`, `memoryview`

Les principaux types natifs pour manipuler des données binaires sont *bytes* et *bytearray*. Ils sont supportés par *memoryview* qui utilise le buffer protocol pour accéder à la mémoire d'autres objets binaires sans avoir besoin d'en faire une copie.

Le module *array* permet le stockage efficace de types basiques comme les entiers de 32 bits et les *float* double précision IEEE754.

4.8.1 Objets *bytes*

Les *bytes* sont des séquences immuables d'octets. Comme beaucoup de protocoles binaires utilisent l'ASCII, les objets *bytes* offrent plusieurs méthodes qui ne sont valables que lors de la manipulation de données ASCII et sont étroitement liés aux objets *str* dans bien d'autres aspects.

class bytes([*source*[, *encoding*[, *errors*]]])

Tout d'abord, la syntaxe des *bytes* littéraux est en grande partie la même que pour les chaînes littérales, en dehors du préfixe `b` :

— Les guillemets simples : `b'autorisent aussi les guillemets "doubles"'`
— Les guillemets doubles : `b"permettent aussi les guillemets 'simples'".`
— Les guillemets triples : `b'''3 single quotes''',b"""3 double quotes"""`

Seuls les caractères ASCII sont autorisés dans les littéraux de *bytes* (quel que soit l'encodage du code source déclaré). Toutes les valeurs au delà de 127 doivent être entrés dans littéraux de *bytes* en utilisant une séquence d'échappement appropriée.

Comme avec les chaînes littérales, les *bytes* littéraux peuvent également utiliser un préfixe `r` pour désactiver le traitement des séquences d'échappement. Voir strings pour plus d'informations sur les différentes formes littérales de *bytes*, y compris les séquences d'échappement supportées.

Bien que les *bytes* littéraux, et leurs représentation, soient basés sur du texte ASCII, les *bytes* se comportent en fait comme des séquences immuables de nombres entiers, dont les valeurs sont restreintes dans `0 <= x < 256` (ne pas respecter cette restriction lève une *ValueError*. Ceci est fait délibérément afin de souligner que, bien que de nombreux encodages binaires soient compatibles avec l'ASCII, et peuvent être manipulés avec des algorithmes orientés texte, ce n'est généralement pas le cas pour les données binaires arbitraires (appliquer aveuglément des algorithmes de texte sur des données binaires qui ne sont pas compatibles ASCII conduit généralement à leur corruption).

En plus des formes littérales, des objets *bytes* peuvent être créés par de nombreux moyens :

— Un objet *bytes* rempli de zéros d'une longueur spécifiée : `bytes(10)`
— D'un itérable d'entiers : `bytes(range(20))`
— Copier des données binaires existantes via le *buffer protocol* : `bytes(obj)`

Voir aussi la fonction native *bytes*.

Puisque 2 chiffres hexadécimaux correspondent précisément à un seul octet, les nombres hexadécimaux sont un format couramment utilisé pour décrire les données binaires. Par conséquent, le type *bytes* a une méthode de classe pour lire des données dans ce format :

classmethod fromhex(*string*)

Cette méthode de la classe *bytes* renvoie un objet *bytes*, décodant la chaîne donnée. La chaîne doit contenir deux chiffres hexadécimaux par octet, les espaces ASCII sont ignorés.

```
>>> bytes.fromhex('2Ef0 F1f2  ')
b'.\xf0\xf1\xf2'
```

Modifié dans la version 3.7 : *bytes.fromhex()* saute maintenant dans la chaîne tous les caractères ASCII "blancs", pas seulement les espaces.

Une fonction de conversion inverse existe pour transformer un objet *bytes* en sa représentation hexadécimale.

hex()

Renvoie une chaîne contenant deux chiffres hexadécimaux pour chaque octet du *byte*.

```
>>> b'\xf0\xf1\xf2'.hex()
'f0f1f2'
```

Nouveau dans la version 3.5.

Comme les objets *bytes* sont des séquences d'entiers (semblables à un tuple), pour une instance de *bytes b*, `b[0]` sera un entier, tandis que"b[0 :1]" sera un objet *bytes* de longueur 1. (Cela contraste avec les chaînes, où l'indexation et le *slicing* donne une chaîne de longueur 1)

La représentation des *bytes* utilise le format littéral (`b'...'`) car il est souvent plus utile que par exemple `bytes([46, 46, 46])`. Vous pouvez toujours convertir un *bytes* en liste d'entiers en utilisant `list(b)`.

Note : Pour les utilisateurs de Python 2.x : Dans la série 2.x de Python, une variété de conversions implicites entre les chaînes 8-bit (la chose la plus proche d'un type natif de données binaires offert par Python 2) et des chaînes Unicode

étaient permises. C'était une solution de contournement, pour garder la rétro-compatibilité, considérant que Python ne prenait initialement en charge que le texte 8 bits, le texte Unicode est un ajout ultérieur. En Python 3.x, ces conversions implicites ont disparues, les conversions entre les données binaires et texte Unicode doivent être explicites, et les *bytes* sont toujours différents des chaînes.

4.8.2 Objets *bytearray*

Les objets `bytearray` sont l'équivalent muable des objets `bytes`.

class bytearray([*source*[, *encoding*[, *errors*]]])

Il n'y a pas de syntaxe littérale dédiée aux *bytearray*, ils sont toujours créés en appelant le constructeur :

— Créer une instance vide : `bytearray()`
— Créer une instance remplie de zéros d'une longueur donnée : `bytearray(10)`
— À partir d'un itérable d'entiers : `bytearray(range(20))`
— Copie des données binaires existantes via le *buffer protocol* : `bytearray(b'Hi!')`

Comme les *bytearray* sont muables, ils prennent en charge les opérations de séquence *muables* en plus des opérations communes de *bytes* et *bytearray* décrites dans *Opérations sur les bytes et bytearray*.

Voir aussi la fonction native *bytearray*.

Puisque 2 chiffres hexadécimaux correspondent précisément à un octet, les nombres hexadécimaux sont un format couramment utilisé pour décrire les données binaires. Par conséquent, le type *bytearray* a une méthode de classe pour lire les données dans ce format :

classmethod fromhex(*string*)

Cette méthode de la classe `bytearray` renvoie un objet *bytearray*, décodant la chaîne donnée. La chaîne doit contenir deux chiffres hexadécimaux par octet, les espaces ASCII sont ignorés.

```
>>> bytearray.fromhex('2Ef0 F1f2  ')
bytearray(b'.\xf0\xf1\xf2')
```

Modifié dans la version 3.7 : `bytearray.fromhex()` saute maintenant tous les caractères "blancs" ASCII dans la chaîne, pas seulement les espaces.

Une fonction de conversion inverse existe pour transformer un objet *bytearray* en sa représentation hexadécimale.

hex()

Renvoie une chaîne contenant deux chiffres hexadécimaux pour chaque octet du *byte*.

```
>>> bytearray(b'\xf0\xf1\xf2').hex()
'f0f1f2'
```

Nouveau dans la version 3.5.

Comme les *bytearray* sont des séquences d'entiers (semblables à une liste), pour un objet *bytearray* *b*, `b[0]` sera un entier, tandis que `b[0:1]` sera un objet *bytearray* de longueur 1. (Ceci contraste avec les chaînes de texte, où l'indexation et le *slicing* produit une chaîne de longueur 1)

La représentation des objets *bytearray* utilise le format littéral des *bytes* (`bytearray(b'...')`) car il est souvent plus utile que par exemple `bytearray([46, 46, 46])`. Vous pouvez toujours convertir un objet *bytearray* en une liste de nombres entiers en utilisant `list(b)`.

4.8.3 Opérations sur les *bytes* et *bytearray*

bytes et *bytearray* prennent en charge les opérations *communes* des séquences. Ils interagissent non seulement avec des opérandes de même type, mais aussi avec les *bytes-like object*. En raison de cette flexibilité, ils peuvent être mélangés librement dans des opérations sans provoquer d'erreurs. Cependant, le type du résultat peut dépendre de l'ordre des opérandes.

Note : Les méthodes sur les *bytes* et les *bytearray* n'acceptent pas les chaînes comme arguments, tout comme les méthodes sur les chaînes n'acceptent pas les *bytes* comme arguments. Par exemple, vous devez écrire :

```
a = "abc"
b = a.replace("a", "f")
```

et :

```
a = b"abc"
b = a.replace(b"a", b"f")
```

Quelques opérations de *bytes* et *bytesarray* supposent l'utilisation de formats binaires compatibles ASCII, et donc doivent être évités lorsque vous travaillez avec des données binaires arbitraires. Ces restrictions sont couvertes ci-dessous.

Note : Utiliser ces opérations basées sur l'ASCII pour manipuler des données binaires qui ne sont pas au format ASCII peut les corrompre.

Les méthodes suivantes sur les *bytes* et *bytearray* peuvent être utilisées avec des données binaires arbitraires.

`bytes.`**`count`**(*sub*[, *start*[, *end*]])
`bytearray.`**`count`**(*sub*[, *start*[, *end*]])

Renvoie le nombre d'occurrences qui ne se chevauchent pas de la sous-séquence *sub* dans l'intervalle [*start*, *end*]. Les arguments facultatifs *start* et *end* sont interprétés comme pour un *slice*.

La sous-séquence à rechercher peut être un quelconque *bytes-like object* ou un nombre entier compris entre 0 et 255.

Modifié dans la version 3.3 : Accepte aussi un nombre entier compris entre 0 et 255 comme sous-séquence.

`bytes.`**`decode`**(*encoding="utf-8"*, *errors="strict"*)
`bytearray.`**`decode`**(*encoding="utf-8"*, *errors="strict"*)

Décode les octets donnés, et le renvoie sous forme d'une chaîne de caractères. L'encodage par défaut est `'utf-8'`. *errors* peut être donné pour changer de système de gestion des erreurs. Sa valeur par défaut est `'strict'`, ce qui signifie que les erreurs d'encodage lèvent une `UnicodeError`. Les autres valeurs possibles sont `'ignore'`, `'replace'` et tout autre nom enregistré via `codecs.register_error()`, voir la section *Gestionnaires d'erreurs*. Pour une liste des encodages possibles, voir la section *Standard Encodings*.

Note : Passer l'argument *encoding* à `str` permet de décoder tout *bytes-like object* directement, sans avoir besoin d'utiliser un *bytes* ou *bytearray* temporaire.

Modifié dans la version 3.1 : Gère les arguments nommés.

`bytes.`**`endswith`**(*suffix*[, *start*[, *end*]])
`bytearray.`**`endswith`**(*suffix*[, *start*[, *end*]])

Donne `True` si les octets se terminent par *suffix*, sinon `False`. *suffix* peut aussi être un tuple de suffixes à rechercher. Avec l'argument optionnel *start*, la recherche se fait à partir de cette position. Avec l'argument optionnel *end*, la comparaison s'arrête à cette position.

Les suffixes à rechercher peuvent être n'importe quel *bytes-like object*.

`bytes.`**`find`**(*sub*[, *start*[, *end*]])
`bytearray.`**`find`**(*sub*[, *start*[, *end*]])

Donne la première position où le *sub* se trouve dans les données, de telle sorte que *sub* soit contenue dans

`s[start:end]`. Les arguments facultatifs *start* et *end* sont interprétés comme dans la notation des *slices*. Donne `-1` si *sub* n'est pas trouvé.

La sous-séquence à rechercher peut être un quelconque *bytes-like object* ou un nombre entier compris entre 0 et 255.

Note : La méthode *find()* ne doit être utilisée que si vous avez besoin de connaître la position de *sub*. Pour vérifier si *sub* est présent ou non, utilisez l'opérateur `in` :

```
>>> b'Py' in b'Python'
True
```

Modifié dans la version 3.3 : Accepte aussi un nombre entier compris entre 0 et 255 comme sous-séquence.

`bytes.`**`index`**(*sub*[, *start*[, *end*]])
`bytearray.`**`index`**(*sub*[, *start*[, *end*]])

Comme *find()*, mais lève une *ValueError* lorsque la séquence est introuvable.

La sous-séquence à rechercher peut être un quelconque *bytes-like object* ou un nombre entier compris entre 0 et 255.

Modifié dans la version 3.3 : Accepte aussi un nombre entier compris entre 0 et 255 comme sous-séquence.

`bytes.`**`join`**(*iterable*)
`bytearray.`**`join`**(*iterable*)

Donne un *bytes* ou *bytearray* qui est la concaténation des séquences de données binaires dans *iterable*. Une exception *TypeError* est levée si une valeur d'*iterable* n'est pas un *bytes-like objects*, y compris pour des *str*. Le séparateur entre les éléments est le contenu du *bytes* ou du *bytearray* depuis lequel cette méthode est appelée.

`static` `bytes.`**`maketrans`**(*from*, *to*)
`static` `bytearray.`**`maketrans`**(*from*, *to*)

Cette méthode statique renvoie une table de traduction utilisable par *bytes.translate()* qui permettra de changer chaque caractère de *from* par un caractère à la même position dans *to* ; *from* et *to* doivent tous deux être des *bytes-like objects* et avoir la même longueur.

Nouveau dans la version 3.1.

`bytes.`**`partition`**(*sep*)
`bytearray.`**`partition`**(*sep*)

Divise la séquence à la première occurrence de *sep*, et renvoie un 3-tuple contenant la partie précédant le séparateur, le séparateur lui même (ou sa copie en *byterray*), et la partie suivant le séparateur. Si le séparateur est pas trouvé, le 3-tuple renvoyé contiendra une copie de la séquence d'origine, suivi de deux *bytes* ou *bytearray* vides.

Le séparateur à rechercher peut être tout *bytes-like object*.

`bytes.`**`replace`**(*old*, *new*[, *count*])
`bytearray.`**`replace`**(*old*, *new*[, *count*])

Renvoie une copie de la séquence dont toutes les occurrences de la sous-séquence *old* sont remplacées par *new*. Si l'argument optionnel *count* est donné, seules les *count* premières occurrences de sont remplacés.

La sous-séquence à rechercher et son remplacement peuvent être n'importe quel *bytes-like object*.

Note : La version *bytearray* de cette méthode *ne modifie pas* les octets, elle produit toujours un nouvel objet, même si aucune modification n'a été effectuée.

`bytes.`**`rfind`**(*sub*[, *start*[, *end*]])
`bytearray.`**`rfind`**(*sub*[, *start*[, *end*]])

Donne la plus grande position de *sub* dans la séquence, de telle sorte que *sub* soit dans `s[start:end]`. Les arguments facultatifs *start* et *end* sont interprétés comme dans la notation des *slices*. Donne `-1` si *sub* n'est pas trouvable.

La sous-séquence à rechercher peut être un quelconque *bytes-like object* ou un nombre entier compris entre 0 et 255.

Modifié dans la version 3.3 : Accepte aussi un nombre entier compris entre 0 et 255 comme sous-séquence.

bytes.**rindex**(*sub*[, *start*[, *end*]])
bytearray.**rindex**(*sub*[, *start*[, *end*]])
Semblable à `rfind()` mais lève une `ValueError` lorsque *sub* est introuvable.

La sous-séquence à rechercher peut être un quelconque *bytes-like object* ou un nombre entier compris entre 0 et 255.

Modifié dans la version 3.3 : Accepte aussi un nombre entier compris entre 0 et 255 comme sous-séquence.

bytes.**rpartition**(*sep*)
bytearray.**rpartition**(*sep*)
Coupe la séquence à la dernière occurrence de *sep*, et renvoie un triplet de trois éléments contenant la partie précédent le séparateur, le séparateur lui même (ou sa copie, un *bytearray*), et la partie suivant le séparateur. Si le séparateur n'est pas trouvé, le triplet contiendra deux *bytes* ou *bytesarray* vides suivi d'une copie de la séquence d'origine.

Le séparateur à rechercher peut être tout *bytes-like object*.

bytes.**startswith**(*prefix*[, *start*[, *end*]])
bytearray.**startswith**(*prefix*[, *start*[, *end*]])
Donne `True` si les données binaires commencent par le *prefix* spécifié, sinon `False`. *prefix* peut aussi être un tuple de préfixes à rechercher. Avec l'argument *start* la recherche commence à cette position. Avec l'argument *end* option, la recherche s'arrête à cette position.

Le préfixe(s) à rechercher peuvent être n'importe quel *bytes-like object*.

bytes.**translate**(*table*, *delete=b''*)
bytearray.**translate**(*table*, *delete=b''*)
Renvoie une copie du *bytes* ou *bytearray* dont tous les octets de *delete* sont supprimés, et les octets restants changés par la table de correspondance donnée, qui doit être un objet *bytes* d'une longueur de 256.

Vous pouvez utiliser la méthode `bytes.maketrans()` pour créer une table de correspondance.

Donnez `None` comme *table* pour seulement supprimer des caractères :

```
>>> b'read this short text'.translate(None, b'aeiou')
b'rd ths shrt txt'
```

Modifié dans la version 3.6 : *delete* est maintenant accepté comme argument nommé.

Les méthodes suivantes sur les *bytes* et *bytearray* supposent par défaut que les données traitées sont compatibles ASCII, mais peuvent toujours être utilisées avec des données binaires, arbitraires, en passant des arguments appropriés. Notez que toutes les méthodes de *bytearray* de cette section ne travaillent jamais sur l'objet lui même, mais renvoient un nouvel objet.

bytes.**center**(*width*[, *fillbyte*])
bytearray.**center**(*width*[, *fillbyte*])
Renvoie une copie de l'objet centrée dans une séquence de longueur *width*. Le remplissage est fait en utilisant *fillbyte* (qui par défaut est un espace ASCII). Pour les objets `bytes`, la séquence initiale est renvoyée si *width* est inférieur ou égal à `len(s)`.

Note : La version *bytearray* de cette méthode *ne modifie pas* les octets, elle produit toujours un nouvel objet, même si aucune modification n'a été effectuée.

---

bytes.**ljust**(*width*[, *fillbyte*])
bytearray.**ljust**(*width*[, *fillbyte*])
Renvoie une copie de l'objet aligné à gauche dans une séquence de longueur *width*. Le remplissage est fait en utilisant *fillbyte* (par défaut un espace ASCII). Pour les objets `bytes`, la séquence initiale est renvoyée si *width* est inférieure ou égale à `len(s)`.

Note : La version *bytearray* de cette méthode *ne modifie pas* les octets, elle produit toujours un nouvel objet, même si aucune modification n'a été effectuée.

---

bytes.**lstrip**([*chars*])

bytearray.**lstrip**([*chars*])

Renvoie une copie de la séquence dont certains préfixes ont été supprimés. L'argument *chars* est une séquence binaire spécifiant le jeu d'octets à supprimer. Ce nom se réfère au fait de cette méthode est généralement utilisée avec des caractères ASCII. En cas d'omission ou `None`, la valeur par défaut de *chars* permet de supprimer des espaces ASCII. L'argument *chars* n'est pas un préfixe, toutes les combinaisons de ses valeurs sont supprimées :

```
>>> b'   spacious   '.lstrip()
b'spacious   '
>>> b'www.example.com'.lstrip(b'cmowz.')
b'example.com'
```

La séquence de valeurs à supprimer peut être tout *bytes-like object*.

Note : La version *bytearray* de cette méthode *ne modifie pas* les octets, elle produit toujours un nouvel objet, même si aucune modification n'a été effectuée.

---

bytes.**rjust**(*width*[, *fillbyte*])
bytearray.**rjust**(*width*[, *fillbyte*])

Renvoie une copie de l'objet justifié à droite dans une séquence de longueur *width*. Le remplissage est fait en utilisant le caractère *fillbyte* (par défaut est un espace ASCII). Pour les objets `bytes`, la séquence d'origine est renvoyée si *width* est inférieure ou égale à `len(s)`.

Note : La version *bytearray* de cette méthode *ne modifie pas* les octets, elle produit toujours un nouvel objet, même si aucune modification n'a été effectuée.

---

bytes.**rsplit**(*sep=None*, *maxsplit=-1*)
bytearray.**rsplit**(*sep=None*, *maxsplit=-1*)

Divise la séquence d'octets en sous-séquences du même type, en utilisant *sep* comme séparateur. Si *maxsplit* est donné, c'est le nombre maximum de divisions qui pourront être faites, celles "à droite". Si *sep* est pas spécifié ou est `None`, toute sous-séquence composée uniquement d'espaces ASCII est un séparateur. En dehors du fait qu'il découpe par la droite, `rsplit()` se comporte comme `split()` qui est décrit en détail ci-dessous.

bytes.**rstrip**([*chars*])
bytearray.**rstrip**([*chars*])

Renvoie une copie de la séquence dont des octets finaux sont supprimés. L'argument *chars* est une séquence d'octets spécifiant le jeu de caractères à supprimer. En cas d'omission ou `None`, les espaces ASCII sont supprimés. L'argument *chars* n'est pas un suffixe : toutes les combinaisons de ses valeurs sont retirées :

```
>>> b'   spacious   '.rstrip()
b'   spacious'
>>> b'mississippi'.rstrip(b'ipz')
b'mississ'
```

La séquence de valeurs à supprimer peut être tout *bytes-like object*.

Note : La version *bytearray* de cette méthode *ne modifie pas* les octets, elle produit toujours un nouvel objet, même si aucune modification n'a été effectuée.

---

bytes.**split**(*sep=None*, *maxsplit=-1*)
bytearray.**split**(*sep=None*, *maxsplit=-1*)

Divise la séquence en sous-séquences du même type, en utilisant *sep* comme séparateur. Si *maxsplit* est donné, c'est le nombre maximum de divisions qui pourront être faites (la liste aura donc au plus `maxsplit+1` éléments), Si *maxsplit* n'est pas spécifié ou faut `-1`, il n'y a aucune limite au nombre de découpes (elles sont toutes effectuées).

Si *sep* est donné, les délimiteurs consécutifs ne sont pas regroupés et ainsi délimitent ainsi des chaînes vides (par exemple, `b'1,,2'.split(b',')` donne `[b'1', b'', b'2']`). L'argument *sep* peut contenir plusieurs sous séquences (par exemple, `b'1<>2<>3'.split(b'<>')` renvoie `[b'1', b'2', b'3']`). Découper une chaîne vide en spécifiant *sep* donne `[b'']` ou `[bytearray(b'')]` en fonction du type de l'objet découpé. L'argument *sep* peut être n'importe quel *bytes-like object*.

Par exemple :

```
>>> b'1,2,3'.split(b',')
[b'1', b'2', b'3']
>>> b'1,2,3'.split(b',', maxsplit=1)
[b'1', b'2,3']
>>> b'1,2,,3,'.split(b',')
[b'1', b'2', b'', b'3', b'']
```

Si *sep* n'est pas spécifié ou est `None`, un autre algorithme de découpe est appliqué : les espaces ASCII consécutifs sont considérés comme un seul séparateur, et le résultat ne contiendra pas les chaînes vides de début ou de la fin si la chaîne est préfixée ou suffixé d'espaces. Par conséquent, diviser une séquence vide ou une séquence composée d'espaces ASCII avec un séparateur `None` renvoie `[]`.

Par exemple :

```
>>> b'1 2 3'.split()
[b'1', b'2', b'3']
>>> b'1 2 3'.split(maxsplit=1)
[b'1', b'2 3']
>>> b'   1   2   3   '.split()
[b'1', b'2', b'3']
```

`bytes.`**`strip`**`(`[*chars*]`)`
`bytearray.`**`strip`**`(`[*chars*]`)`

Renvoie une copie de la séquence dont des caractères initiaux et finaux sont supprimés. L'argument *chars* est une séquence spécifiant le jeu d'octets à supprimer, le nom se réfère au fait de cette méthode est généralement utilisée avec des caractères ASCII. En cas d'omission ou `None`, les espaces ASCII sont supprimés. L'argument *chars* n'est ni un préfixe ni un suffixe, toutes les combinaisons de ses valeurs sont supprimées :

```
>>> b'   spacious   '.strip()
b'spacious'
>>> b'www.example.com'.strip(b'cmowz.')
b'example'
```

La séquence de valeurs à supprimer peut être tout *bytes-like object*.

Note : La version *bytearray* de cette méthode *ne modifie pas* les octets, elle produit toujours un nouvel objet, même si aucune modification n'a été effectuée.

Les méthodes suivantes sur les *bytes* et *bytearray* supposent l'utilisation d'un format binaire compatible ASCII, et donc doivent être évités lorsque vous travaillez avec des données binaires arbitraires. Notez que toutes les méthodes de *bytearray* de cette section *ne modifient pas* les octets, ils produisent de nouveaux objets.

`bytes.`**`capitalize`**`()`
`bytearray.`**`capitalize`**`()`

Renvoie une copie de la séquence dont chaque octet est interprété comme un caractère ASCII, le premier octet en capitale et le reste en minuscules. Les octets non ASCII ne sont pas modifiés.

Note : La version *bytearray* de cette méthode *ne modifie pas* les octets, elle produit toujours un nouvel objet, même si aucune modification n'a été effectuée.

`bytes.`**`expandtabs`**`(`*tabsize=8*`)`
`bytearray.`**`expandtabs`**`(`*tabsize=8*`)`

Renvoie une copie de la séquence où toutes les tabulations ASCII sont remplacées par un ou plusieurs espaces ASCII, en fonction de la colonne courante et de la taille de tabulation donnée. Les positions des tabulations se trouvent tous les *tabsize* caractères (8 par défaut, ce qui donne les positions de tabulations aux colonnes 0, 8, 16 et ainsi de suite). Pour travailler sur la séquence, la colonne en cours est mise à zéro et la séquence est examinée octets par octets. Si l'octet est une tabulation ASCII (`b'\t'`), un ou plusieurs espaces sont insérés au résultat jusqu'à ce que la colonne courante soit égale à la position de tabulation suivante. (Le caractère tabulation lui-même n'est pas copié.) Si l'octet courant est un saut de ligne ASCII (`b'\n'`) ou un retour chariot (`b'\r'`), il

est copié et la colonne en cours est remise à zéro. Tout autre octet est copié inchangé et la colonne en cours est incrémentée de un indépendamment de la façon dont l'octet est représenté lors de l'affichage :

```
>>> b'01\t012\t0123\t01234'.expandtabs()
b'01      012     0123    01234'
>>> b'01\t012\t0123\t01234'.expandtabs(4)
b'01  012 0123    01234'
```

Note : La version *bytearray* de cette méthode *ne modifie pas* les octets, elle produit toujours un nouvel objet, même si aucune modification n'a été effectuée.

bytes.**isalnum**()
bytearray.**isalnum**()
Return `True` if all bytes in the sequence are alphabetical ASCII characters or ASCII decimal digits and the sequence is not empty, `False` otherwise. Alphabetic ASCII characters are those byte values in the sequence `b'abcdefghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ'`. ASCII decimal digits are those byte values in the sequence `b'0123456789'`.

Par exemple :

```
>>> b'ABCabc1'.isalnum()
True
>>> b'ABC abc1'.isalnum()
False
```

bytes.**isalpha**()
bytearray.**isalpha**()
Return `True` if all bytes in the sequence are alphabetic ASCII characters and the sequence is not empty, `False` otherwise. Alphabetic ASCII characters are those byte values in the sequence `b'abcdefghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ'`.

Par exemple :

```
>>> b'ABCabc'.isalpha()
True
>>> b'ABCabc1'.isalpha()
False
```

bytes.**isascii**()
bytearray.**isascii**()
Return `True` if the sequence is empty or all bytes in the sequence are ASCII, `False` otherwise. ASCII bytes are in the range 0-0x7F.

Nouveau dans la version 3.7.

bytes.**isdigit**()
bytearray.**isdigit**()
Return `True` if all bytes in the sequence are ASCII decimal digits and the sequence is not empty, `False` otherwise. ASCII decimal digits are those byte values in the sequence `b'0123456789'`.

Par exemple :

```
>>> b'1234'.isdigit()
True
>>> b'1.23'.isdigit()
False
```

bytes.**islower**()
bytearray.**islower**()
Return `True` if there is at least one lowercase ASCII character in the sequence and no uppercase ASCII characters, `False` otherwise.

Par exemple :

```
>>> b'hello world'.islower()
True
>>> b'Hello world'.islower()
False
```

Les caractères ASCII minuscules sont `b'abcdefghijklmnopqrstuvwxyz'`. Les capitales ASCII sont `b'ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ'`.

`bytes.`**`isspace`**`()`
`bytearray.`**`isspace`**`()`
Return `True` if all bytes in the sequence are ASCII whitespace and the sequence is not empty, `False` otherwise. ASCII whitespace characters are those byte values in the sequence `b' \t\n\r\x0b\f'` (space, tab, newline, carriage return, vertical tab, form feed).

`bytes.`**`istitle`**`()`
`bytearray.`**`istitle`**`()`
Return `True` if the sequence is ASCII titlecase and the sequence is not empty, `False` otherwise. See *`bytes.title()`* for more details on the definition of "titlecase".

Par exemple :

```
>>> b'Hello World'.istitle()
True
>>> b'Hello world'.istitle()
False
```

`bytes.`**`isupper`**`()`
`bytearray.`**`isupper`**`()`
Return `True` if there is at least one uppercase alphabetic ASCII character in the sequence and no lowercase ASCII characters, `False` otherwise.

Par exemple :

```
>>> b'HELLO WORLD'.isupper()
True
>>> b'Hello world'.isupper()
False
```

Les caractères ASCII minuscules sont `b'abcdefghijklmnopqrstuvwxyz'`. Les capitales ASCII sont `b'ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ'`.

`bytes.`**`lower`**`()`
`bytearray.`**`lower`**`()`
Renvoie une copie de la séquence dont tous les caractères ASCII en majuscules sont convertis en leur équivalent en minuscules.

Par exemple :

```
>>> b'Hello World'.lower()
b'hello world'
```

Les caractères ASCII minuscules sont `b'abcdefghijklmnopqrstuvwxyz'`. Les capitales ASCII sont `b'ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ'`.

Note : La version *bytearray* de cette méthode *ne modifie pas* les octets, elle produit toujours un nouvel objet, même si aucune modification n'a été effectuée.

`bytes.`**`splitlines`**`(`*keepends=False*`)`
`bytearray.`**`splitlines`**`(`*keepends=False*`)`
Renvoie une liste des lignes de la séquence d'octets, découpant au niveau des fin de lignes ASCII. Cette méthode utilise l'approche *universal newlines* pour découper les lignes. Les fins de ligne ne sont pas inclus dans la liste des résultats, sauf si *keepends* est donné et vrai.

Par exemple :

```
>>> b'ab c\n\nde fg\rkl\r\n'.splitlines()
[b'ab c', b'', b'de fg', b'kl']
>>> b'ab c\n\nde fg\rkl\r\n'.splitlines(keepends=True)
[b'ab c\n', b'\n', b'de fg\r', b'kl\r\n']
```

Contrairement à *split()* lorsque le délimiteur *sep* est fourni, cette méthode renvoie une liste vide pour la chaîne vide, et un saut de ligne à la fin ne se traduit pas par une ligne supplémentaire :

```
>>> b"".split(b'\n'), b"Two lines\n".split(b'\n')
([b''], [b'Two lines', b''])
>>> b"".splitlines(), b"One line\n".splitlines()
([], [b'One line'])
```

bytes.**swapcase**()
bytearray.**swapcase**()

Renvoie une copie de la séquence dont tous les caractères ASCII minuscules sont convertis en majuscules et vice-versa.

Par exemple :

```
>>> b'Hello World'.swapcase()
b'hELLO wORLD'
```

Les caractères ASCII minuscules sont `b'abcdefghijklmnopqrstuvwxyz'`. Les capitales ASCII sont `b'ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ'`.

Contrairement à *str.swapcase()*, `bin.swapcase().swapcase() == bin` est toujours vrai. Les conversions majuscule/minuscule en ASCII étant toujours symétrique, ce qui n'est pas toujours vrai avec Unicode.

Note : La version *bytearray* de cette méthode *ne modifie pas* les octets, elle produit toujours un nouvel objet, même si aucune modification n'a été effectuée.

---

bytes.**title**()
bytearray.**title**()

Renvoie une version *titlecased* de la séquence d'octets où les mots commencent par un caractère ASCII majuscule et les caractères restants sont en minuscules. Les octets non capitalisables ne sont pas modifiés.

Par exemple :

```
>>> b'Hello world'.title()
b'Hello World'
```

Les caractères ASCII minuscules sont `b'abcdefghijklmnopqrstuvwxyz'`. Les caractères ASCII majuscules sont `b'ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ'`. Aucun autre octet n'est capitalisable.

Pour l'algorithme, la notion de mot est définie simplement et indépendamment de la langue comme un groupe de lettres consécutives. La définition fonctionne dans de nombreux contextes, mais cela signifie que les apostrophes (typiquement de la forme possessive en Anglais) forment les limites de mot, ce qui n'est pas toujours le résultat souhaité :

```
>>> b"they're bill's friends from the UK".title()
b"They're Bill's Friends From The Uk"
```

Une solution pour contourner le problème des apostrophes peut être obtenue en utilisant des expressions rationnelles :

```
>>> import re
>>> def titlecase(s):
...     return re.sub(rb"[A-Za-z]+('[A-Za-z]+)?",
...                   lambda mo: mo.group(0)[0:1].upper() +
...                              mo.group(0)[1:].lower(),
...                   s)
...
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
>>> titlecase(b"they're bill's friends.")
b"They're Bill's Friends."
```

Note : La version *bytearray* de cette méthode *ne modifie pas* les octets, elle produit toujours un nouvel objet, même si aucune modification n'a été effectuée.

`bytes.`**`upper`**`()`
`bytearray.`**`upper`**`()`

Renvoie une copie de la séquence dont tous les caractères ASCII minuscules sont convertis en leur équivalent majuscule.

Par exemple :

```
>>> b'Hello World'.upper()
b'HELLO WORLD'
```

Les caractères ASCII minuscules sont `b'abcdefghijklmnopqrstuvwxyz'`. Les capitales ASCII sont `b'ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ'`.

Note : La version *bytearray* de cette méthode *ne modifie pas* les octets, elle produit toujours un nouvel objet, même si aucune modification n'a été effectuée.

`bytes.`**`zfill`**`(`*width*`)`
`bytearray.`**`zfill`**`(`*width*`)`

Renvoie une copie de la séquence remplie par la gauche du chiffre `b'0'` pour en faire une séquence de longueur *width*. Un préfixe (`b'+'` / `b'-'`) est permis par l'insertion du caractère de remplissage *après* le caractère de signe plutôt qu'avant. Pour les objets *bytes* la séquence d'origine est renvoyée si *width* est inférieur ou égale à `len(seq)`.

Par exemple :

```
>>> b"42".zfill(5)
b'00042'
>>> b"-42".zfill(5)
b'-0042'
```

Note : La version *bytearray* de cette méthode *ne modifie pas* les octets, elle produit toujours un nouvel objet, même si aucune modification n'a été effectuée.

4.8.4 Formatage de *bytes* a la `printf`

Note : Les opérations de formatage décrites ici présentent une variété de bizarreries qui conduisent à un certain nombre d'erreurs classiques (typiquement, échouer à afficher des tuples ou des dictionnaires correctement). Si la valeur à afficher peut être un tuple ou un dictionnaire, mettez le a l'intérieur d'un autre tuple.

Les objets *bytes* (`bytes` et `bytearray`) ont un unique opérateur : l'opérateur `%` (modulo). Il est aussi connu sous le nom d'opérateur de mise en forme. Avec `format % values` (où *format* est un objet *bytes*), les marqueurs de conversion `%` dans *format* sont remplacés par zéro ou plus de *values*. L'effet est similaire à la fonction `sprintf()` du langage C.

Si *format* ne nécessite qu'un seul argument, *values* peut être un objet unique.[5] Si *values* est un tuple, il doit contenir exactement le nombre d'éléments spécifiés dans le format en *bytes*, ou un seul objet de correspondances (*mapping object*, par exemple, un dictionnaire).

Un indicateur de conversion contient deux ou plusieurs caractères et comporte les éléments suivants, qui doivent apparaître dans cet ordre :

1. Le caractère `'%'`, qui marque le début du marqueur.
2. La clé de correspondance (facultative), composée d'une suite de caractères entre parenthèse (par exemple, `(somename)`).
3. Des options de conversion, facultatives, qui affectent le résultat de certains types de conversion.
4. Largeur minimum (facultative). Si elle vaut `'*'` (astérisque), la largeur est lue de l'élément suivant du tuple *values*, et l'objet à convertir vient après la largeur de champ minimale et la précision facultative.
5. Précision (facultatif), donnée sous la forme d'un `'.'` (point) suivi de la précision. Si la précision est `'*'` (un astérisque), la précision est lue à partir de l'élément suivant du tuple *values* et la valeur à convertir vient ensuite.
6. Modificateur de longueur (facultatif).
7. Type de conversion.

Lorsque l'argument de droite est un dictionnaire (ou un autre type de *mapping*), les marqueurs dans le *bytes doivent* inclure une clé présente dans le dictionnaire, écrite entre parenthèses, immédiatement après le caractère `'%'`. La clé indique quelle valeur du dictionnaire doit être formatée. Par exemple :

```
>>> print(b'%(language)s has %(number)03d quote types.' %
...       {b'language': b"Python", b"number": 2})
b'Python has 002 quote types.'
```

Dans ce cas, aucune `*` ne peuvent se trouver dans le format (car ces `*` nécessitent une liste (accès séquentiel) de paramètres).

Les caractères indicateurs de conversion sont :

Option	Signification
`'#'`	La conversion utilisera la "forme alternative" (définie ci-dessous).
`'0'`	Les valeurs numériques converties seront complétée de zéros.
`'-'`	La valeur convertie est ajustée à gauche (remplace la conversion `'0'` si les deux sont données).
`' '`	(un espace) Un espace doit être laissé avant un nombre positif (ou chaîne vide) produite par la conversion d'une valeur signée.
`'+'`	Un caractère de signe (`'+'` ou `'-'`) précède la valeur convertie (remplace le marqueur "espace").

Un modificateur de longueur (`h`, `l` ou `L`) peut être présent, mais est ignoré car il est pas nécessaire pour Python, donc par exemple `%ld` est identique à `%d`.

Les types utilisables dans les conversion sont :

Conversion	Signification	Notes
`'d'`	Entier décimal signé.	
`'i'`	Entier décimal signé.	
`'o'`	Valeur octale signée.	(1)
`'u'`	Type obsolète — identique à `'d'`.	(8)
`'x'`	Hexadécimal signé (en minuscules).	(2)
`'X'`	Hexadécimal signé (capitales).	(2)
`'e'`	Format exponentiel pour un *float* (minuscule).	(3)
`'E'`	Format exponentiel pour un *float* (en capitales).	(3)
`'f'`	Format décimal pour un *float*.	(3)
`'F'`	Format décimal pour un *float*.	(3)
`'g'`	Format *float*. Utilise le format exponentiel minuscules si l'exposant est inférieur à `-4` ou pas plus petit que la précision, sinon le format décimal.	(4)
`'G'`	Format *float*. Utilise le format exponentiel en capitales si l'exposant est inférieur à `-4` ou pas plus petit que la précision, sinon le format décimal.	(4)
`'c'`	Octet simple (Accepte un nombre entier ou un seul objet *byte*).	
`'b'`	*Bytes* (tout objet respectant le buffer protocol ou ayant la méthode `__bytes__()`).	(5)
`'s'`	`'s'` est un alias de `'b'` et ne devrait être utilisé que pour du code Python2/3.	(6)
`'a'`	*Bytes* (convertis n'importe quel objet Python en utilisant `repr(obj).encode('ascii', 'backslashreplace)`).	(5)
`'r'`	`'r'` est un alias de `'a'` et ne devrait être utilise que dans du code Python2/3.	(7)
`'%'`	Aucun argument n'est converti, donne un caractère de `'%'` dans le résultat.	

Notes :

(1) La forme alternative entraîne l'insertion d'un préfixe octal (`'0o'`) avant le premier chiffre.

(2) La forme alternative entraîne l'insertion d'un préfixe `'0x'` ou `'0X'` (respectivement pour les formats `'x'` et `'X'`) avant le premier chiffre.

(3) La forme alternative implique la présence d'un point décimal, même si aucun chiffre ne le suit.
La précision détermine le nombre de chiffres après la virgule, 6 par défaut.

(4) La forme alternative implique la présence d'un point décimal et les zéros non significatifs sont conservés (ils ne le seraient pas autrement).
La précision détermine le nombre de chiffres significatifs avant et après la virgule. 6 par défaut.

(5) Si la précision est `N`, la sortie est tronquée à `N` caractères.

(6) `b'%s'` est obsolète, mais ne sera pas retiré des version 3.x.

(7) `b'%r'` est obsolète mais ne sera pas retiré dans Python 3.x.

(8) Voir la **PEP 237**.

Note : La version *bytearray* de cette méthode *ne modifie pas* les octets, elle produit toujours un nouvel objet, même si aucune modification n'a été effectuée.

Voir aussi :

PEP 461 -- Ajout du formatage via % aux *bytes* et *bytesarray*

Nouveau dans la version 3.5.

4.8.5 Vues de mémoires

Les *memoryview* permettent a du code Python d'accéder sans copie aux données internes d'un objet prenant en charge le buffer protocol.

class memoryview(*obj*)

Crée une *memoryview* faisant référence à *obj*. *obj* doit supporter le *buffer protocol*. Les objets natifs prenant en charge le *buffer protocol* sont *bytes* et *bytearray*.

Une *memoryview* a la notion d'*element*, qui est l'unité de mémoire atomique géré par l'objet *obj* d'origine. Pour de nombreux types simples comme *bytes* et *bytearray*, l'élément est l'octet, mais pour d'autres types tels que *array.array* les éléments peuvent être plus grands.

`len(view)` est égal à la grandeur de *tolist*. Si `view.ndim = 0`, la longueur vaut 1. Si `view.ndim = 1`, la longueur est égale au nombre d'éléments de la vue. Pour les dimensions plus grandes, la longueur est égale à la longueur de la sous-liste représentée par la vue. L'attribut *itemsize* vous donnera la taille en octets d'un élément.

Une *memoryview* autorise le découpage et l'indiçage de ses données. Découper sur une dimension donnera une sous-vue :

```
>>> v = memoryview(b'abcefg')
>>> v[1]
98
>>> v[-1]
103
>>> v[1:4]
<memory at 0x7f3ddc9f4350>
>>> bytes(v[1:4])
b'bce'
```

Si le *format* est un des formats natif du module *struct*, indexer avec un nombre entier ou un *tuple* de nombres entiers est aussi autorisé et renvoie un seul *element* du bon type. Les *memoryview* à une dimension peuvent être indexées avec un nombre entier ou un *tuple* d'un entier. Les *memoryview* multi-dimensionnelles peuvent être indexées avec des *tuples* d'exactement *ndim* entiers où *ndim* est le nombre de dimensions. Les *memoryviews* à zéro dimension peuvent être indexées avec un *tuple* vide.

Voici un exemple avec un autre format que *byte* :

```
>>> import array
>>> a = array.array('l', [-11111111, 22222222, -33333333, 44444444])
>>> m = memoryview(a)
>>> m[0]
-11111111
>>> m[-1]
44444444
>>> m[::2].tolist()
[-11111111, -33333333]
```

Si l'objet sous-jacent est accessible en écriture, la *memoryview* autorisera les assignations de tranches à une dimension. Redimensionner n'est cependant pas autorisé :

```
>>> data = bytearray(b'abcefg')
>>> v = memoryview(data)
>>> v.readonly
False
>>> v[0] = ord(b'z')
>>> data
bytearray(b'zbcefg')
>>> v[1:4] = b'123'
>>> data
bytearray(b'z123fg')
>>> v[2:3] = b'spam'
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
ValueError: memoryview assignment: lvalue and rvalue have different structures
>>> v[2:6] = b'spam'
>>> data
bytearray(b'z1spam')
```

Les *memoryviews* à une dimension de types hachables (lecture seule) avec les formats 'B', 'b', ou 'c' sont aussi hachables. La fonction de hachage est définie tel que `hash(m) == hash(m.tobytes())` :

```
>>> v = memoryview(b'abcefg')
>>> hash(v) == hash(b'abcefg')
True
>>> hash(v[2:4]) == hash(b'ce')
True
>>> hash(v[::-2]) == hash(b'abcefg'[::-2])
True
```

Modifié dans la version 3.3 : Les *memoryviews* à une dimension peuvent aussi être découpées. Les *memoryviews* à une dimension avec les formats 'B', 'b', ou 'c' sont maintenant hachables.

Modifié dans la version 3.4 : *memoryview* est maintenant enregistrée automatiquement avec *collections.abc.Sequence*

Modifié dans la version 3.5 : les *memoryviews* peut maintenant être indexées par un n-uplet d'entiers.

La *memoryview* dispose de plusieurs méthodes :

__eq__(*exporter*)

Une *memoryview* et un *exporter* de la **PEP 3118** sont égaux si leurs formes sont équivalentes et si toutes les valeurs correspondantes sont égales, le format respectifs des opérandes étant interprétés en utilisant la syntaxe de *struct*.

Pour le sous-ensemble des formats de *struct* supportés par *tolist()*, `v` et `w` sont égaux si `v.tolist() ==w.tolist()` :

```
>>> import array
>>> a = array.array('I', [1, 2, 3, 4, 5])
>>> b = array.array('d', [1.0, 2.0, 3.0, 4.0, 5.0])
>>> c = array.array('b', [5, 3, 1])
>>> x = memoryview(a)
>>> y = memoryview(b)
>>> x == a == y == b
True
>>> x.tolist() == a.tolist() == y.tolist() == b.tolist()
True
>>> z = y[::-2]
>>> z == c
True
>>> z.tolist() == c.tolist()
True
```

Si l'un des format n'est pas supporté par le module de *struct*, les objets seront toujours considérés différents (même si les formats et les valeurs contenues sont identiques) :

```
>>> from ctypes import BigEndianStructure, c_long
>>> class BEPoint(BigEndianStructure):
...     _fields_ = [("x", c_long), ("y", c_long)]
...
>>> point = BEPoint(100, 200)
>>> a = memoryview(point)
>>> b = memoryview(point)
>>> a == point
False
>>> a == b
False
```

Notez que pour les *memoryview*, comme pour les nombres à virgule flottante, `v is w` *n'implique pas* `v == w`.

Modifié dans la version 3.3 : Les versions précédentes comparaient la mémoire brute sans tenir compte du format de l'objet ni de sa structure logique.

tobytes()

Renvoie les données du *buffer* sous forme de *bytes*. Cela équivaut à appeler le constructeur *bytes* sur le *memoryview*.

```
>>> m = memoryview(b"abc")
>>> m.tobytes()
b'abc'
>>> bytes(m)
b'abc'
```

Pour les listes non contiguës le résultat est égal à la représentation en liste aplatie dont tous les éléments sont convertis en octets. *tobytes()* supporte toutes les chaînes de format, y compris celles qui ne sont pas connues du module *struct*.

hex()

Renvoie une chaîne contenant deux chiffres hexadécimaux pour chaque octet de la mémoire.

```
>>> m = memoryview(b"abc")
>>> m.hex()
'616263'
```

Nouveau dans la version 3.5.

tolist()

Renvoie les données de la mémoire sous la forme d'une liste d'éléments.

```
>>> memoryview(b'abc').tolist()
[97, 98, 99]
>>> import array
>>> a = array.array('d', [1.1, 2.2, 3.3])
>>> m = memoryview(a)
>>> m.tolist()
[1.1, 2.2, 3.3]
```

Modifié dans la version 3.3 : *tolist()* prend désormais en charge tous les formats d'un caractère du module *struct* ainsi que des représentations multidimensionnelles.

release()

Libère le tampon sous-jacent exposé par l'objet *memoryview*. Beaucoup d'objets prennent des initiatives particulières lorsqu'ils sont liés à une vue (par exemple, un *bytearray* refusera temporairement de se faire redimensionner). Par conséquent, appeler *release()* peut être pratique pour lever ces restrictions (et en libérer les ressources liées) aussi tôt que possible.

Après le premier appel de cette méthode, toute nouvelle opération sur la *view* lève une *ValueError* (sauf *release()* elle-même qui peut être appelée plusieurs fois) :

```
>>> m = memoryview(b'abc')
>>> m.release()
>>> m[0]
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
ValueError: operation forbidden on released memoryview object
```

Le protocole de gestion de contexte peut être utilisé pour obtenir un effet similaire, via l'instruction `with` :

```
>>> with memoryview(b'abc') as m:
...     m[0]
...
97
>>> m[0]
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
ValueError: operation forbidden on released memoryview object
```

Nouveau dans la version 3.2.

cast (*format*[, *shape*])

Change le format ou la forme d'une *memoryview*. Par défaut *shape* vaut `[byte_length//new_itemsize]`, ce qui signifie que la vue résultante n'aura qu'une dimension. La valeur renvoyée est une nouvelle *memoryview*, mais la mémoire elle-même n'est pas copiée. Les changements supportés sont une dimension vers C-*contiguous* et *C-contiguous* vers une dimension.

Le format de destination est limité à un seul élément natif de la syntaxe du module `struct`. L'un des formats doit être un *byte* ('B', 'b', ou 'c'). La longueur du résultat en octets doit être la même que la longueur initiale.

Transforme *1D/long* en *1D/unsigned bytes* :

```
>>> import array
>>> a = array.array('l', [1,2,3])
>>> x = memoryview(a)
>>> x.format
'l'
>>> x.itemsize
8
>>> len(x)
3
>>> x.nbytes
24
>>> y = x.cast('B')
>>> y.format
'B'
>>> y.itemsize
1
>>> len(y)
24
>>> y.nbytes
24
```

Transforme *1D/unsigned bytes* en *1D/char* :

```
>>> b = bytearray(b'zyz')
>>> x = memoryview(b)
>>> x[0] = b'a'
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
ValueError: memoryview: invalid value for format "B"
>>> y = x.cast('c')
>>> y[0] = b'a'
>>> b
bytearray(b'ayz')
```

Transforme *1D/bytes* en *3D/ints* en *1D/signed char* :

```
>>> import struct
>>> buf = struct.pack("i"*12, *list(range(12)))
>>> x = memoryview(buf)
>>> y = x.cast('i', shape=[2,2,3])
>>> y.tolist()
[[[0, 1, 2], [3, 4, 5]], [[6, 7, 8], [9, 10, 11]]]
>>> y.format
'i'
>>> y.itemsize
4
>>> len(y)
2
>>> y.nbytes
48
>>> z = y.cast('b')
>>> z.format
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
'b'
>>> z.itemsize
1
>>> len(z)
48
>>> z.nbytes
48
```

Cast 1D/unsigned long to 2D/unsigned long :

```
>>> buf = struct.pack("L"*6, *list(range(6)))
>>> x = memoryview(buf)
>>> y = x.cast('L', shape=[2,3])
>>> len(y)
2
>>> y.nbytes
48
>>> y.tolist()
[[0, 1, 2], [3, 4, 5]]
```

Nouveau dans la version 3.3.

Modifié dans la version 3.5 : Le format de la source n'est plus restreint lors de la transformation vers une vue d'octets.

Plusieurs attributs en lecture seule sont également disponibles :

obj

L'objet sous-jacent de la *memoryview* :

```
>>> b  = bytearray(b'xyz')
>>> m = memoryview(b)
>>> m.obj is b
True
```

Nouveau dans la version 3.3.

nbytes

`nbytes == product(shape) * itemsize == len(m.tobytes())`. Ceci est l'espace que la liste utiliserait en octets, dans une représentation contiguë. Ce n'est pas nécessairement égale à `len(m)` :

```
>>> import array
>>> a = array.array('i', [1,2,3,4,5])
>>> m = memoryview(a)
>>> len(m)
5
>>> m.nbytes
20
>>> y = m[::2]
>>> len(y)
3
>>> y.nbytes
12
>>> len(y.tobytes())
12
```

Tableaux multidimensionnels :

```
>>> import struct
>>> buf = struct.pack("d"*12, *[1.5*x for x in range(12)])
>>> x = memoryview(buf)
>>> y = x.cast('d', shape=[3,4])
>>> y.tolist()
[[0.0, 1.5, 3.0, 4.5], [6.0, 7.5, 9.0, 10.5], [12.0, 13.5, 15.0, 16.5]]
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
>>> len(y)
3
>>> y.nbytes
96
```

Nouveau dans la version 3.3.

readonly
Un booléen indiquant si la mémoire est en lecture seule.

format
Une chaîne contenant le format (dans le style de *struct*) pour chaque élément de la vue. Une *memoryview* peut être crée depuis des exportateurs de formats arbitraires, mais certaines méthodes (comme *tolist()*) sont limitées aux formats natifs à un seul élément.

Modifié dans la version 3.3 : le format `'B'` est maintenant traité selon la syntaxe du module *struct*. Cela signifie que `memoryview(b'abc')[0] == b'abc'[0] == 97`.

itemsize
La taille en octets de chaque élément d'une *memoryview* :

```
>>> import array, struct
>>> m = memoryview(array.array('H', [32000, 32001, 32002]))
>>> m.itemsize
2
>>> m[0]
32000
>>> struct.calcsize('H') == m.itemsize
True
```

ndim
Un nombre entier indiquant le nombre de dimensions d'un tableau multi-dimensionnel représenté par la *memoryview*.

shape
Un *tuple* d'entiers de longueur *ndim* donnant la forme de la *memoryview* sous forme d'un tableau à N dimensions.

Modifié dans la version 3.3 : Un *tuple* vide au lieu de `None` lorsque *ndim = 0*.

strides
Un *tuple* d'entiers de longueur *ndim* donnant la taille en octets permettant d'accéder à chaque dimensions du tableau.

Modifié dans la version 3.3 : Un *tuple* vide au lieu de `None` lorsque *ndim = 0*.

suboffsets
Détail de l'implémentation des *PIL-style arrays*. La valeur n'est donné qu'a titre d'information.

c_contiguous
Un booléen indiquant si la mémoire est C-*contiguous*.

Nouveau dans la version 3.3.

f_contiguous
Un booléen indiquant si la mémoire est Fortran *contiguous*.

Nouveau dans la version 3.3.

contiguous
Un booléen indiquant si la mémoire est *contiguous*.

Nouveau dans la version 3.3.

4.9 Types d'ensembles — `set`, `frozenset`

Un objet *set* est une collection non-triée d'objets *hashable* distincts. Les utilisations classiques sont le test d'appartenance, la déduplication d'une séquence, ou le calcul d'opérations mathématiques telles que l'intersection, l'union, la différence, ou la différence symétrique. (Pour les autres conteneurs, voir les classes natives `dict`, `list`, et `tuple`, ainsi que le module `collections`.)

Comme pour les autres collections, les ensembles supportent `x in set`, `len(set)`, et `for x in set`. En tant que collection non-triée, les ensembles n'enregistrent pas la position des éléments ou leur ordre d'insertion. En conséquence, les *sets* n'autorisent ni l'indexation, ni le découpage, ou tout autre comportement de séquence.

Il existe actuellement deux types natifs pour les ensembles, `set` et `fronzenset`. Le type `set` est muable --- son contenu peut changer en utilisant des méthodes comme `add()` et `remove()`. Puisqu'il est muable, il n'a pas de valeur de hachage et ne peut donc pas être utilisé ni comme clef de dictionnaire ni comme élément d'un autre ensemble. Le type `frozenset` est immuable et *hashable* --- son contenu ne peut être modifié après sa création, il peut ainsi être utilisé comme clef de dictionnaire ou élément d'un autre *set*.

Des *sets* (mais pas des *frozensets*) peuvent être crées par une liste d'éléments séparés par des virgules et entre accolades, par exemple : `{'jack', 'sjoerd'}`, en plus du constructeur de la classe `set`.

Les constructeurs des deux classes fonctionnent pareil :

class set([*iterable*])
class frozenset([*iterable*])

Renvoie un nouveau *set* ou *frozenset* dont les éléments viennent d'*iterable*. Les éléments d'un *set* doivent être *hashable*. Pour représenter des *sets* de *sets* les *sets* intérieurs doivent être des `frozenset`. Si *iterable* n'est pas spécifié, un nouveau *set* vide est renvoyé.

Les instances de `set` et `frozenset` fournissent les opérations suivantes :

len(s)
Donne le nombre d'éléments dans le *set s* (cardinalité de *s*).

x in s
Test d'appartenance de *x* dans *s*.

x not in s
Test de non-appartenance de *x* dans *s*.

isdisjoint(*other*)
Renvoie `True` si l'ensemble n'a aucun élément en commun avec *other*. Les ensembles sont disjoints si et seulement si leurs intersection est un ensemble vide.

issubset(*other*)
set <= other
Teste si tous les éléments du set sont dans *other*.

set < other
Teste si l'ensemble est un sous-ensemble de *other*, c'est-à-dire, `set <= other and set != other`.

issuperset(*other*)
set >= other
Teste si tous les éléments de *other* sont dans l'ensemble.

set > other
Teste si l'ensemble est un sur-ensemble de *other*, c'est-à-dire, `set >= other and set != other`.

union(**others*)
set | other | ...
Renvoie un nouvel ensemble dont les éléments viennent de l'ensemble et de tous les autres.

intersection(**others*)
set & other & ...
Renvoie un nouvel ensemble dont les éléments sont commun à l'ensemble et à tous les autres.

difference(**others*)
set - other - ...
Renvoie un nouvel ensemble dont les éléments sont dans l'ensemble mais ne sont dans aucun des autres.

symmetric_difference(*other*)
set ^ other
Renvoie un nouvel ensemble dont les éléments sont soit dans l'ensemble, soit dans les autres, mais pas dans les deux.

copy()
Renvoie une copie de surface du dictionnaire.

Remarque : Les méthodes *union()*, *intersection()*, *difference()*, et *symmetric_difference()*, *issubset()*, et *issuperset()* acceptent n'importe quel itérable comme argument, contrairement aux opérateurs équivalents qui n'acceptent que des *sets*. Il est donc préférable d'éviter les constructions comme `set('abc') & 'cbs'`, sources typiques d'erreurs, en faveur d'une construction plus lisible : `set('abc').intersection('cbs')`.

Les classes *set* et *frozenset* supportent les comparaisons d'ensemble à ensemble. Deux ensembles sont égaux si et seulement si chaque éléments de chaque ensemble est contenu dans l'autre (autrement dit que chaque ensemble est un sous-ensemble de l'autre). Un ensemble est plus petit qu'un autre ensemble si et seulement si le premier est un sous-ensemble du second (un sous-ensemble, mais pas égal). Un ensemble est plus grand qu'un autre ensemble si et seulement si le premier est un sur-ensemble du second (est un sur-ensemble mais n'est pas égal).

Les instances de *set* se comparent aux instances de *frozenset* en fonction de leurs membres. Par exemple, `set('abc') == frozenset('abc')` envoie `True`, ainsi que `set('abc') in set([frozenset('abc')])`.

Les comparaisons de sous-ensemble et d'égalité ne se généralisent pas en une fonction donnant un ordre total. Par exemple, deux ensemble disjoints non vides ne sont ni égaux et ni des sous-ensembles l'un de l'autre, donc toutes ces comparaisons donnent `False` : `a<b`, `a==b`, et `a>b`.

Puisque les *sets* ne définissent qu'un ordre partiel (par leurs relations de sous-ensembles), la sortie de la méthode *list.sort()* n'est pas définie pour des listes d'ensembles.

Les éléments des *sets*, comme les clefs de dictionnaires, doivent être *hashable*.

Les opérations binaires mélangeant des instances de *set* et *frozenset* renvoient le type de la première opérande. Par exemple : `frozenset('ab') | set('bc')` renvoie une instance de *frozenset*.

La table suivante liste les opérations disponibles pour les *set* mais qui ne s'appliquent pas aux instances de *frozenset* :

update(**others*)
set |= other | ...
Met à jour l'ensemble, ajoutant les éléments de tous les autres.

intersection_update(**others*)
set &= other & ...
Met à jour l'ensemble, ne gardant que les éléments trouvés dans tous les autres.

difference_update(**others*)
set -= other | ...
Met à jour l'ensemble, retirant les éléments trouvés dans les autres.

symmetric_difference_update(*other*)
set ^= other
Met à jour le set, ne gardant que les éléments trouvés dans un des ensembles mais pas dans les deux.

add(*elem*)
Ajoute l'élément *elem* au set.

remove(*elem*)
Retire l'élément *elem* de l'ensemble. Lève une exception *KeyError* si *elem* n'est pas dans l'ensemble.

discard(*elem*)
Retire l'élément *elem* de l'ensemble s'il y est.

pop()
Retire et renvoie un élément arbitraire de l'ensemble. Lève une exception *KeyError* si l'ensemble est vide.

clear()
Supprime tous les éléments du *set*.

Notez que les versions non-opérateurs des méthodes *update()*, *intersection_update()*, *difference_update()*, et *symmetric_difference_update()* acceptent n'importe quel itérable comme argument.

Notez que l'argument *elem* des méthodes `__contains__()`, `remove()`, et `discard()` peut être un ensemble. Pour supporter la recherche d'un *frozenset* équivalent, un *frozenset* temporaire est crée depuis *elem*.

4.10 Les types de correspondances — `dict`

Un objet *mapping* fait correspondre des valeurs *hashable* à des objets arbitraires. Les *mappings* sont des objets muables. Il n'existe pour le moment qu'un type de *mapping* standard, le *dictionary*. (Pour les autres conteneurs, voir les types natifs `list`, `set`, et `tuple`, ainsi que le module `collections`.)

Les clefs d'un dictionnaire sont *presque* des données arbitraires. Les valeurs qui ne sont pas *hashable*, c'est-à-dire qui contiennent les listes, des dictionnaires ou autre type muable (qui sont comparés par valeur plutôt que par leur identité) ne peuvent pas être utilisées comme clef de dictionnaire. Les types numériques utilisés comme clef obéissent aux règles classiques en ce qui concerne les comparaisons : si deux nombres sont égaux (comme `1` et `1.0`) ils peuvent tous les deux être utilisés pour obtenir la même entrée d'un dictionnaire. (Notez cependant que puisque les ordinateurs stockent les nombres à virgule flottante sous forme d'approximations, il est généralement imprudent de les utiliser comme clefs de dictionnaires.)

Il est possible de créer des dictionnaires en plaçant entre accolades une liste de paires de `key: value` séparés par des virgules, par exemple : `{'jack': 4098, 'sjoerd': 4127}` ou `{4098: 'jack', 4127: 'sjoerd'}`, ou en utilisant le constructeur de `dict`.

class dict(***kwarg*)
class dict(*mapping*, ***kwarg*)
class dict(*iterable*, ***kwarg*)

Renvoie un nouveau dictionnaire initialisé depuis un argument positionnel optionnel, et un ensemble (vide ou non) d'arguments par mot clef.

Si aucun argument positionnel n'est donné, un dictionnaire vide est crée. Si un argument positionnel est donné et est un *mapping object*, un dictionnaire est crée avec les mêmes paires de clef-valeurs que le *mapping* donné. Autrement, l'argument positionnel doit être un objet *iterable*. Chaque élément de cet itérable doit lui même être un itérable contenant exactement deux objets. Le premier objet de chaque élément devient la une clef du nouveau dictionnaire, et le second devient sa valeur correspondante. Si une clef apparaît plus d'une fois, la dernière valeur pour cette clef devient la valeur correspondante à cette clef dans le nouveau dictionnaire.

Si des arguments nommés sont donnés, ils sont ajoutés au dictionnaire créé depuis l'argument positionnel. Si une clef est déjà présente, la valeur de l'argument nommé remplace la valeur reçue par l'argument positionnel.

Typiquement, les exemples suivants renvoient tous un dictionnaire valant `{"one": 1, "two": 2, "three": 3}` :

```
>>> a = dict(one=1, two=2, three=3)
>>> b = {'one': 1, 'two': 2, 'three': 3}
>>> c = dict(zip(['one', 'two', 'three'], [1, 2, 3]))
>>> d = dict([('two', 2), ('one', 1), ('three', 3)])
>>> e = dict({'three': 3, 'one': 1, 'two': 2})
>>> a == b == c == d == e
True
```

Fournir les arguments nommés comme dans le premier exemple en fonctionne que pour des clefs qui sont des identifiants valide en Python. Dans les autres cas, toutes les clefs valides sont utilisables.

Voici les opérations gérées par les dictionnaires, (par conséquent, d'autres types de *mapping* peuvent les gérer aussi) :

list(d)
Return a list of all the keys used in the dictionary *d*.

len(d)
Renvoie le nombre d'éléments dans le dictionnaire *d*.

d[key]
Donne l'élément de *d* dont la clef est *key*. Lève une exception `KeyError` si *key* n'est pas dans le dictionnaire.

Si une sous-classe de *dict* définit une méthode `__missing__()` et que *key* manque, l'opération `d[key]` appelle cette méthode avec la clef *key* en argument. L'opération `d[key]` renverra la va-

leur, ou lèvera l'exception renvoyée ou levée par l'appel à `__missing__(key)`. Aucune autre opération ni méthode n'appellent `__missing__()`. If `__missing__()` n'est pas définie, une exception *KeyError* est levée. `__missing__()` doit être une méthode ; ça ne peut être une variable d'instance :

```
>>> class Counter(dict):
...     def __missing__(self, key):
...         return 0
>>> c = Counter()
>>> c['red']
0
>>> c['red'] += 1
>>> c['red']
1
```

L'exemple ci-dessus montre une partie de l'implémentation de *collections.Counter*. *collections.defaultdict* implémente aussi `__missing__`.

d[key] = value
Assigne `d[key]` à *value*.

del d[key]
Supprime `d[key]` de *d*. Lève une exception *KeyError* si *key* n'est pas dans le dictionnaire.

key in d
Renvoie `True` si *d* a la clef *key*, sinon `False`.

key not in d
Équivalent à `not key in d`.

iter(d)
Renvoie un itérateur sur les clefs du dictionnaire. C'est un raccourci pour `iter(d.keys())`.

clear()
Supprime tous les éléments du dictionnaire.

copy()
Renvoie une copie de surface du dictionnaire.

classmethod fromkeys(*iterable*[, *value*])
Crée un nouveau dictionnaire avec les clefs de *iterable* et les valeurs à *value*.

fromkeys() est une *class method* qui renvoie un nouveau dictionnaire. *value* vaut `None` par défaut.

get(*key*[, *default*])
Renvoie la valeur de *key* si *key* est dans le dictionnaire, sinon *default*. Si *default* n'est pas donné, il vaut `None` par défaut, de manière à ce que cette méthode ne lève jamais *KeyError*.

items()
Renvoie une nouvelle vue des éléments du dictionnaire (paires de `(key, value)`). Voir la *documentation des vues*.

keys()
Renvoie une nouvelle vue des clefs du dictionnaire. Voir la *documentation des vues*.

pop(*key*[, *default*])
Si *key* est dans le dictionnaire elle est supprimée et sa valeur est renvoyée, sinon renvoie *default*. Si *default* n'est pas donné et que *key* n'est pas dans le dictionnaire, une *KeyError* est levée.

popitem()
Supprime et renvoie une paire `(key, value)` du dictionnaire. Les paires sont renvoyées dans un ordre LIFO (dernière entrée, prenière sortie).

popitem() est pratique pour itérer un dictionnaire de manière destructive, comme souvent dans les algorithmes sur les ensembles. Si le dictionnaire est vide, appeler *popitem()* lève une *KeyError*.

Modifié dans la version 3.7 : L'ordre "dernier entré, premier sorti" (LIFO) est désormais assuré. Dans les versions précédentes, *popitem()* renvoyait une paire clé/valeur arbitraire.

setdefault(*key*[, *default*])
Si *key* est dans le dictionnaire, sa valeur est renvoyée. Sinon, insère *key* avec comme valeur *default* et renvoie *default*. *default* vaut `None` par défaut.

update([*other*])
Met à jour le dictionnaire avec les paires de clef/valeur d'*other*, écrasant les clefs existantes. Renvoie `None`.

update() accepte aussi bien un autre dictionnaire qu'un itérable de clef/valeurs (sous forme de *tuples* ou autre itérables de longueur deux). Si des paramètres par mot-clef sont donnés, le dictionnaire et ensuite mis à jour avec ces pairs de clef/valeurs : `d.update(red=1, blue=2)`.

values()
Renvoie une nouvelle vue des valeurs du dictionnaire. Voir la *documentation des vues*.

An equality comparison between one `dict.values()` view and another will always return `False`. This also applies when comparing `dict.values()` to itself :

```
>>> d = {'a': 1}
>>> d.values() == d.values()
False
```

Dictionaries compare equal if and only if they have the same `(key, value)` pairs (regardless of ordering). Order comparisons ('<', '<=', '>=', '>') raise *TypeError*.

Les dictionnaires préservent l'ordre des insertions. Notez que modifier une clé n'affecte pas l'ordre. Les clés ajoutées après un effacement sont insérées à la fin.

```
>>> d = {"one": 1, "two": 2, "three": 3, "four": 4}
>>> d
{'one': 1, 'two': 2, 'three': 3, 'four': 4}
>>> list(d)
['one', 'two', 'three', 'four']
>>> list(d.values())
[1, 2, 3, 4]
>>> d["one"] = 42
>>> d
{'one': 42, 'two': 2, 'three': 3, 'four': 4}
>>> del d["two"]
>>> d["two"] = None
>>> d
{'one': 42, 'three': 3, 'four': 4, 'two': None}
```

Modifié dans la version 3.7 : L'ordre d'un dictionnaire est toujours l'ordre des insertions. Ce comportement était un détail d'implémentation de CPython depuis la version 3.6.

Voir aussi :

types.MappingProxyType peut être utilisé pour créer une vue en lecture seule d'un *dict*.

4.10.1 Les vues de dictionnaires

Les objets renvoyés par *dict.keys()*, *dict.values()* et *dict.items()* sont des *vues*. Ils fournissent une vue dynamique des éléments du dictionnaire, ce qui signifie que si le dictionnaire change, la vue reflète ces changements.

Les vues de dictionnaires peuvent être itérées et ainsi renvoyer les données du dictionnaire, elle gèrent aussi les tests de présence :

len(dictview)
Renvoie le nombre d'entrées du dictionnaire.

iter(dictview)
Renvoie un itérateur sur les clefs, les valeurs, ou les éléments (représentés par des *tuples* de `(key, value)` du dictionnaire.

Les clefs et les valeurs sont itérées dans l'ordre de leur insertion. Ceci permet la création de paires de `(key, value)` en utilisant *zip()* : `pairs = zip(d.values(), d.keys())`. Un autre moyen de construire la même liste est `pairs = [(v, k) for (k, v) in d.items()]`.

Parcourir des vues tout en ajoutant ou supprimant des entrées dans un dictionnaire peut lever une *RuntimeError* ou ne pas fournir toutes les entrées.

Modifié dans la version 3.7 : L'ordre d'un dictionnaire est toujours l'ordre des insertions.

x in dictview
: Renvoie `True` si *x* est dans les clefs, les valeurs, ou les éléments du dictionnaire sous-jacent (dans le dernier cas, *x* doit être un *tuple* `(key, value)`).

Les vues de clefs sont semblables à des ensembles puisque leurs entrées sont uniques et hachables. Si toutes les valeurs sont hachables, et qu'ainsi toutes les paires de `(key, value` sont uniques et hachables, alors la vue donnée par *items()* est aussi semblable à un ensemble. (Les vues données par *items()* ne sont généralement pas traitées comme des ensembles, car leurs valeurs ne sont généralement pas uniques.) Pour les vues semblables aux ensembles, toutes les opérations définies dans la classe de base abstraite *collections.abc.Set* sont disponibles (comme ==, <, ou ^).

Exemple d'utilisation de vue de dictionnaire :

```
>>> dishes = {'eggs': 2, 'sausage': 1, 'bacon': 1, 'spam': 500}
>>> keys = dishes.keys()
>>> values = dishes.values()

>>> # iteration
>>> n = 0
>>> for val in values:
...     n += val
>>> print(n)
504

>>> # keys and values are iterated over in the same order (insertion order)
>>> list(keys)
['eggs', 'sausage', 'bacon', 'spam']
>>> list(values)
[2, 1, 1, 500]

>>> # view objects are dynamic and reflect dict changes
>>> del dishes['eggs']
>>> del dishes['sausage']
>>> list(keys)
['bacon', 'spam']

>>> # set operations
>>> keys & {'eggs', 'bacon', 'salad'}
{'bacon'}
>>> keys ^ {'sausage', 'juice'}
{'juice', 'sausage', 'bacon', 'spam'}
```

4.11 Le type gestionnaire de contexte

L'instruction `with` permet l'existence de contextes définis à l'exécution par des gestionnaires de contextes. C'est implémenté via une paire de méthodes permettant de définir un contexte, à l'exécution, qui est entré avant l'exécution du corps de l'instruction, et qui est quitté lorsque l'instruction se termine :

`contextmanager.__enter__()`
: Entre dans le contexte à l'exécution, soit se renvoyant lui-même, soit en renvoyant un autre objet en lien avec ce contexte. La valeur renvoyée par cette méthode est liée à l'identifiant donné au `as` de l'instruction `with` utilisant ce gestionnaire de contexte.

  Un exemple de gestionnaire de contexte se renvoyant lui-même est *file object*. Les *file objects* se renvoient eux-même depuis `__enter__()` et autorisent *open()* à être utilisé comme contexte à une instruction `with`.

  Un exemple de gestionnaire de contexte renvoyant un objet connexe est celui renvoyé par *decimal.localcontext()*. Ces gestionnaires remplacent le contexte décimal courant par une copie de l'original, copie qui est renvoyée. Ça permet de changer le contexte courant dans le corps du `with` sans affecter le code en dehors de l'instruction `with`.

`contextmanager.__exit__`(*exc_type*, *exc_val*, *exc_tb*)

Sort du contexte et renvoie un booléen indiquant si une exception survenue doit être supprimée. Si une exception est survenue lors de l'exécution du corps de l'instruction `with`, les arguments contiennent le type de l'exception, sa valeur, et la trace de la pile (*traceback*). Sinon les trois arguments valent `None`.

L'instruction `with` inhibera l'exception si cette méthode renvoie une valeur vraie, l'exécution continuera ainsi à l'instruction suivant immédiatement l'instruction `with`. Sinon, l'exception continuera de se propager après la fin de cette méthode. Les exceptions se produisant pendant l'exécution de cette méthode remplaceront toute exception qui s'est produite dans le corps du `with`.

L'exception reçue ne doit jamais être relancée explicitement, cette méthode devrait plutôt renvoyer une valeur fausse pour indiquer que son exécution s'est terminée avec succès et qu'elle ne veut pas supprimer l'exception. Ceci permet au code de gestion du contexte de comprendre si une méthode *__exit__()* a échoué.

Python définit plusieurs gestionnaires de contexte pour faciliter la synchronisation des fils d'exécution, la fermeture des fichiers ou d'autres objets, et la configuration du contexte arithmétique décimal. Ces types spécifiques ne sont pas traités différemment, ils respectent simplement le protocole de gestion du contexte. Voir les exemples dans la documentation du module *contextlib*.

Les *generator*s de Python et le décorateur *contextlib.contextmanager* permettent d'implémenter simplement ces protocoles. Si un générateur est décoré avec `contextlib. contextmanager`, elle renverra un gestionnaire de contexte implémentant les méthodes `__enter__()` et `__exit__()`, plutôt que l'itérateur produit par un générateur non décoré.

Notez qu'il n'y a pas d'emplacement spécifique pour ces méthodes dans la structure de type pour les objets Python dans l'API Python/C. Les types souhaitant définir ces méthodes doivent les fournir comme une méthode accessible en Python. Comparé au coût de la mise en place du contexte d'exécution, les le coût d'un accès au dictionnaire d'une classe unique est négligeable.

4.12 Autres types natifs

L'interpréteur gère aussi d'autres types d'objets, la plupart ne supportant cependant qu'une ou deux opérations.

4.12.1 Modules

La seule opération spéciale sur un module est l'accès à ses attributs : `m.name`, où *m* est un module et *name* donne accès un nom défini dans la table des symboles de *m*. Il est possible d'assigner un attribut de module. (Notez que l'instruction `import` n'est pas strictement une opération sur un objet module. `import foo` ne nécessite pas qu'un objet module nommé *foo* existe, il nécessite cependant une *définition* (externe) d'un module nommé *foo* quelque part.)

Un attribut spécial à chaque module est *__dict__*. C'est le dictionnaire contenant la table des symbole du module. Modifier ce dictionnaire changera la table des symboles du module, mais assigner directement *__dict__* n'est pas possible (vous pouvez écrire `m.__dict__['a'] = 1`, qui donne `1` comme valeur pour `m.a`, mais vous ne pouvez pas écrire `m.__dict__ = {}`). Modifier *__dict__* directement n'est pas recommandé.

Les modules natifs à l'interpréteur sont représentés `<module 'sys' (built-in)>`. S'ils sont chargés depuis un fichier, ils sont représentés `<module 'os' from '/usr/local/lib/pythonX.Y/os.pyc'>`.

4.12.2 Les classes et instances de classes

Voir objects et class.

4.12.3 Fonctions

Les objets fonctions sont crées par les définitions de fonctions. La seule opération applicable à un objet fonction est de l'appeler : `func(argument-list)`.

Il existe en fait deux catégories d'objets fonctions : Les fonctions natives et les fonctions définies par l'utilisateur. Les deux gèrent les mêmes opérations (l'appel à la fonction), mais leur implémentation est différente, d'où les deux types distincts.

Voir function pour plus d'information.

4.12.4 Méthodes

Les méthodes sont des fonctions appelées via la notation d'attribut. Il en existe deux variantes : Les méthodes natives (tel que `append()` sur les listes), et les méthodes d'instances de classes. Les méthodes natives sont représentées avec le type qui les supporte.

Si vous accédez à une méthode (une fonction définie dans l'espace de nommage d'une classe) via une instance, vous obtenez un objet spécial, une *bound method* (aussi appelée *instance method*). Lorsqu'elle est appelée, elle ajoute l'argument `self` à la liste des arguments. Les méthodes liées ont deux attributs spéciaux, en lecture seule : `m.__self__` est l'objet sur lequel la méthode travaille, et `m.__func__` est la fonction implémentant la méthode. Appeler `m(arg-1, arg-2, ..., arg-n)` est tout à fait équivalent à appeler `m.__func__(m.__self__, arg-1, arg-2, ..., arg-n)`.

Comme les objets fonctions, les objets méthodes, liées, acceptent des attributs arbitraires. Cependant, puisque les attributs de méthodes doivent être stockés dans la fonction sous-jacente (`meth.__func__`), affecter des attributs à des objets *bound method* est interdit. Toute tentative d'affecter un attribut sur un objet *bound method* lèvera une *AttributeError*. Pour affecter l'attribut, vous devrez explicitement l'affecter à sa fonction sous-jacente :

```
>>> class C:
...     def method(self):
...         pass
...
>>> c = C()
>>> c.method.whoami = 'my name is method'  # can't set on the method
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
AttributeError: 'method' object has no attribute 'whoami'
>>> c.method.__func__.whoami = 'my name is method'
>>> c.method.whoami
'my name is method'
```

Voir types pour plus d'information.

4.12.5 Objets code

Les objets code sont utilisés par l'implémentation pour représenter du code Python "pseudo-compilé", comme un corps de fonction. Ils sont différents des objets fonction dans le sens où ils ne contiennent pas de référence à leur environnement global d'exécution. Les objets code sont renvoyés par la fonction native *compile()* et peuvent être obtenus des objets fonction via leur attribut `__code__`. Voir aussi le module *code*.

Les objets code peuvent être exécutés ou évalués en les passant (au lieu d'une chaîne contenant du code) aux fonction natives *exec()* ou *eval()*.

Voir types pour plus d'information.

4.12.6 Objets type

Les objets types représentent les différents types d'objets. Le type d'un objet est obtenu via la fonction native `type()`. Il n'existe aucune opération spéciale sur les types. Le module standard `types` définit les noms de tous les types natifs.

Les types sont représentés : `<class 'int'>`.

4.12.7 L'objet Null

Cet objet est renvoyé par les fonctions ne renvoyant pas explicitement une valeur. Il ne supporte aucune opération spéciale. Il existe exactement un objet *null* nommé `None` (c'est un nom natif). `type(None)()`.

C'est écrit `None`.

4.12.8 L'objet points de suspension

Cet objet est utilisé classiquement lors des découpes (voir slicings). Il ne supporte aucune opération spéciale. Il n'y a qu'un seul objet *ellipsis*, nommé `Ellipsis` (un nom natif). `type(Ellipsis)()` produit le *singleton* `Ellipsis`.

C'est écrit `Ellipsis` ou `...`.

4.12.9 L'objet *NotImplemented*

Cet objet est renvoyé depuis des comparaisons ou des opérations binaires effectuées sur des types qu'elles ne supportent pas. Voir comparisons pour plus d'informations. Il n'y a qu'un seul objet `NotImplemented`. `type(NotImplemented)()` renvoie un *singleton*.

C'est écrit `NotImplemented`.

4.12.10 Valeurs booléennes

Les valeurs booléennes sont les deux objets constants `False` et `True`. Ils sont utilisés pour représenter les valeurs de vérité (bien que d'autres valeurs peuvent être considérées vraies ou fausses). Dans des contextes numériques (par exemple en argument d'un opérateur arithmétique), ils se comportent comme les nombres entiers 0 et 1, respectivement. La fonction native `bool()` peut être utilisée pour convertir n'importe quelle valeur en booléen tant que la valeur peut être interprétée en une valeur de vérité (voir *Valeurs booléennes* au dessus).

Ils s'écrivent `False` et `True`, respectivement.

4.12.11 Objets internes

Voir types. Ils décrivent les objets *stack frame*, *traceback*, et *slice*.

4.13 Attributs spéciaux

L'implémentation ajoute quelques attributs spéciaux et en lecture seule, à certains types, lorsque ça a du sens. Certains ne sont *pas* listés par la fonction native `dir()`.

`object.__dict__`
: Un dictionnaire ou un autre *mapping object* utilisé pour stocker les attributs (modifiables) de l'objet.

`instance.__class__`
: La classe de l'instance de classe.

class.**__bases__**
Le *tuple* des classes parentes d'un objet classe.

definition.**__name__**
Le nom de la classe, fonction, méthode, descripteur, ou générateur.

definition.**__qualname__**
Le *qualified name* de la classe, fonction, méthode, descripteur, ou générateur.
Nouveau dans la version 3.3.

class.**__mro__**
Cet attribut est un *tuple* contenant les classes parents prises en compte lors de la résolution de méthode.

class.**mro**()
Cette méthode peut être surchargée par une méta-classe pour personnaliser l'ordre de la recherche de méthode pour ses instances. Elle est appelée à la l'initialisation de la classe, et son résultat est stocké dans l'attribut *__mro__*.

class.**__subclasses__**()
Chaque classe garde une liste de références faibles à ses classes filles immédiates. Cette méthode renvoie la liste de toutes ces références encore valables. Exemple :

```
>>> int.__subclasses__()
[<class 'bool'>]
```

4.14 Integer string conversion length limitation

CPython has a global limit for converting between *int* and *str* to mitigate denial of service attacks. This limit *only* applies to decimal or other non-power-of-two number bases. Hexadecimal, octal, and binary conversions are unlimited. The limit can be configured.

The *int* type in CPython is an arbitrary length number stored in binary form (commonly known as a "bignum"). There exists no algorithm that can convert a string to a binary integer or a binary integer to a string in linear time, *unless* the base is a power of 2. Even the best known algorithms for base 10 have sub-quadratic complexity. Converting a large value such as `int('1' * 500_000)` can take over a second on a fast CPU.

Limiting conversion size offers a practical way to avoid CVE-2020-10735.

The limit is applied to the number of digit characters in the input or output string when a non-linear conversion algorithm would be involved. Underscores and the sign are not counted towards the limit.

When an operation would exceed the limit, a *ValueError* is raised :

```
>>> import sys
>>> sys.set_int_max_str_digits(4300)  # Illustrative, this is the default.
>>> _ = int('2' * 5432)
Traceback (most recent call last):
...
ValueError: Exceeds the limit (4300) for integer string conversion: value has 5432␣
↪digits; use sys.set_int_max_str_digits() to increase the limit.
>>> i = int('2' * 4300)
>>> len(str(i))
4300
>>> i_squared = i*i
>>> len(str(i_squared))
Traceback (most recent call last):
...
ValueError: Exceeds the limit (4300) for integer string conversion: value has 8599␣
↪digits; use sys.set_int_max_str_digits() to increase the limit.
>>> len(hex(i_squared))
7144
>>> assert int(hex(i_squared), base=16) == i*i  # Hexadecimal is unlimited.
```

The default limit is 4300 digits as provided in *sys.int_info.default_max_str_digits*. The lowest limit that can be configured is 640 digits as provided in *sys.int_info.str_digits_check_threshold*.

Verification :

```
>>> import sys
>>> assert sys.int_info.default_max_str_digits == 4300, sys.int_info
>>> assert sys.int_info.str_digits_check_threshold == 640, sys.int_info
>>> msg = int('578966293710682886880994035146873798396722250538762761564'
...           '9252925514383915483333812743580549779436104706260696366600'
...           '571186405732').to_bytes(53, 'big')
...
```

Nouveau dans la version 3.7.14.

4.14.1 Affected APIs

The limitation only applies to potentially slow conversions between *int* and *str* or *bytes* :

- `int(string)` with default base 10.
- `int(string, base)` for all bases that are not a power of 2.
- `str(integer)`.
- `repr(integer)`.
- any other string conversion to base 10, for example `f"{integer}"`, `"{}".format(integer)`, or `b"%d" % integer`.

The limitations do not apply to functions with a linear algorithm :

- `int(string, base)` with base 2, 4, 8, 16, or 32.
- *int.from_bytes()* and *int.to_bytes()*.
- *hex()*, *oct()*, *bin()*.
- *Mini-langage de spécification de format* for hex, octal, and binary numbers.
- *str* to *float*.
- *str* to *decimal.Decimal*.

4.14.2 Configuring the limit

Before Python starts up you can use an environment variable or an interpreter command line flag to configure the limit :

- `PYTHONINTMAXSTRDIGITS`, e.g. `PYTHONINTMAXSTRDIGITS=640 python3` to set the limit to 640 or `PYTHONINTMAXSTRDIGITS=0 python3` to disable the limitation.
- `-X int_max_str_digits`, e.g. `python3 -X int_max_str_digits=640`
- `sys.flags.int_max_str_digits` contains the value of `PYTHONINTMAXSTRDIGITS` or `-X int_max_str_digits`. If both the env var and the `-X` option are set, the `-X` option takes precedence. A value of *-1* indicates that both were unset, thus a value of `sys.int_info.default_max_str_digits` was used during initialization.

From code, you can inspect the current limit and set a new one using these *sys* APIs :

- *sys.get_int_max_str_digits()* and *sys.set_int_max_str_digits()* are a getter and setter for the interpreter-wide limit. Subinterpreters have their own limit.

Information about the default and minimum can be found in *sys.int_info* :

- *sys.int_info.default_max_str_digits* is the compiled-in default limit.
- *sys.int_info.str_digits_check_threshold* is the lowest accepted value for the limit (other than 0 which disables it).

Nouveau dans la version 3.7.14.

Prudence : Setting a low limit *can* lead to problems. While rare, code exists that contains integer constants in decimal in their source that exceed the minimum threshold. A consequence of setting the limit is that Python source code containing decimal integer literals longer than the limit will encounter an error during parsing, usually at startup time or import time or even at installation time - anytime an up to date `.pyc` does not already exist for

the code. A workaround for source that contains such large constants is to convert them to `0x` hexadecimal form as it has no limit.

Test your application thoroughly if you use a low limit. Ensure your tests run with the limit set early via the environment or flag so that it applies during startup and even during any installation step that may invoke Python to precompile `.py` sources to `.pyc` files.

4.14.3 Recommended configuration

The default `sys.int_info.default_max_str_digits` is expected to be reasonable for most applications. If your application requires a different limit, set it from your main entry point using Python version agnostic code as these APIs were added in security patch releases in versions before 3.11.

Example :

```
>>> import sys
>>> if hasattr(sys, "set_int_max_str_digits"):
...     upper_bound = 68000
...     lower_bound = 4004
...     current_limit = sys.get_int_max_str_digits()
...     if current_limit == 0 or current_limit > upper_bound:
...         sys.set_int_max_str_digits(upper_bound)
...     elif current_limit < lower_bound:
...         sys.set_int_max_str_digits(lower_bound)
```

If you need to disable it entirely, set it to `0`.

Notes

CHAPITRE 5

Exceptions natives

En python, une exception est une instance d'une classe héritée de *BaseException*. Dans un bloc `try`, la clause `except` traite non seulement la classe d'exception qu'elle mentionne, mais aussi toutes les classes dérivées de cette classe (contrairement à ses classes mères). Deux classes qui ne sont pas liées par héritage ne sont jamais équivalentes, même si elles ont le même nom.

Les exceptions natives présentes ci-dessous peuvent être levées par l'interpréteur ou par les fonctions natives. Sauf mention contraire, une "valeur associée" indique la cause de l'erreur. Cela peut être une chaîne ou un *tuple* contenant plusieurs éléments d'information (e.g., un code d'erreur ou un message explicatif). Cette valeur associée est généralement donnée en argument du constructeur de la classe.

Du code utilisateur peut lever des exceptions natives. Cela peut être utilisé pour tester un gestionnaire d'exception ou pour rapporter une condition d'erreur "comme si" c'était l'interpréteur qui levait cette exception ; mais attention car rien n'empêche du code utilisateur de lever une erreur inappropriée.

Les classes d'exception natives peuvent être héritées pour définir de nouvelles exceptions ; les programmeurs sont encouragés à faire dériver les nouvelles exceptions de la classe *Exception* ou d'une de ses sous-classes, et non de *BaseException*. Plus d'informations sur la définition des exceptions sont disponibles dans le Tutoriel Python sous tut-userexceptions.

En levant (ou levant à nouveau) une exception dans une clause `except` ou `finally`, `__context__` est automatiquement assigné à la dernière exception capturée ; si la nouvelle exception n'est pas gérée, la trace d'appels affichée inclut la ou les exception(s) d'origine et l'exception finale.

En levant une nouvelle exception (plutôt que d'utiliser un simple `raise` pour lever à nouveau l'exception en cours de traitement), le contexte implicite d'exception peut être complété par une cause explicite en utilisant `from` avec `raise` :

```
raise new_exc from original_exc
```

L'expression suivant `from` doit être une exception ou `None`. Elle sera assignée en tant que `__cause__` dans l'exception levée. Changer `__cause__` change aussi implicitement l'attribut `__suppress_context__` à `True`, de sorte que l'utilisation de `raise new_exc from None` remplace bien l'ancienne exception avec la nouvelle à des fins d'affichage (e.g., convertir *KeyError* en *AttributeError*), tout en laissant l'ancienne exception disponible dans `__context__` pour introspection lors du débogage.

Le code d'affichage par défaut de la trace d'appels montre ces exceptions chaînées en plus de la trace de l'exception elle-même. Une exception chaînée explicitement dans `__cause__` est toujours affichée si présente. Une exception implicitement chaînée dans `__context__` n'est affichée que si `__cause__` est *None* et `__suppress_context__` est faux.

Dans les deux cas, l'exception elle-même est toujours affichée après toutes les exceptions enchaînées, de sorte que la dernière ligne de la trace d'appels montre toujours la dernière exception qui a été levée.

5.1 Classes de base

Les exceptions suivantes sont utilisées principalement en tant que classes de base pour d'autres exceptions.

exception BaseException
La classe de base pour toutes les exceptions natives. Elle n'est pas vouée à être héritée directement par des classes utilisateur (pour cela, utilisez *Exception*). Si *str()* est appelée sur une instance de cette classe, la représentation du ou des argument(s) de l'instance est retournée, ou la chaîne vide s'il n'y avait pas d'arguments.

args
Le *tuple* d'arguments donné au constructeur d'exception. Certaines exceptions natives (comme *OSError*) attendent un certain nombre d'arguments et attribuent une signification spéciale aux éléments de ce *tuple*, alors que d'autres ne sont généralement appelées qu'avec une seule chaîne de caractères rendant un message d'erreur.

with_traceback(*tb*)
Cette méthode définit *tb* en tant que nouvelle trace d'appels pour l'exception et retourne l'objet exception. Elle est généralement utilisée dans du code de gestion d'exceptions comme ceci :

```
try:
    ...
except SomeException:
    tb = sys.exc_info()[2]
    raise OtherException(...).with_traceback(tb)
```

exception Exception
Toutes les exceptions natives, qui n'entraînent pas une sortie du système dérivent de cette classe. Toutes les exceptions définies par l'utilisateur devraient également être dérivées de cette classe.

exception ArithmeticError
La classe de base pour les exceptions natives qui sont levées pour diverses erreurs arithmétiques : *OverflowError*, *ZeroDivisionError*, *FloatingPointError*.

exception BufferError
Levée lorsqu'une opération liée à un tampon ne peut pas être exécutée.

exception LookupError
La classe de base pour les exceptions qui sont levées lorsqu'une clé ou un index utilisé sur un tableau de correspondances ou une séquence est invalide : *IndexError*, *KeyError*. Peut être levée directement par *codecs.lookup()*.

5.2 Exceptions concrètes

Les exceptions suivantes sont celles qui sont habituellement levées.

exception AssertionError
Levée lorsqu'une instruction `assert` échoue.

exception AttributeError
Levée lorsqu'une référence ou une assignation d'attribut (voir attribute-references) échoue. (Lorsqu'un objet ne supporte pas du tout la référence ou l'assignation d'attribut, *TypeError* est levé.)

exception EOFError
Levée lorsque la fonction *input()* atteint une condition de fin de fichier (EOF) sans lire aucune donnée. (N.B. : les méthodes `io.IOBase.read()` et *io.IOBase.readline()* retournent une chaîne vide lorsqu'elles atteignent EOF.)

exception FloatingPointError
N'est pas utilisé pour le moment.

exception GeneratorExit
Levée lorsqu'un *generator* ou une *coroutine* est fermé, voir `generator.close()` et `coroutine.close()`. Elle hérite directement de *`BaseException`* au lieu de *`Exception`* puisqu'il ne s'agit pas techniquement d'une erreur.

exception ImportError
Levée lorsque l'instruction `import` a des problèmes pour essayer de charger un module. Également levée lorsque Python ne trouve pas un nom dans `from ... import`.

Les attributs `name` et `path` peuvent être définis uniquement à l'aide d'arguments mot-clef (*kwargs*) passés au constructeur. Lorsqu'ils sont définis, ils représentent respectivement le nom du module qui a été tenté d'être importé et le chemin d'accès au fichier qui a déclenché l'exception.

Modifié dans la version 3.3 : Ajout des attributs `name` et `path`.

exception ModuleNotFoundError
Une sous-classe de *`ImportError`* qui est levée par `import` lorsqu'un module n'a pas pu être localisé. Elle est généralement levée quand `None` est trouvé dans *`sys.modules`*.

Nouveau dans la version 3.6.

exception IndexError
Levée lorsqu'un indice de séquence est hors de la plage. (Les indices de tranches (*slices*) sont tronqués silencieusement pour tomber dans la plage autorisée ; si un indice n'est pas un entier, *`TypeError`* est levée.)

exception KeyError
Levée lorsqu'une clef (de dictionnaire) n'est pas trouvée dans l'ensemble des clefs existantes.

exception KeyboardInterrupt
Levée lorsque l'utilisateur appuie sur la touche d'interruption (normalement `Control-C` or `Delete`). Pendant l'exécution, un contrôle des interruptions est effectué régulièrement. L'exception hérite de *`BaseException`* afin de ne pas être accidentellement capturée par du code qui capture *`Exception`* et ainsi empêcher l'interpréteur de quitter.

exception MemoryError
Levée lorsqu'une opération est à court de mémoire mais que la situation peut encore être rattrapée (en supprimant certains objets). La valeur associée est une chaîne de caractères indiquant quel type d'opération (interne) est à court de mémoire. À noter qu'en raison de l'architecture interne de gestion de la mémoire (la fonction `malloc()` du C), l'interpréteur peut ne pas toujours être capable de rattraper cette situation ; il lève néanmoins une exception pour qu'une pile d'appels puisse être affichée, dans le cas où un programme en cours d'exécution en était la cause.

exception NameError
Levée lorsqu'un nom local ou global n'est pas trouvé. Ceci ne s'applique qu'aux noms non qualifiés. La valeur associée est un message d'erreur qui inclut le nom qui n'a pas pu être trouvé.

exception NotImplementedError
Cette exception est dérivée de *`RuntimeError`*. Dans les classes de base définies par l'utilisateur, les méthodes abstraites devraient lever cette exception lorsqu'elles nécessitent des classes dérivées pour remplacer la méthode, ou lorsque la classe est en cours de développement pour indiquer que l'implémentation concrète doit encore être ajoutée.

Note : Elle ne devrait pas être utilisée pour indiquer qu'un opérateur ou qu'une méthode n'est pas destiné à être pris en charge du tout -- dans ce cas, laissez soit l'opérateur / la méthode non défini, soit, s'il s'agit d'une sous-classe, assignez-le à *`None`*.

Note : `NotImplementedError` et `NotImplemented` ne sont pas interchangeables, même s'ils ont des noms et des objectifs similaires. Voir *`NotImplemented`* pour des détails sur la façon de les utiliser.

---

exception OSError(*[arg]*)

exception OSError(*errno*, *strerror*[, *filename*[, *winerror*[, *filename2*]]])

Cette exception est levée lorsqu'une fonction système retourne une erreur liée au système, incluant les erreurs entrées-sorties telles que "fichier non trouvé" ou "disque plein" (pas pour les types d'arguments illégaux ou d'autres erreurs accidentelles).

La deuxième forme du constructeur définit les attributs correspondants, décrits ci-dessous. Les attributs par défaut sont `None` si non spécifiés. Pour la rétrocompatibilité, si trois arguments sont passés, l'attribut `args` contient seulement un *tuple* à deux valeurs des deux premiers arguments du constructeur.

Le constructeur retourne souvent une sous-classe d'`OSError`, comme décrit dans *OS exceptions* ci-dessous. La sous-classe particulière dépend de la valeur finale d'`errno`. Ce comportement ne se produit que lors de la construction d'`OSError` directement ou via un alias, et n'est pas hérité lors du sous-classement.

errno

Code d'erreur numérique de la variable C `errno`.

winerror

Sous Windows, cela donne le code d'erreur Windows natif. L'attribut `errno` est alors une traduction approximative, en termes POSIX, de ce code d'erreur natif.

Sous Windows, si l'argument du constructeur *winerror* est un entier, l'attribut `errno` est déterminé à partir du code d'erreur Windows, et l'argument *errno* est ignoré. Sur d'autres plateformes, l'argument *winerror* est ignoré, et l'attribut `winerror` n'existe pas.

strerror

Le message d'erreur correspondant, tel que fourni par le système d'exploitation. Il est formaté par les fonctions C `perror()` sous POSIX, et `FormatMessage()` sous Windows.

filename
filename2

Pour les exceptions qui font référence à un chemin d'accès au système de fichiers (comme `open()` ou `os.unlink()`), `filename` est le nom du fichier transmis à la fonction. Pour les fonctions qui font référence à deux chemins d'accès au système de fichiers (comme `os.rename()`), `filename2` correspond au deuxième nom de fichier passé à la fonction.

Modifié dans la version 3.3 : `EnvironmentError`, `IOError`, `WindowsError`, `socket.error`, `select.error` et `mmap.error` ont fusionnées en `OSError`, et le constructeur peut renvoyer une sous-classe.

Modifié dans la version 3.4 : L'attribut `filename` est maintenant le nom du fichier originel passé à la fonction, au lieu du nom encodé ou décodé à partir de l'encodage du système de fichiers. De plus, l'argument du constructeur et attribut *filename2* a été ajouté.

exception OverflowError

Levée lorsque le résultat d'une opération arithmétique est trop grand pour être représenté. Cela ne peut pas se produire pour les entiers (qui préfèrent lever `MemoryError` plutôt que d'abandonner). Cependant, pour des raisons historiques, OverflowError est parfois levée pour des entiers qui sont en dehors d'une plage requise. En raison de l'absence de normalisation de la gestion des exceptions de virgule flottante en C, la plupart des opérations en virgule flottante ne sont pas vérifiées.

exception RecursionError

Cette exception est dérivée de `RuntimeError`. Elle est levée lorsque l'interpréteur détecte que la profondeur de récursivité maximale (voir `sys.getrecursionlimit()`) est dépassée.

Nouveau dans la version 3.5 : Auparavant, une simple `RuntimeError` était levée.

exception ReferenceError

Cette exception est levée lorsqu'un pointeur faible d'un objet proxy, créé par la fonction `weakref.proxy()`, est utilisé pour accéder à un attribut du référent après qu'il ait été récupéré par le ramasse-miettes. Pour plus d'informations sur les pointeurs faibles, voir le module `weakref`.

exception RuntimeError

Levée lorsqu'une erreur qui n'appartient à aucune des autres catégories est détectée. La valeur associée est une chaîne de caractères indiquant précisément ce qui s'est mal passé.

exception StopIteration

Levée par la fonction native `next()` et la méthode `__next__()` d'un *iterator* (itérateur) pour signaler qu'il n'y a pas d'autres éléments produits par l'itérateur.

L'objet exception a un unique attribut `value`, qui est donné en argument lors de la construction de l'exception, et vaut `None` par défaut.

Lorsqu'une fonction de type *generator* ou *coroutine* retourne une valeur, une nouvelle instance de *StopIteration* est levée, et la valeur retournée par la fonction est passée au paramètre `value` du constructeur de l'exception.

Si le code d'un générateur lève, directement ou indirectement, une *StopIteration*, elle est convertie en *RuntimeError* (en conservant *StopIteration* comme cause de la nouvelle exception).

Modifié dans la version 3.3 : Ajout de l'attribut `value` et de la possibilité pour les fonctions de générateur de l'utiliser pour retourner une valeur.

Modifié dans la version 3.5 : Introduit la transformation des erreurs RuntimeError via `from __future__ import generator_stop`, cf. **PEP 479**.

Modifié dans la version 3.7 : Active **PEP 479** pour tout le code par défaut : quand une erreur *StopIteration* est levée dans un générateur elle est transformée en une *RuntimeError*.

exception StopAsyncIteration

Doit être levée par la méthode `__anext__()` d'un objet *asynchronous iterator* pour arrêter l'itération.

Nouveau dans la version 3.5.

exception SyntaxError

Levée lorsque l'analyseur syntaxique rencontre une erreur de syntaxe. Cela peut se produire dans une instruction `import`, dans un appel aux fonctions natives *exec()* ou *eval()*, ou lors de la lecture du script initial ou de l'entrée standard (également de manière interactive).

Les instances de cette classe ont des attributs `filename`, `lineno`, `offset` et `text` pour accéder plus facilement aux détails. La représentation *str()* de l'instance de l'exception retourne seulement le message.

exception IndentationError

Classe de base pour les erreurs de syntaxe liées à une indentation incorrecte. C'est une sous-classe de *SyntaxError*.

exception TabError

Levée lorsqu'une indentation contient une utilisation incohérente des tabulations et des espaces. C'est une sous-classe de *IndentationError*.

exception SystemError

Levée lorsque l'interpréteur trouve une erreur interne, mais que la situation ne semble pas si grave au point de lui faire abandonner tout espoir. La valeur associée est une chaîne de caractères indiquant l'erreur qui est survenue (en termes bas niveau).

Vous devriez le signaler à l'auteur ou au responsable de votre interpréteur Python. Assurez-vous de signaler la version de l'interpréteur (`sys.version` ; elle est également affichée au lancement d'une session interactive), le message d'erreur exact (la valeur associée à l'exception) et si possible le code source du programme qui a déclenché l'erreur.

exception SystemExit

Cette exception est levée par la fonction *sys.exit()*. Elle hérite de *BaseException* au lieu d'*Exception* pour ne pas qu'elle soit accidentellement capturée par du code qui capture *Exception*. Cela permet à l'exception de se propager correctement et de faire quitter l'interpréteur. Lorsqu'elle n'est pas gérée, l'interpréteur Python quitte ; aucune trace d'appels n'est affichée. Le constructeur accepte le même argument optionnel passé à *sys.exit()*. Si la valeur est un entier, elle spécifie l'état de sortie du système (passé à la fonction C `exit()`) ; si elle est `None`, l'état de sortie est zéro ; si elle a un autre type (comme une chaîne de caractères), la valeur de l'objet est affichée et l'état de sortie est un.

Un appel à *sys.exit()* est traduit en une exception pour que les gestionnaires de nettoyage (les clauses `finally` des instructions `try`) puissent être exécutés, et pour qu'un débogueur puisse exécuter un script sans courir le risque de perdre le contrôle. La fonction *os._exit()* peut être utilisée s'il est absolument nécessaire de sortir immédiatement (par exemple, dans le processus enfant après un appel à *os.fork()*).

code

L'état de sortie ou le message d'erreur passé au constructeur. (`None` par défaut.)

exception TypeError

Levée lorsqu'une opération ou fonction est appliquée à un objet d'un type inapproprié. La valeur associée est une chaîne de caractères donnant des détails sur le type d'inadéquation.

Cette exception peut être levée par du code utilisateur pour indiquer qu'une tentative d'opération sur un objet n'est pas prise en charge, et n'est pas censée l'être. Si un objet est destiné à prendre en charge une opération donnée mais n'a pas encore fourni une implémentation, lever *NotImplementedError* est plus approprié.

Le passage d'arguments du mauvais type (e.g. passer une *list* quand un *int* est attendu) devrait résulter en un *TypeError*, mais le passage d'arguments avec la mauvaise valeur (e.g. un nombre en dehors des limites attendues) devrait résulter en une *ValueError*.

exception UnboundLocalError
Levée lorsqu'une référence est faite à une variable locale dans une fonction ou une méthode, mais qu'aucune valeur n'a été liée à cette variable. C'est une sous-classe de *NameError*.

exception UnicodeError
Levée lorsqu'une erreur d'encodage ou de décodage liée à Unicode se produit. C'est une sous-classe de *ValueError*.
UnicodeError a des attributs qui décrivent l'erreur d'encodage ou de décodage. Par exemple, `err.object[err.start:err.end]` donne l'entrée particulière invalide sur laquelle le codec a échoué.

encoding
Le nom de l'encodage qui a provoqué l'erreur.

reason
Une chaîne de caractères décrivant l'erreur de codec spécifique.

object
L'objet que le codec essayait d'encoder ou de décoder.

start
Le premier index des données invalides dans *object*.

end
L'index après la dernière donnée invalide dans *object*.

exception UnicodeEncodeError
Levée lorsqu'une erreur liée à Unicode se produit durant l'encodage. C'est une sous-classe d'*UnicodeError*.

exception UnicodeDecodeError
Levée lorsqu'une erreur liée à Unicode se produit durant le décodage. C'est une sous-classe d'*UnicodeError*.

exception UnicodeTranslateError
Levée lorsqu'une erreur liée à Unicode se produit durant la traduction. C'est une sous-classe d'*UnicodeError*.

exception ValueError
Levée lorsqu'une opération ou fonction native reçoit un argument qui possède le bon type mais une valeur inappropriée, et que la situation n'est pas décrite par une exception plus précise telle que *IndexError*.

exception ZeroDivisionError
Levée lorsque le second argument d'une opération de division ou d'un modulo est zéro. La valeur associée est une chaîne indiquant le type des opérandes et de l'opération.

Les exceptions suivantes sont conservées pour la compatibilité avec les anciennes versions ; depuis Python 3.3, ce sont des alias d'*OSError*.

exception EnvironmentError

exception IOError

exception WindowsError
Seulement disponible sous Windows.

5.2.1 Exceptions système

Les exceptions suivantes sont des sous-classes d'*OSError*, elles sont levées en fonction du code d'erreur système.

exception BlockingIOError
Levée lorsqu'une opération bloque sur un objet (par exemple un connecteur) configuré pour une opération non-bloquante. Correspond à `errno` `EAGAIN`, `EALREADY`, `EWOULDBLOCK` et `EINPROGRESS`.

En plus de ceux de *OSError*, *BlockingIOError* peut avoir un attribut de plus :

characters_written
Un nombre entier contenant le nombre de caractères écrits dans le flux avant qu'il ne soit bloqué. Cet attribut est disponible lors de l'utilisation des classes tampon entrées-sorties du module *io*.

exception ChildProcessError
Levée lorsqu'une opération sur un processus enfant a échoué. Correspond à `errno` `ECHILD`.

exception ConnectionError
Une classe de base pour les problèmes de connexion.

Les sous-classes sont *BrokenPipeError*, *ConnectionAbortedError*, *ConnectionRefusedError* et *ConnectionResetError*.

exception BrokenPipeError
Une sous-classe de *ConnectionError*, levé en essayant d'écrire sur un *pipe* alors que l'autre extrémité a été fermée, ou en essayant d'écrire sur un connecteur (*socket* en anglais) qui a été fermé pour l'écriture. Correspond à `errno` `EPIPE` et `ESHUTDOWN`.

exception ConnectionAbortedError
Une sous-classe de *ConnectionError*, levée lorsqu'une tentative de connexion est interrompue par le pair. Correspond à `errno` `ECONNABORTED`.

exception ConnectionRefusedError
Une sous-classe de *ConnectionError*, levée lorsqu'une tentative de connexion est refusée par le pair. Correspond à `errno` `ECONNREFUSED`.

exception ConnectionResetError
Une sous-classe de *ConnectionError*, levée lorsqu'une connexion est réinitialisée par le pair. Correspond à `errno` `ECONNRESET`.

exception FileExistsError
Levée en essayant de créer un fichier ou un répertoire qui existe déjà. Correspond à `errno` `EEXIST`.

exception FileNotFoundError
Levée lorsqu'un fichier ou répertoire est demandé mais n'existe pas. Correspond à `errno` `ENOENT`.

exception InterruptedError
Levée lorsqu'un appel système est interrompu par un signal entrant. Correspond à `errno` *EINTR*.

Modifié dans la version 3.5 : Python relance maintenant les appels système lorsqu'ils sont interrompus par un signal, sauf si le gestionnaire de signal lève une exception (voir **PEP 475** pour les raisons), au lieu de lever *InterruptedError*.

exception IsADirectoryError
Levée lorsqu'une opération sur un fichier (comme *os.remove()*) est demandée sur un répertoire. Correspond à `errno` `EISDIR`.

exception NotADirectoryError
Levée lorsqu'une opération sur un répertoire (comme *os.listdir()*) est demandée sur autre chose qu'un répertoire. Correspond à `errno` `ENOTDIR`.

exception PermissionError
Levée lorsqu'on essaye d'exécuter une opération sans les droits d'accès adéquats — par exemple les permissions du système de fichiers. Correspond à `errno` `EACCES` et `EPERM`.

exception ProcessLookupError
Levée lorsqu'un processus donné n'existe pas. Correspond à `errno` `ESRCH`.

exception TimeoutError
Levée lorsqu'une fonction système a expiré au niveau système. Correspond à `errno` `ETIMEDOUT`.

Nouveau dans la version 3.3 : Toutes les sous-classes d'*`OSError`* ci-dessus ont été ajoutées.

Voir aussi :

PEP 3151 -- Refonte de la hiérarchie des exceptions système et IO

5.3 Avertissements

Les exceptions suivantes sont utilisées comme catégories d'avertissement ; voir `warning-categories` pour plus d'informations.

exception Warning
Classe de base pour les catégories d'avertissement.

exception UserWarning
Classe de base pour les avertissements générés par du code utilisateur.

exception DeprecationWarning
Classe de base pour les avertissements sur les fonctionnalités obsolètes, lorsque ces avertissements sont destinés aux autres développeurs Python.

exception PendingDeprecationWarning
Classe de base pour les avertissements d'obsolescence programmée. Ils indiquent que la fonctionnalité peut encore être utilisée actuellement, mais qu'elle sera supprimée dans le futur.

Cette classe est rarement utilisée car émettre un avertissement à propos d'une obsolescence à venir est inhabituel, et *`DeprecationWarning`* est préféré pour les obsolescences actuelles.

exception SyntaxWarning
Classe de base pour les avertissements sur de la syntaxe douteuse.

exception RuntimeWarning
Classe de base pour les avertissements sur les comportements d'exécution douteux.

exception FutureWarning
Classe de base pour les avertissements à propos de fonctionnalités qui seront obsolètes dans le futur quand ces avertissements destinés aux utilisateurs finaux des applications écrites en Python.

exception ImportWarning
Classe de base pour les avertissements sur des erreurs probables dans les importations de modules.

exception UnicodeWarning
Classe de base pour les avertissements liés à l'Unicode.

exception BytesWarning
Classe de base pour les avertissements liés à *`bytes`* et *`bytearray`*.

exception ResourceWarning
Classe de base pour les avertissements liés à l'utilisation de ressources. Ignorée par les filtres d'avertissements par défaut.

Nouveau dans la version 3.2.

5.4 Hiérarchie des exceptions

La hiérarchie de classes pour les exceptions natives est la suivante :

```
BaseException
 +-- SystemExit
 +-- KeyboardInterrupt
 +-- GeneratorExit
 +-- Exception
      +-- StopIteration
      +-- StopAsyncIteration
      +-- ArithmeticError
      |    +-- FloatingPointError
      |    +-- OverflowError
      |    +-- ZeroDivisionError
      +-- AssertionError
      +-- AttributeError
      +-- BufferError
      +-- EOFError
      +-- ImportError
      |    +-- ModuleNotFoundError
      +-- LookupError
      |    +-- IndexError
      |    +-- KeyError
      +-- MemoryError
      +-- NameError
      |    +-- UnboundLocalError
      +-- OSError
      |    +-- BlockingIOError
      |    +-- ChildProcessError
      |    +-- ConnectionError
      |    |    +-- BrokenPipeError
      |    |    +-- ConnectionAbortedError
      |    |    +-- ConnectionRefusedError
      |    |    +-- ConnectionResetError
      |    +-- FileExistsError
      |    +-- FileNotFoundError
      |    +-- InterruptedError
      |    +-- IsADirectoryError
      |    +-- NotADirectoryError
      |    +-- PermissionError
      |    +-- ProcessLookupError
      |    +-- TimeoutError
      +-- ReferenceError
      +-- RuntimeError
      |    +-- NotImplementedError
      |    +-- RecursionError
      +-- SyntaxError
      |    +-- IndentationError
      |         +-- TabError
      +-- SystemError
      +-- TypeError
      +-- ValueError
      |    +-- UnicodeError
      |         +-- UnicodeDecodeError
      |         +-- UnicodeEncodeError
      |         +-- UnicodeTranslateError
      +-- Warning
           +-- DeprecationWarning
           +-- PendingDeprecationWarning
           +-- RuntimeWarning
           +-- SyntaxWarning
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
          +-- UserWarning
          +-- FutureWarning
          +-- ImportWarning
          +-- UnicodeWarning
          +-- BytesWarning
          +-- ResourceWarning
```

CHAPITRE 6

Services de Manipulation de Texte

Les modules décrits dans ce chapitre fournissent un large ensemble d'opérations de manipulation sur les chaînes de caractères et le texte en général.

Le module `codecs` documenté dans *Services autour des Données Binaires* est aussi très pertinent pour la manipulation de texte. Consultez aussi la documentation du type *str* natif Python dans *Type Séquence de Texte — str*.

6.1 `string` — Opérations usuelles sur des chaînes

Code source : Lib/string.py

Voir aussi :

Type Séquence de Texte — str

Méthodes de chaînes de caractères

6.1.1 Chaînes constantes

Les constantes définies dans ce module sont :

`string.`**`ascii_letters`**
: La concaténation des constantes `ascii_lowercase` et `ascii.uppercase` décrites ci-dessous. Cette valeur n'est pas dépendante de l'environnement linguistique.

`string.`**`ascii_lowercase`**
: Les lettres minuscules `'abcdefghijklmnopqrstuvwxyz'`. Cette valeur de dépend pas de l'environnement linguistique et ne changera pas.

`string.`**`ascii_uppercase`**
: Les lettres majuscules `'ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ'`. Cette valeur de dépend pas de l'environnement linguistique et ne changera pas.

`string.`**`digits`**
: La chaîne `'0123456789'`.

`string.`**`hexdigits`**
: La chaîne `'0123456789abcdefABCDEF'`.

string.**octdigits**
La chaîne '01234567.

string.**punctuation**
Chaîne de caractères ASCII considérés comme ponctuation dans l'environnement linguistique C.

string.**printable**
Chaîne de caractères ASCII considérés comme affichables. C'est une combinaison de *digits*, *ascii_letters*, *punctuation*, et *whitespace*.

string.**whitespace**
Une chaîne comprenant tous les caractères ASCII considérés comme espaces. Sont inclus les caractères espace, tabulations, saut de ligne, retour du chariot, saut de page, et tabulation verticale.

6.1.2 Formatage personnalisé de chaîne

La classe primitive *string* fournit la possibilité de faire des substitutions de variables complexes et du formatage de valeurs via la méthode *format()* décrite par **PEP 3101**. La classe *Formatter* dans le module *string* permet de créer et personnaliser vos propres comportements de formatage de chaînes en utilisant la même implémentation que la méthode primitive *format()*.

class string.**Formatter**
La classe *Formatter* a les méthodes publiques suivantes :

format(*format_string*, **args*, ***kwargs*)
La méthode principale de l'API. Elle prend une chaîne de format et un ensemble arbitraire d'arguments positions et mot-clefs. C'est uniquement un conteneur qui appelle *vformat()*.

Modifié dans la version 3.7 : L'argument *format_string* est maintenant *obligatoirement un paramètre positionnel*.

vformat(*format_string*, *args*, *kwargs*)
Cette fonction fait le travail effectif du formatage. Elle existe comme méthode séparée au cas où vous voudriez passer un dictionnaire d'arguments prédéfini plutôt que décompresser et recompresser le dictionnaire en arguments individuels en utilisant la syntaxe *args et **kwargs. *vformat()* s'occupe de découper la chaîne de format en données de caractères et champs de remplacement. Elle appelle les différentes méthodes décrites ci-dessous.

De plus, la classe *Formatter* définit un certain nombre de méthodes qui ont pour vocation d'être remplacées par des sous-classes :

parse(*format_string*)
Boucle sur la chaîne de format et renvoie un itérable de *tuples* (*literal_text*, *field_name*, *format_spec*, *conversion*). Ceci est utilisé par *vformat()* pour découper la chaîne de format en littéraux ou en champs de remplacement.

Les valeurs dans le *tuple* représentent conceptuellement un ensemble de littéraux suivis d'un unique champ de remplacement. S'il n'y a pas de littéral, (ce qui peut arriver si deux champs de remplacement sont placés côte à côte), alors *literal_text* est une chaîne vide. S'il n'y a pas de champ de remplacement, les valeurs *field_name*, *format_spec* et *conversion* sont mises à None.

get_field(*field_name*, *args*, *kwargs*)
Récupère le champ *field_name* du *tuple* renvoyé par *parse()* (voir ci-dessus), le convertit en un objet à formater. Renvoie un *tuple* (*obj*, *used_key*). La version par défaut prend une chaîne de la forme définie par **PEP 3101**, telle que *"0[name]"* ou *"label.title"*. *args* et *kwargs* sont tels que ceux passés à *vformat()*. La valeur renvoyée *used_key* a le même sens que le paramètre *key* de *get_value()*.

get_value(*key*, *args*, *kwargs*)
Récupère la valeur d'un champ donné. L'argument *key* est soit un entier, soit une chaîne. Si c'est un entier, il représente l'indice de la l'argument dans *args*. Si c'est une chaîne de caractères, elle représente le nom de l'argument dans *kwargs*.

Le paramètre *args* est défini par la liste des arguments positionnels de *vformat()*, et le paramètre *kwargs* est défini par le dictionnaire des arguments mot-clefs.

Pour les noms de champs composés, ces fonctions sont uniquement appelées sur la première composante du nom. Les composantes suivantes sont manipulées au travers des attributs normaux et des opérations sur les indices.

Donc par exemple, le champ-expression `0.name` amènerait *get_value()* à être appelée avec un argument *key* valant 0. L'attribut `name` sera recherché après l'appel *get_value()* en faisant appel à la primitive *getattr()*.

Si l'indice ou le mot-clef fait référence à un objet qui n'existe pas, alors une exception *IndexError* ou *KeyError* doit être levée.

check_unused_args(*used_args*, *args*, *kwargs*)

Implémente une vérification pour les arguments non utilisés si désiré. L'argument de cette fonction est l'ensemble des clefs qui ont été effectivement référencées dans la chaîne de format (des entiers pour les indices et des chaînes de caractères pour les arguments nommés), et une référence vers les arguments *args* et *kwargs* qui ont été passés à *vformat*. L'ensemble des arguments non utilisés peut être calculé sur base de ces paramètres. *check_unused_args()* est censée lever une exception si la vérification échoue.

format_field(*value*, *format_spec*)

La méthode *format_field()* fait simplement appel à la primitive globale *format()*. Cette méthode est fournie afin que les sous-classes puisse la redéfinir.

convert_field(*value*, *conversion*)

Convertit la valeur (renvoyée par *get_field()*) selon un type de conversion donné (comme dans le tuple renvoyé par la méthode *parse()*). La version par défaut comprend 's' (*str*), 'r' (*repr*) et 'a' (ASCII) comme types de conversion.

6.1.3 Syntaxe de formatage de chaîne

La méthode *str.format()* et la classe *Formatter* partagent la même syntaxe pour les chaînes de formatage (bien que dans le cas de *Formatter* les sous-classes puissent définir leur propre syntaxe). La syntaxe est liée à celle des chaînes de formatage littérales, mais il y a quelques différences.

Les chaînes de formatage contiennent des "champs de remplacement" entourés d'accolades `{}`. Tout ce qui n'est pas placé entre deux accolades est considéré comme littéral, qui est copié tel quel dans le résultat. Si vous avez besoin d'inclure une accolade en littéral, elles peuvent être échappées en les doublant : `{{` et `}}`.

La grammaire pour un champ de remplacement est défini comme suit :

```
replacement_field  ::=  "{" [field_name] ["!" conversion] [":" format_spec] "}"
field_name         ::=  arg_name ("." attribute_name | "[" element_index "]")*
arg_name           ::=  [identifier | digit+]
attribute_name     ::=  identifier
element_index      ::=  digit+ | index_string
index_string       ::=  <any source character except "]"> +
conversion         ::=  "r" | "s" | "a"
format_spec        ::=  <described in the next section>
```

En termes moins formels, un champ de remplacement peut débuter par un *field_name* qui spécifie l'objet dont la valeur va être formatée et insérée dans le résultat à l'endroit du champ de remplacement Le *field_name* peut éventuellement être suivi d'un champ *conversion* qui est précédé d'un point d'exclamation `'!'`, et d'un *format_spec* qui est précédé par deux-points `':'`. Cela définit un format personnalisé pour le remplacement d'une valeur.

Voir également la section *Mini-langage de spécification de format*.

Le champ *field_name* débute par un *arg_name* qui est soit un nombre, soit un mot-clef. Si c'est un nombre, il fait référence à un des arguments positionnels et si c'est un mot-clef, il fait référence à un des arguments nommés. Si les valeurs numériques de *arg_name* dans une chaîne de format sont 0, 1, 2, ... dans l'ordre, elles peuvent être omises (toutes ou aucune), et les nombres 0, 1, 2, ... seront automatiquement insérés dans cet ordre. Puisque *arg_name* n'est pas délimité par des guillemets, il n'est pas possible de spécifier des clefs de dictionnaire arbitraires (par exemple les chaînes `'10'` ou `':-]'`) dans une chaîne de format. La valeur *arg_name* peut être suivie par un nombre d'indices ou d'expressions quelconque. Une expression de la forme `'.name'` sélectionne l'attribut nommé en utilisant *getattr()* alors qu'une expression de la forme `'[index]'` recherche l'indice en utilisant `__getitem__()`.

Modifié dans la version 3.1 : Les spécificateurs de position d'argument peuvent être omis dans les appels à *str.format()*. Donc `'{} {}'.format(a, b)` est équivalent à `'{0} {1}'.format(a, b)`.

Modifié dans la version 3.4 : Les spécificateurs de position d'argument peuvent être omis pour *Formatter*.

Quelques exemples simples de formatage de chaînes :

```
"First, thou shalt count to {0}"  # References first positional argument
"Bring me a {}"                   # Implicitly references the first positional␣
↪argument
"From {} to {}"                   # Same as "From {0} to {1}"
"My quest is {name}"              # References keyword argument 'name'
"Weight in tons {0.weight}"       # 'weight' attribute of first positional arg
"Units destroyed: {players[0]}"   # First element of keyword argument 'players'.
```

Le champ *conversion* crée une contrainte de type avant de formater. Normalement, le travail de formatage d'une valeur est fait par la méthode `__format__()` de la valeur elle-même. Cependant, dans certains cas, il est désirable de forcer un type à être formaté en une chaîne, en ré-définissant sa propre définition de formatage. En convertissant une valeur en chaîne de caractère avant d'appeler la méthode `__format__()`, on outrepasse la logique usuelle de formatage.

Actuellement, trois indicateurs sont gérés : `'!s'` qui appelle la fonction *str()* sur la valeur, `'!r'` qui appelle la fonction *repr()* et `!a` qui appelle la fonction *ascii()*.

Quelques exemples :

```
"Harold's a clever {0!s}"         # Calls str() on the argument first
"Bring out the holy {name!r}"     # Calls repr() on the argument first
"More {!a}"                       # Calls ascii() on the argument first
```

Le champ *format_spec* contient une spécification sur la manière selon laquelle la valeur devrait être représentée : des informations telles que la longueur du champ, l'alignement, le remplissage, la précision décimale, etc. Chaque type peut définir son propre "mini-langage de formatage" ou sa propre interprétation de *format_spec*.

La plupart des types natifs gèrent un mini-langage de formatage usuel qui est décrit dans la section suivante.

Un champ *format_spec* peut contenir un champ de remplacement imbriqué. Ces champs de remplacement imbriqués peuvent contenir un nom de champ, un indicateur de conversion, mais une imbrication récursive plus profonde n'est pas permise. Les champs de remplacement au sein de *format_spec* sont substitués avant que la chaîne *format_spec* ne soit interprétée. Cela permet que le formatage d'une valeur soit dynamiquement spécifié.

Voir la section *Exemples de formats* pour des exemples.

Mini-langage de spécification de format

Les "Spécifications de format" sont utilisées avec les champs de remplacement contenus dans les chaînes de formatage, pour définir comment les valeurs doivent être représentées (voir *Syntaxe de formatage de chaîne* et f-strings). Elles peuvent aussi être passées directement à la fonction native *format()*. Chaque type *formatable* peut définir comment les spécifications sur les valeurs de ce type doivent être interprétées.

La plupart des primitives implémentent les les options suivantes, même si certaines options de formatage ne sont supportées que pour les types numériques.

A general convention is that an empty format specification produces the same result as if you had called *str()* on the value. A non-empty format specification typically modifies the result.

La forme générale d'un *spécificateur de format standard* est :

```
format_spec     ::=  [[fill]align][sign][#][0][width][grouping_option][.precision][ty
fill            ::=  <any character>
align           ::=  "<" | ">" | "=" | "^"
sign            ::=  "+" | "-" | " "
width           ::=  digit+
grouping_option ::=  "_" | ","
precision       ::=  digit+
```

```
type              ::=   "b" | "c" | "d" | "e" | "E" | "f" | "F" | "g" | "G" | "n" | "o"
```

Si une valeur valide est spécifiée pour *align*, elle peut être précédée par un caractère *fill*, qui peut être n'importe quel caractère (espace par défaut si la valeur est omise). Il n'est pas possible d'utiliser une accolade littérale ("`{`" ou "`}`") comme caractère *fill* dans une chaîne de formatage littérale ou avec la méthode *`str.format()`*. Cependant, il est possible d'insérer une accolade à l'aide d'un champ de remplacement imbriqué. Cette limitation n'affecte pas la fonction *`format()`*.

Le sens des différentes options d'alignement est donné comme suit :

Option	Signification
`'<'`	Force le champ à être aligné à gauche dans l'espace disponible (c'est le spécificateur par défaut pour la plupart des objets).
`'>'`	Force le champ à être aligné à droite dans l'espace disponible (c'est le spécificateur par défaut pour les nombres).
`'='`	Force le remplissage (*padding*) à être placé après le signe (si signe il y a) mais avant les chiffres. L'option est utilisée pour afficher les champs sous la forme "+000000120". Cette option d'alignement est valide uniquement pour les types numériques. Elle devient activée par défaut quand "0" précède directement la largeur de champ.
`'^'`	Force le champ à être centré dans l'espace disponible.

Notons que la longueur du champ est toujours égale à la la taille nécessaire pour remplir le champ avec l'objet à moins que la valeur minimum ne soit précisée. Ainsi, si aucune valeur n'est précisée, l'option d'alignement n'a aucun sens.

L'option *sign* est uniquement valide pour les type numériques, et peut valoir :

Option	Signification
`'+'`	indique que le signe doit être affiché pour les nombres tant positifs que négatifs.
`'-'`	indique que le signe doit être affiché uniquement pour les nombres négatifs (c'est le comportement par défaut).
espace	indique qu'un espace doit précéder les nombres positifs et qu'un signe moins doit précéder les nombres négatifs.

L'option `'#'` impose l'utilisation de la "forme alternative" pour la conversion. La forme alternative est définie différemment pour différent types. Cette option est uniquement valide pour les types entiers flottants, complexes, et décimaux. Pour les entiers, quand l'affichage binaire, octal ou hexadécimal est utilisé, cette option ajoute le préfixe `'0b'`, `'0o'`, ou `'0x'` à la valeur affichée. Pour les flottants, les complexes, et les décimaux, la forme alternative impose que le résultat de la conversion contienne toujours une virgule, même si aucun chiffre ne vient après. Normalement, une virgule apparaît dans le résultat de ces conversions seulement si un chiffre le suit. De plus, pour les conversions `'g'` et `'G'`, les zéros finaux ne sont pas retirés du résultat.

L'option `','` signale l'utilisation d'une virgule comme séparateur des milliers. Pour un séparateur conscient de l'environnement linguistique, utilisez plutôt le type de présentation entière `'n'`.

Modifié dans la version 3.1 : Ajout de l'option `','` (voir **PEP 378**).

L'option `'_'` demande l'utilisation d'un tiret bas comme séparateur des milliers pour les représentations de nombres flottants et pour les entiers représentés par le type `'d'`. Pour les types de représentation d'entiers `'b'`, `'o'`, `'x'` et `'X'`, les tirets bas seront insérés tous les 4 chiffres. Pour les autres types de représentation, spécifier cette option est une erreur.

Modifié dans la version 3.6 : Ajout de l'option `'_'` (voir aussi **PEP 515**).

width is a decimal integer defining the minimum total field width, including any prefixes, separators, and other formatting characters. If not specified, then the field width will be determined by the content.

Quand aucun alignement explicite n'est donné, précéder le champs *width* d'un caractère zéro (`'0'`) active le remplissage par zéro des types numériques selon leur signe. Cela est équivalent à un caractère de remplissage *fill* valant `'0'` avec le type d'alignement *alignment* valant `'='`.

La valeur *precision* est un nombre en base 10 indiquant combien de chiffres doivent être affichés après la virgule pour une valeur à virgule flottante formatée avec `'f'` ou `'F'`, ou avant et après le point-décimal pour une valeur à virgule flottante formatée avec `'g'` ou `'G'`. Pour les types non numériques, ce champ indique la taille maximale du champ, autrement dit, combien de caractères du champ sont utilisés. Le spécificateur *precision* n'est pas autorisé sur les entiers.

Finalement, le spécificateur *type* détermine comment la donnée doit être représentée.

Les types disponibles de représentation de chaîne sont :

Type	Signification
`'s'`	Format de chaîne. C'est le type par défaut pour les chaînes de caractères et peut être omis.
`None`	Pareil que `'s'`.

Les types disponibles de représentation d'entier sont :

Type	Signification
`'b'`	Format binaire. Affiche le nombre en base 2.
`'c'`	Caractère. Convertit l'entier en le caractère Unicode associé avant de l'afficher.
`'d'`	Entier décimal. Affiche le nombre en base 10.
`'o'`	Format octal. Affiche le nombre en base 8.
`'x'`	Format hexadécimal. Affiche le nombre en base 16 en utilisant les lettres minuscules pour les chiffres au-dessus de 9.
`'X'`	Format hexadécimal. Affiche le nombre en base 16 en utilisant les lettres majuscules pour les chiffres au-dessus de 9.
`'n'`	Nombre. Pareil que `'d'` si ce n'est que l'environnement linguistique est utilisé afin de déterminer le séparateur de nombres approprié.
`None`	Pareil que `'d'`.

En plus des types de représentation ci-dessus, les entiers peuvent aussi être formatés avec les types de représentation des flottants listés ci-dessous (à l'exception de `'n'` et `None`). Dans ce cas, la fonction *`float()`* est utilisée pour convertir l'entier en flottant avant le formatage.

Les types de représentation pour les nombres flottants et les valeurs décimales sont :

Type	Signification
`'e'`	Notation par exposant. Affiche le nombre dans sa notation scientifique en utilisant la lettre 'e' pour indiquer l'exposant. La précision par défaut est `6`.
`'E'`	Notation par exposant. Pareil que `'e'` sauf l'utilisation de la lettre majuscule 'E' comme séparateur.
`'f'`	Virgule fixe. Affiche le nombre comme un nombre à virgule fixe. La précision par défaut est `6`.
`'F'`	Virgule fixe. Pareil que `'f'` à part `nan` qui devient `NAN` et `inf` qui devient `INF`.
`'g'`	Format général. Pour une précision donnée `p >= 1`, ceci arrondit le nombre à `p` chiffres significatifs et puis formate le résultat soit en virgule fixe soit en notation scientifique, en fonction de la magnitude. The precise rules are as follows : suppose that the result formatted with presentation type `'e'` and precision `p-1` would have exponent `exp`. Then if `-4 <= exp < p`, the number is formatted with presentation type `'f'` and precision `p-1-exp`. Otherwise, the number is formatted with presentation type `'e'` and precision `p-1`. In both cases insignificant trailing zeros are removed from the significand, and the decimal point is also removed if there are no remaining digits following it, unless the `'#'` option is used. Les valeurs suivantes : infini négatif, infini positif, zéro positif, zéro négatif, *not a number* sont formatées respectivement par `inf`, `-inf`, `0`, `-0` et `nan`, peu importe la précision. Une précision de `0` est interprétée comme une précision de `1`. La précision par défaut est `6`.
`'G'`	Format général. Pareil que `'G'` si ce n'est que `'E'` est utilisé si le nombre est trop grand. Également, la représentation des infinis et de Nan sont en majuscules également.
`'n'`	Nombre. Pareil que `'g'`, si ce n'est que l'environnement linguistique est pris en compte pour insérer le séparateur approprié.
`'%'`	Pourcentage. Multiplie le nombre par 100 et l'affiche en virgule fixe (`'f'`), suivi d'un symbole pourcent `'%'`.
`None`	Pareil que `'g'`, si ce n'est que lorsque la notation en virgule fixe est utilisée, il y a toujours au moins un chiffre derrière la virgule. La précision par défaut celle nécessaire pour afficher la valeur donnée. L'effet visé est de le faire correspondre à la valeur renvoyée par *`str()`* altérée par les autres modificateurs de format.

Exemples de formats

Cette section contient des exemples de la syntaxe de *`str.format()`* et des comparaisons avec l'ancien formatage par `%`.

Dans la plupart des cases, la syntaxe est similaire à l'ancien formatage par `%`, avec l'ajout de `{}` et avec `:` au lieu de `%`. Par exemple : `'%03.2f'` peut être changé en `'{03.2f}'`.

La nouvelle syntaxe de formatage gère également de nouvelles options et des options différentes, montrées dans les exemples qui suivent.

Accéder à un argument par sa position :

```
>>> '{0}, {1}, {2}'.format('a', 'b', 'c')
'a, b, c'
>>> '{}, {}, {}'.format('a', 'b', 'c')  # 3.1+ only
'a, b, c'
>>> '{2}, {1}, {0}'.format('a', 'b', 'c')
'c, b, a'
>>> '{2}, {1}, {0}'.format(*'abc')      # unpacking argument sequence
'c, b, a'
>>> '{0}{1}{0}'.format('abra', 'cad')   # arguments' indices can be repeated
'abracadabra'
```

Accéder à un argument par son nom :

```
>>> 'Coordinates: {latitude}, {longitude}'.format(latitude='37.24N', longitude='-
↪115.81W')
'Coordinates: 37.24N, -115.81W'
>>> coord = {'latitude': '37.24N', 'longitude': '-115.81W'}
>>> 'Coordinates: {latitude}, {longitude}'.format(**coord)
'Coordinates: 37.24N, -115.81W'
```

Accéder aux attributs d'un argument :

```
>>> c = 3-5j
>>> ('The complex number {0} is formed from the real part {0.real} '
...  'and the imaginary part {0.imag}.').format(c)
'The complex number (3-5j) is formed from the real part 3.0 and the imaginary part␣
↪-5.0.'
>>> class Point:
...     def __init__(self, x, y):
...         self.x, self.y = x, y
...     def __str__(self):
...         return 'Point({self.x}, {self.y})'.format(self=self)
...
>>> str(Point(4, 2))
'Point(4, 2)'
```

Accéder aux éléments d'un argument :

```
>>> coord = (3, 5)
>>> 'X: {0[0]};  Y: {0[1]}'.format(coord)
'X: 3;  Y: 5'
```

Remplacer `%s` et `%r` :

```
>>> "repr() shows quotes: {!r}; str() doesn't: {!s}".format('test1', 'test2')
"repr() shows quotes: 'test1'; str() doesn't: test2"
```

Aligner le texte et spécifier une longueur minimale :

```
>>> '{:<30}'.format('left aligned')
'left aligned                  '
>>> '{:>30}'.format('right aligned')
'                 right aligned'
>>> '{:^30}'.format('centered')
'           centered           '
>>> '{:*^30}'.format('centered')  # use '*' as a fill char
'***********centered***********'
```

Remplacer `%+f`, `%-f`, et `%f` et spécifier un signe :

```
>>> '{:+f}; {:+f}'.format(3.14, -3.14)  # show it always
'+3.140000; -3.140000'
>>> '{: f}; {: f}'.format(3.14, -3.14)  # show a space for positive numbers
' 3.140000; -3.140000'
>>> '{:-f}; {:-f}'.format(3.14, -3.14)  # show only the minus -- same as '{:f}; {:f}'
↪{:f}'
'3.140000; -3.140000'
```

Remplacer `%x` et `%o` et convertir la valeur dans différentes bases :

```
>>> # format also supports binary numbers
>>> "int: {0:d};  hex: {0:x};  oct: {0:o};  bin: {0:b}".format(42)
'int: 42;  hex: 2a;  oct: 52;  bin: 101010'
>>> # with 0x, 0o, or 0b as prefix:
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
>>> "int: {0:d};  hex: {0:#x};  oct: {0:#o};  bin: {0:#b}".format(42)
'int: 42;  hex: 0x2a;  oct: 0o52;  bin: 0b101010'
```

Utiliser une virgule comme séparateur des milliers :

```
>>> '{:,}'.format(1234567890)
'1,234,567,890'
```

Exprimer un pourcentage :

```
>>> points = 19
>>> total = 22
>>> 'Correct answers: {:.2%}'.format(points/total)
'Correct answers: 86.36%'
```

Utiliser un formatage propre au type :

```
>>> import datetime
>>> d = datetime.datetime(2010, 7, 4, 12, 15, 58)
>>> '{:%Y-%m-%d %H:%M:%S}'.format(d)
'2010-07-04 12:15:58'
```

Arguments imbriqués et des exemples plus complexes :

```
>>> for align, text in zip('<^>', ['left', 'center', 'right']):
...     '{0:{fill}{align}16}'.format(text, fill=align, align=align)
...
'left<<<<<<<<<<<<'
'^^^^^center^^^^^'
'>>>>>>>>>>>right'
>>>
>>> octets = [192, 168, 0, 1]
>>> '{:02X}{:02X}{:02X}{:02X}'.format(*octets)
'C0A80001'
>>> int(_, 16)
3232235521
>>>
>>> width = 5
>>> for num in range(5,12):
...     for base in 'dXob':
...         print('{0:{width}{base}}'.format(num, base=base, width=width), end=' ')
...     print()
...
    5     5     5   101
    6     6     6   110
    7     7     7   111
    8     8    10  1000
    9     9    11  1001
   10     A    12  1010
   11     B    13  1011
```

6.1.4 Chaînes modèles

Les chaînes modèles fournissent des substitutions de chaînes plus simples, comme décrit dans **PEP 292**. L'internationalisation (*i18n*) est un cas d'utilisation principale pour les chaînes modèles, car dans ce contexte, la syntaxe et les fonctionnalités simplifiées facilitent la traduction par rapport aux autres fonctions de formatage de chaînes intégrées en Python. Comme exemple de bibliothèque construite sur des chaînes modèles pour l'internationalisation, voir le paquet *flufl.i18n <http ://flufli18n.readthedocs.io/en/latest/>*.

Les chaînes modèles prennent en charge les substitutions basées sur `$` en utilisant les règles suivantes :

- `$$` est un échappement ; il est remplacé par un simple `$`.
- `$identifier` dénomme un substituant lié à la clef `"identifier"`. Par défaut, `"identifier"` est restreint à toute chaîne de caractères ASCII alphanumériques sensibles à la casse (avec les *underscores*) commençant avec un *underscore* ou un caractère alphanumérique. Le premier caractère n'étant pas un identifieur après le `$` termine la spécification du substituant.
- `${identifier}` est équivalent à `$identifier`. Cette notation est requise quand un caractère valide pour une clef de substituant suit directement le substituant mais ne fait pas partie du substituant, comme `"${noun}ification"`.

Tout autre présence du symbole `$` dans une chaîne résultera en la levée d'une *ValueError*.

Le module *string* fournit une classe *Template* qui implémente ces règles. Les méthodes de *Template* sont :

class string.**Template**(*template*)

Le constructeur prend un seul argument qui est la chaîne du *template*.

substitute(*mapping*, ***kwds*)

Applique les substitutions du *template*, et la renvoie dans une nouvelle chaîne. *mapping* est un objet dictionnaire-compatible qui lie les substituants dans le *template*. De même, vous pouvez fournir des arguments mot-clefs tels que les mot-clefs sont les substituants. Quand à la fois *mapping* et *kwds* sont donnés et qu'il y a des doublons, les substituants de *kwds* sont prioritaires.

safe_substitute(*mapping*, ***kwds*)

Comme *substitute()*, si ce n'est qu'au lieu de lever une *KeyError* si un substituant n'est ni dans *mapping*, ni dans *kwds*, c'est le nom du substituant inchangé qui apparaît dans la chaîne finale. Également, à l'inverse de *substitute()*, toute autre apparition de `$` renverra simplement `$` au lieu de lever une exception *ValueError*.

Bien que d'autres exceptions peuvent toujours être levées, cette méthode est dite sûre car elle tente de toujours renvoyer une chaîne utilisable au lieu de lever une exception. Ceci dit, *safe_substitute()* est tout sauf sûre car elle ignore silencieusement toute malformation dans le *template* qui contient des délimiteurs fantômes, des accolades non fermées, ou des substituants qui ne sont pas des identificateurs Python valides.

Les instances de la classe *Template* fournissent également un attribut public :

template

C'est l'objet *template* passé comme argument au constructeur. En général, vous ne devriez pas le changer, mais un accès en lecture-seule n'est pas possible à fournir.

Voici un exemple de comment utiliser un *Template* :

```
>>> from string import Template
>>> s = Template('$who likes $what')
>>> s.substitute(who='tim', what='kung pao')
'tim likes kung pao'
>>> d = dict(who='tim')
>>> Template('Give $who $100').substitute(d)
Traceback (most recent call last):
...
ValueError: Invalid placeholder in string: line 1, col 11
>>> Template('$who likes $what').substitute(d)
Traceback (most recent call last):
...
KeyError: 'what'
>>> Template('$who likes $what').safe_substitute(d)
'tim likes $what'
```

Usage avancé : vous pouvez faire dériver vos sous-classes de *Template* pour personnaliser la syntaxe des substituants, les caractères délimiteurs, ou l'entièreté de l'expression rationnelle utilisée pour analyser les chaînes *templates*. Pour faire cela, vous pouvez redéfinir les attributs suivants :

- *delimiter* -- La chaîne littérale décrivant le délimiteur pour introduire un substituant. Sa valeur par défaut est `$`. Notez qu'elle ne doit *pas* être une expression rationnelle, puisque l'implémentation appelle *re.escape()* sur cette chaîne si nécessaire. Notez aussi que le délimiteur ne peut pas être changé après la création de la classe.
- *idpattern* -- L'expression rationnelle décrivant le motif pour les substituants non entourés d'accolades. La valeur par défaut de cette expression rationnelle est `(?a:[_a-z][_a-z0-9]*)`. Si *idpattern* est donné et *braceidpattern* est `None`, ce motif est aussi utilisé pour les marqueurs entre accolades.

  Note : Puisque par défaut *flags* vaut `re.IGNORECASE`, des caractères *non-ASCII* peuvent correspondre au motif `[a-z]`. C'est pourquoi on utilise une option locale `a` ici.

  Modifié dans la version 3.7 : *braceidpattern* peut être utilisé pour définir des motifs des motifs différents suivant qu'ils sont à l'intérieur ou à l'extérieur des accolades.
- *braceidpattern* — Similaire à *idpattern* mais décrit le motif quand il est placé entre accolades. La valeur par défaut est `None`` ce qui signifie que seul *idpattern* est pris en compte (le motif est le même, qu'il soit à l'intérieur d'accolades ou non). S'il est donné, cela vous permet de définir définir des motifs entre accolades différents des motifs sans accolades.
  Nouveau dans la version 3.7.
- *flags* -- L'indicateur d'expression rationnelle qui sera appliqué lors de la compilation de l'expression rationnelle pour reconnaître les substitutions. La valeur par défaut est `re.IGNORECASE`. Notez que `re.VERBOSE` sera toujours ajouté à l'indicateur. Donc, un *idpattern* personnalisé doit suivre les conventions des expressions rationnelles *verbose*.
  Nouveau dans la version 3.2.

Également, vous pouvez fournir le motif d'expression rationnelle en entier en redéfinissant l'attribut *pattern*. Si vous faites cela, la valeur doit être un objet 'expression rationnelle' avec quatre groupes de capture de noms. Les groupes de capture correspondent aux règles données au-dessus, ainsi qu'à la règle du substituant invalide :

- *escaped* -- Ce groupe lie les séquences échappées (par exemple `$$`) dans le motif par défaut.
- *named* -- Ce groupe lie les substituants non entourés d'accolades ; il ne devrait pas inclure le délimiteur dans le groupe de capture.
- *braced* -- Ce groupe lie le nom entouré d'accolades ; il ne devrait inclure ni le délimiteur, ni les accolades dans le groupe de capture.
- *invalid* -- Ce groupe lie tout autre motif de délimitation (habituellement, un seul délimiteur) et il devrait apparaître en dernier dans l'expression rationnelle.

6.1.5 Fonctions d'assistance

`string.`**`capwords`**`(`*s*, *sep=None*`)`

Divise l'argument en mots en utilisant *str.split()*, capitalise chaque mot en utilisant *str.capitalize()* et assemble les mots capitalisés en utilisant *str.join()*. Si le second argument optionnel *sep* est absent ou vaut `None`, les séquences de caractères blancs sont remplacées par un seul espace et les espaces débutant et finissant la chaîne sont retirés. Sinon, *sep* et utilisé pour séparer et ré-assembler les mots.

6.2 `re` — Opérations à base d'expressions rationnelles

Code source : Lib/re.py

Ce module fournit des opérations sur les expressions rationnelles similaires à celles que l'on trouve dans Perl.

Les motifs, comme les chaînes, à analyser peuvent aussi bien être des chaînes Unicode (*str*) que des chaînes 8-bits (*bytes*). Cependant, les chaînes Unicode et 8-bits ne peuvent pas être mélangées : c'est à dire que vous ne pouvez pas analyser une chaîne Unicode avec un motif 8-bit, et inversement ; de même, lors d'une substitution, la chaîne de remplacement doit être du même type que le motif et la chaîne analysée.

Les expressions rationnelles utilisent le caractère *backslash* (`'\'`) pour indiquer des formes spéciales ou permettre d'utiliser des caractères spéciaux sans en invoquer le sens. Cela entre en conflit avec l'utilisation en Python du même caractère pour la même raison dans les chaînes littérales ; par exemple, pour rechercher un *backslash* littéral il faudrait écrire `'\\\\'` comme motif, parce que l'expression rationnelle devrait être `\\` et chaque *backslash* doit être représenté par `\\` au sein des chaînes littérales Python.

La solution est d'utiliser la notation des chaînes brutes en Python pour les expressions rationnelles ; Les *backslashs* ne provoquent aucun traitement spécifique dans les chaînes littérales préfixées par `'r'`. Ainsi, `r"\n"` est une chaîne de deux caractères contenant `'\'` et `'n'`, tandis que `"\n"` est une chaîne contenant un unique caractère : un saut de ligne. Généralement, les motifs seront exprimés en Python à l'aide de chaînes brutes.

Il est important de noter que la plupart des opérations sur les expressions rationnelles sont disponibles comme fonctions au niveau du module et comme méthodes des *expressions rationnelles compilées*. Les fonctions sont des raccourcis qui ne vous obligent pas à d'abord compiler un objet *regex*, mais auxquelles manquent certains paramètres de configuration fine.

Voir aussi :

Le module tiers regex, dont l'interface est compatible avec le module `re` de la bibliothèque standard, mais offre des fonctionnalités additionnelles et une meilleure gestion de l'Unicode.

6.2.1 Syntaxe des expressions rationnelles

Une expression rationnelle (*regular expression* ou *RE*) spécifie un ensemble de chaînes de caractères qui lui correspondent ; les fonctions de ce module vous permettent de vérifier si une chaîne particulière correspond à une expression rationnelle donnée (ou si un expression rationnelle donnée correspond à une chaîne particulière, ce qui revient à la même chose).

Les expressions rationnelles peuvent être concaténées pour former de nouvelles expressions : si *A* et *B* sont deux expressions rationnelles, alors *AB* est aussi une expression rationnelle. En général, si une chaîne *p* valide *A* et qu'une autre chaîne *q* valide *B*, la chaîne *pq* validera AB. Cela est vrai tant que *A* et *B* ne contiennent pas d'opérations de priorité ; de conditions de frontière entre *A* et *B* ; ou de références vers des groupes numérotés. Ainsi, des expressions complexes peuvent facilement être construites depuis de plus simples expressions primitives comme celles décrites ici. Pour plus de détails sur la théorie et l'implémentation des expressions rationnelles, consultez le livre de Friedl [Frie09], ou à peu près n'importe quel livre dédié à la construction de compilateurs.

Une brève explication sur le format des expressions rationnelles suit. Pour de plus amples informations et une présentation plus simple, référez-vous au regex-howto.

Les expressions rationnelles peuvent contenir à la fois des caractères spéciaux et ordinaires. Les plus ordinaires, comme `'A'`, `'a'` ou `'0'` sont les expressions rationnelles les plus simples : elles correspondent simplement à elles-mêmes. Vous pouvez concaténer des caractères ordinaires, ainsi `last` correspond à la chaîne `'last'`. (Dans la suite de cette section, nous écrirons les expressions rationnelles dans `ce style spécifique`, généralement sans guillemets, et les chaînes à tester `'entourées de simples guillemets'`.)

Certains caractères, comme `'|'` ou `'('`, sont spéciaux. Des caractères spéciaux peuvent aussi exister pour les classes de caractères ordinaires, ou affecter comment les expressions rationnelles autour d'eux seront interprétées.

Les caractères de répétition (`*`, `+`, `?`, `{m,n}`, etc.) ne peuvent être directement imbriqués. Cela empêche l'ambiguïté avec le suffixe modificateur non gourmand `?` et avec les autres modificateurs dans d'autres implémentations. Pour appliquer une seconde répétition à une première, des parenthèses peuvent être utilisées. Par exemple, l'expression `(?:a{6})*` valide toutes les chaînes composées d'un nombre de caractères `'a'` multiple de six.

Les caractères spéciaux sont :

`.` (Point.) Dans le mode par défaut, il valide tout caractère à l'exception du saut de ligne. Si l'option `DOTALL` a été spécifiée, il valide tout caractère, saut de ligne compris.

`^` (Accent circonflexe.) Valide le début d'une chaîne de caractères, ainsi que ce qui suit chaque saut de ligne en mode `MULTILINE`.

$ Valide la fin d'une chaîne de caractères, ou juste avant le saut de ligne à la fin de la chaîne, ainsi qu'avant chaque saut de ligne en mode *MULTILINE*. `foo` valide à la fois *foo* et *foobar*, tandis que l'expression rationnelle `foo$` ne correspond qu'à `'foo'`. Plus intéressant, chercher `foo.$` dans `'foo1\nfoo2\n'` trouve normalement `'foo2'`, mais `'foo1'` en mode *MULTILINE*; chercher un simple `$` dans `'foo\n'` trouvera deux correspondances (vides) : une juste avant le saut de ligne, et une à la fin de la chaîne.

***** Fait valider par l'expression rationnelle résultante 0 répétition ou plus de l'expression qui précède, avec autant de répétitions que possible. `ab*` validera 'a', 'ab' ou 'a' suivi de n'importe quel nombre de 'b'.

+ Fait valider par l'expression rationnelle résultante 1 répétition ou plus de l'expression qui précède. `ab+` validera 'a' suivi de n'importe quel nombre non nul de 'b' ; cela ne validera pas la chaîne 'a'.

? Fait valider par l'expression rationnelle résultante 0 ou 1 répétition de l'expression qui précède. `ab?` correspondra à 'a' ou 'ab'.

***?, +?, ??** Les qualificateurs `'*'`, `'+'` et `'?'` sont tous *greedy* (gourmands) ; ils valident autant de texte que possible. Parfois ce comportement n'est pas désiré ; si l'expression rationnelle `<.*>` est testée avec la chaîne `'<a> b <c>'`, cela correspondra à la chaîne entière, et non juste à `'<a>'`. Ajouter `?` derrière le qualificateur lui fait réaliser l'opération de façon *non-greedy* (ou *minimal*) ; le *moins* de caractères possibles seront validés. Utiliser l'expression rationnelle `<.*?>` validera uniquement `'<a>'`.

{m} Spécifie qu'exactement *m* copies de l'expression rationnelle qui précède devront être validées ; un nombre plus faible de correspondances empêche l'expression entière de correspondre. Par exemple, `a{6}` correspondra exactement à six caractères `'a'`, mais pas à cinq.

{m,n} Fait valider par l'expression rationnelle résultante entre *m* et *n* répétitions de l'expression qui précède, cherchant à en valider le plus possible. Par exemple, `a{3,5}` validera entre 3 et 5 caractères `'a'`. Omettre *m* revient à spécifier 0 comme borne inférieure, et omettre *n* à avoir une borne supérieure infinie. Par exemple, `a{4,}b` correspondra à `'aaaab'` ou à un millier de caractères `'a'` suivis d'un `'b'`, mais pas à `'aaab'`. La virgule ne doit pas être omise, auquel cas le modificateur serait confondu avec la forme décrite précédemment.

{m,n}? Fait valider par l'expression rationnelle résultante entre *m* et *n* répétitions de l'expression qui précède, cherchant à en valider le moins possible. Il s'agit de la version non gourmande du précédent qualificateur. Par exemple, dans la chaîne de 6 caractères `'aaaaaa'`, `a{3,5}` trouvera 5 caractères `'a'`, alors que `a{3,5}?` n'en trouvera que 3.

**** Échappe les caractères spéciaux (permettant d'identifier des caractères comme `'*'`, `'?'` et autres) ou signale une séquence spéciale ; les séquences spéciales sont décrites ci-dessous.

Si vous n'utilisez pas de chaînes brutes pour exprimer le motif, souvenez-vous que Python utilise aussi le *backslash* comme une séquence d'échappement dans les chaînes littérales ; si la séquence d'échappement n'est pas reconnue par l'interpréteur Python, le *backslash* et les caractères qui le suivent sont inclus dans la chaîne renvoyée. Cependant, si Python reconnait la séquence, le *backslash* doit être doublé (pour ne plus être reconnu). C'est assez compliqué et difficile à comprendre, c'est pourquoi il est hautement recommandé d'utiliser des chaînes brutes pour tout sauf les expressions les plus simples.

[] Utilisé pour indiquer un ensemble de caractères. Dans un ensemble :

- Les caractères peuvent être listés individuellement, e.g. `[amk]` correspondra à `'a'`, `'m'` ou `'k'`.
- Des intervalles de caractères peuvent être indiqués en donnant deux caractères et les séparant par un `'-'`, par exemple `[a-z]` correspondra à toute lettre minuscule *ASCII*, `[0-5][0-9]` à tous nombres de deux chiffres entre `00` et `59`, et `[0-9A-Fa-f]` correspondra à n'importe quel chiffre hexadécimal. Si `'-'` est échappé (`[a\-z]`) ou s'il est placé comme premier ou dernier caractère (e.g. `[-a]` ou `[a-]`), il correspondra à un `'-'` littéral.
- Les caractères spéciaux perdent leur sens à l'intérieur des ensembles. Par exemple, `[(+*)]` validera chacun des caractères littéraux `'('`, `'+'`, `'*'` ou `')'`.
- Les classes de caractères telles que `\w` ou `\S` (définies ci-dessous) sont aussi acceptées à l'intérieur d'un ensemble, bien que les caractères correspondant dépendent de quel mode est actif entre *ASCII* et *LOCALE*.

— Les caractères qui ne sont pas dans un intervalle peuvent être trouvés avec l'ensemble complémentaire (*complementing*). Si le premier caractère de l'ensemble est `'^'`, tous les caractères qui *ne sont pas* dans l'ensemble seront validés. Par exemple, `[^5]` correspondra à tout caractère autre que `'5'` et `[^^]` validera n'importe quel caractère excepté `'^'`. `^` n'a pas de sens particulier s'il n'est pas le premier caractère de l'ensemble.

— Pour insérer un `']'` littéral dans un ensemble, il faut le précéder d'un *backslash* ou le placer au début de l'ensemble. Par exemple, `[()[\]{}]` et `[]()[{}]` vont tous deux correspondre à une parenthèse, un crochet ou une accolade.

— Le support des ensembles inclus l'un dans l'autre et les opérations d'ensemble comme dans Unicode Technical Standard #18 pourrait être ajouté par la suite. Ceci changerait la syntaxe, donc pour faciliter ce changement, une exception *FutureWarning* sera levée dans les cas ambigus pour le moment. Ceci inclut les ensembles commençant avec le caractère `'['` ou contenant les séquences de caractères `'--'`, `'&&'`, `'~~'` et `'||'`. Pour éviter un message d'avertissement, échapper les séquences avec le caractère antislash (`"\"`).

Modifié dans la version 3.7 : L'exception *FutureWarning* est levée si un ensemble de caractères contient une construction dont la sémantique changera dans le futur.

| `A|B`, où *A* et *B* peuvent être deux expressions rationnelles arbitraires, crée une expression rationnelle qui validera soit *A* soit *B*. Un nombre arbitraire d'expressions peuvent être séparées de cette façon par des `'|'`. Cela peut aussi être utilisé au sein de groupes (voir ci-dessous). Quand une chaîne cible est analysée, les expressions séparées par `'|'` sont essayées de la gauche vers la droite. Quand un motif correspond complètement, cette branche est acceptée. Cela signifie qu'une fois que *A* correspond, *B* ne sera pas testée plus loin, même si elle pourrait provoquer une plus ample correspondance. En d'autres termes, l'opérateur `'|'` n'est jamais gourmand. Pour valider un `'|'` littéral, utilisez `\|`, ou enveloppez-le dans une classe de caractères, comme `[|]`.

`(...)` Valide n'importe quelle expression rationnelle comprise entre les parenthèses, et indique le début et la fin d'un groupe ; le contenu d'un groupe peut être récupéré après qu'une analyse a été effectuée et peut être réutilisé plus loin dans la chaîne avec une séquence spéciale `\number`, décrite ci-dessous. Pour écrire des `'('` ou `')'` littéraux, utilisez `\(` ou `\)`, ou enveloppez-les dans une classe de caractères : `[(]`, `[)]`.

`(?...)` Il s'agit d'une notation pour les extensions (un `'?'` suivant une `'('` n'a pas de sens autrement). Le premier caractère après le `'?'` détermine quel sens donner à l'expression. Les extensions ne créent généralement pas de nouveaux groupes ; `(?P<name>...)` est la seule exception à la règle. Retrouvez ci-dessous la liste des extensions actuellement supportées.

`(?aiLmsux)` (Une lettre ou plus de l'ensemble `'a'`, `'i'`, `'L'`, `'m'`, `'s'`, `'u'`, `'x'`.) Le groupe valide la chaîne vide ; les lettres activent les modes correspondant : *re.A* (validation ASCII seulement), *re.I* (ignorer la casse)', *re.L* (dépendant de la locale), *re.M* (multi-ligne), *re.S* (les points correspondent à tous les caractères), `re.U` (support d'Unicode) et *re.X* (verbeux), pour l'ensemble de l'expression rationnelle. (Les options dans décrites dans la section *Contenu du module*.) C'est utile si vous souhaitez préciser l'option dans l'expression rationnelle, plutôt qu'en passant un argument *flag* à la fonction *re.compile()*. Les options devraient être spécifiées en premier dans la chaîne de l'expression.

`(?:...)` Une version sans capture des parenthèses habituelles. Valide n'importe quelle expression rationnelle à l'intérieur des parenthèses, mais la sous-chaîne correspondant au groupe *ne peut pas* être récupérée après l'analyse ou être référencée plus loin dans le motif.

`(?aiLmsux-imsx:...)` (Zéro lettres ou plus de l'ensemble `'a'`, `'i'`, `'L'`, `'m'`, `'s'`, `'u'`, `'x'`, optionnellement suivies par `'-'` puis `'i'`, `'m'`, `'s'`, `'x'`.) Les lettres activent ou désactivent les options correspondantes : *re.A* (ASCII exclusivement), *re.I* (ignorer la casse), *re.L* (respecte les paramètres régionaux), *re.M* (multi-ligne), *re.S* (les points correspondent à tous les caractères), `re.U` (Unicode) et *re.X* (verbeux), pour cette partie de l'expression. (Les options sont décrites dans la section *Contenu du module*.)

Les caractères `'a'`, `'L'` et `'u'` sont mutuellement exclusifs quand ils sont utilisés comme des options dans le motif, ils ne peuvent donc ni être combinés, ni suivre le caractère `'-'`. Quand l'un d'entre eux apparaît dans un groupe, il modifie le mode pour ce groupe. Dans les motifs Unicode l'option `(?a:...)` bascule en mode ASCII-uniquement, et `(?u:...)` bascule en mode Unicode (le comportement par défaut). Dans

les motifs de *byte*, `(?L:...)` fait en sorte de respecter les paramètres régionaux, et `(?a:...)` bascule en mode ASCII Uniquement (le comportement par défaut). Ces modifications ne concernent que les groupes dans lesquelles elles sont, le mode précédent est donc rétabli à la sortie du groupe.

Nouveau dans la version 3.6.

Modifié dans la version 3.7 : Les lettres `'a'`, `'L'` et `'u'` peuvent aussi être utilisées dans un groupe.

`(?P<name>...)` Similaires aux parenthèses habituelles, mais la sous-chaîne validée par le groupe est accessible via le nom *name* du groupe symbolique. Les noms de groupes doivent être des identifiants Python valides, et chaque nom de groupe ne doit être défini qu'une seule fois dans une expression rationnelle. Un groupe symbolique est aussi un groupe numéroté, de la même manière que si le groupe n'était pas nommé.

Les groupes nommés peuvent être référencés dans trois contextes. Si le motif est `(?P<quote>['"]).*?(?P=quote)` (i.e. correspondant à une chaîne entourée de guillemets simples ou doubles) :

Contexte de référence au groupe *quote*	Manières de le référencer
lui-même dans le même motif	— `(?P=quote)` (comme vu) — `\1`
en analysant l'objet résultat *m*	— `m.group('quote')` — `m.end('quote')` (etc.)
dans une chaîne passée à l'argument *repl* de `re.sub()`	— `\g<quote>` — `\g<1>` — `\1`

`(?P=name)` Une référence arrière à un groupe nommé ; elle correspond à n'importe quel texte validé plus tôt par le groupe nommé *name*.

`(?#...)` Un commentaire ; le contenu des parenthèses est simplement ignoré.

`(?=...)` Valide si `...` valide la suite, mais ne consomme rien de la chaîne. On appelle cela une assertion *lookahead*. Par exemple, `Isaac (?=Asimov)` correspondra à la chaîne `'Isaac'` `` seulement si elle est suivie par ``'Asimov'`.

`(?!...)` Valide si `...` ne valide pas la suite. C'est une assertion *negative lookahead*. Par exemple, `Isaac (?!Asimov)` correspondra à la chaîne `'Isaac '` seulement si elle *n'est pas* suivie par `'Asimov'`.

`(?<=...)` Valide si la position courante dans la chaîne est précédée par une correspondance sur `...` qui se termine à la position courante. On appelle cela une *positive lookbehind assertion*. `(?<=abc)def` cherchera une correspondance dans `'abcdef'`, puisque le *lookbehind** mettra de côté 3 caractères et vérifiera que le motif contenu correspond. Le motif ne devra correspondre qu'à des chaînes de taille fixe, cela veut dire que `abc` ou `a|b` `` sont autorisées, mais pas ``a*` ou `a{3,4}`. Notez que les motifs qui commencent par des assertions *lookbehind* positives ne peuvent pas correspondre au début de la chaîne analysée ; vous préférerez sûrement utiliser la fonction *`search()`* plutôt que la fonction *`match()`* :

```
>>> import re
>>> m = re.search('(?<=abc)def', 'abcdef')
>>> m.group(0)
'def'
```

Cet exemple recherche un mot suivi d'un trait d'union :

```
>>> m = re.search(r'(?<=-)\w+', 'spam-egg')
>>> m.group(0)
'egg'
```

Modifié dans la version 3.5 : Ajout du support des références aux groupes de taille fixe.

(?<!...) Valide si la position courante dans la chaîne n'est pas précédée par une correspondance sur `...`. On appelle cela une *negative lookbehind assertion*. À la manière des assertions *lookbehind* positives, le motif contenu ne peut que correspondre à des chaînes de taille fixe. Les motifs débutant par une assertion *lookbehind* négative peuvent correspondre au début de la chaîne analysée.

(?(id/name)yes-pattern|no-pattern) Essaiera de faire la correspondance avec `yes-pattern` si le groupe indiqué par *id* ou *name* existe, et avec `no-pattern` s'il n'existe pas. `no-pattern` est optionnel et peut être omis. Par exemple, `(<)?(\w+@\w+(?:\.\w+)+)(?(1)>|$)` est un motif simpliste pour identifier une adresse courriel, qui validera `'<user@host.com>'` ainsi que `'user@host.com'` mais pas `'<user@host.com'` ni `'user@host.com>'`.

Les séquences spéciales sont composées de `'\'` et d'un caractère de la liste qui suit. Si le caractère ordinaire n'est pas un chiffre *ASCII* ou une lettre *ASCII*, alors l'expression rationnelle résultante validera le second caractère de la séquence. Par exemple, `\$` correspond au caractère `'$'`.

\number Correspond au contenu du groupe du même nombre. Les groupes sont numérotés à partir de 1. Par exemple, `(.+) \1` correspond à `'the the'` ou `'55 55'`, mais pas à `'thethe'` (notez l'espace après le groupe). Cette séquence spéciale ne peut être utilisée que pour faire référence aux 99 premiers groupes. Si le premier chiffre de *number* est 0, ou si *number* est un nombre octal de 3 chiffres, il ne sera pas interprété comme une référence à un groupe, mais comme le caractère à la valeur octale *number*. À l'intérieur des `'['` et `']'` d'une classe de caractères, tous les échappements numériques sont traités comme des caractères.

\A Correspond uniquement au début d'une chaîne de caractères.

\b Correspond à la chaîne vide, mais uniquement au début ou à la fin d'un mot. Un mot est défini comme une séquence de "caractères de mots". Notez que formellement, `\b` est défini comme la liaison entre `\w` et `\W` (et inversement), ou entre `\w` et le début/fin d'un mot. Cela signifie que `r'\bfoo\b'` validera `'foo'`, `'foo.'`, `'(foo)'` ou `'bar foo baz'` mais pas `'foobar'` ou `'foo3'`.

Les caractères alphanumériques Unicode sont utilisés par défaut dans les motifs Unicode, mais cela peut être changé en utilisant l'option *ASCII*. Les délimitations de mots sont déterminées par la locale si l'option *LOCALE* est utilisée. À l'intérieur d'un intervalle de caractères, `\b` représente le caractère *backspace*, par compatibilité avec les chaînes littérales Python.

\B Correspond à la chaîne vide, mais uniquement quand elle *n'est pas* au début ou à la fin d'un mot. Cela signifie que `r'py\B'` valide `'python'`, `'py3'` ou `'py2'`, mais pas `'py'`, `'py.'` ou `'py!'`. `\B` est simplement l'opposé de `\b`, donc les caractères de mots dans les motifs Unicode sont les alphanumériques et tirets bas Unicode, bien que cela puisse être changé avec l'option *ASCII*. Les délimitations de mots sont déterminées par la locale si l'option *LOCALE* est utilisée.

\d

Pour les motifs Unicode (str) : Valide n'importe quel chiffre décimal Unicode (soit tout caractère Unicode de catégorie [Nd]). Cela inclut `[0-9]`, mais aussi bien d'autres caractères de chiffres. Si l'option *ASCII* est utilisée, seuls les caractères de la classe `[0-9]` correspondront.

Pour les motifs 8-bit (bytes) : Valide n'importe quel chiffre décimal ; équivalent à `[0-9]`.

\D Valide tout caractère qui n'est pas un chiffre décimal. C'est l'opposé de `\d`. Si l'option *ASCII* est utilisée, cela devient équivalent à `[^0-9]`.

\s

Pour les motifs Unicode (str) : Valide les caractères d'espacement Unicode (qui incluent `[ \t\n\r\f\v]` et bien d'autres, comme les espaces insécables requises par les règles typographiques de beaucoup de langues). Si l'option *ASCII* est utilisée, seuls les caractères de la classe `[ \t\n\r\f\v]` sont validés.

Pour les motifs 8-bit (bytes) : Valide les caractères considérés comme des espacements dans la table ASCII ; équivalent à `[ \t\n\r\f\v]`.

\S Valide tout caractère qui n'est pas un caractère d'espacement. c'est l'opposé de `\s`. Si l'option *ASCII* est utilisée, cela devient équivalent à `[^ \t\n\r\f\v]`.

\w

Pour les motifs Unicode (str) : Valide les caractères Unicode de mot ; cela inclut la plupart des caractères qui peuvent être compris dans un mot d'une quelconque langue, aussi bien que les nombres et les tirets bas. Si l'option *ASCII* est utilisée, seuls les caractères de la classe `[a-zA-Z0-9_]` sont validés.

Pour les motifs 8-bit (bytes) : Valide les caractères alphanumériques de la table ASCII ; équivalent à `[a-zA-Z0-9_]`. Si l'option *LOCALE* est utilisée, les caractères considérés alphanumériques dans la locale et le tiret bas seront acceptés.

\W Matches any character which is not a word character. This is the opposite of `\w`. If the *ASCII* flag is used this becomes the equivalent of `[^a-zA-Z0-9_]`. If the *LOCALE* flag is used, matches characters which are neither alphanumeric in the current locale nor the underscore.

\Z Correspond uniquement à la fin d'une chaîne de caractères.

La plupart des échappements standards supportés par les chaînes littérales sont aussi acceptés par l'analyseur d'expressions rationnelles :

```
\a      \b      \f      \n
\r      \t      \u      \U
\v      \x      \\
```

(Notez que `\b` est utilisé pour représenter les bornes d'un mot, et signifie « *backspace* » uniquement à l'intérieur d'une classe de caractères.)

Les séquences d'échappement `'\u'` et `'\U'` sont seulement reconnues dans les motifs Unicode. Dans les motifs de *byte*, ce sont des erreurs. Les échappements inconnus de lettres ASCII sont réservés pour une utilisation future et sont considérés comme des erreurs.

Les séquences octales d'échappement sont incluses dans une forme limitée. Si le premier chiffre est un 0, ou s'il y a trois chiffres octaux, la séquence est considérée comme octale. Autrement, il s'agit d'une référence vers un groupe. Comme pour les chaînes littérales, les séquences octales ne font jamais plus de 3 caractères de long.

Modifié dans la version 3.3 : Les séquences d'échappement `'\u'` et `'\U'` ont été ajoutées.

Modifié dans la version 3.6 : Les séquences inconnues composées de `'\'` et d'une lettre ASCII sont maintenant des erreurs.

6.2.2 Contenu du module

Le module définit plusieurs fonctions, constantes, et une exception. Certaines fonctions sont des versions simplifiées des méthodes plus complètes des expressions rationnelles compilées. La plupart des applications non triviales utilisent toujours la version compilée.

Modifié dans la version 3.6 : Les constantes d'options sont maintenant des instances de `RegexFlag`, sous-classe de *enum.IntFlag*.

re.**compile**(*pattern*, *flags=0*)

Compile un motif vers une *expression rationnelle* compilée, dont les méthodes *match()* et *search()*, décrites ci-dessous, peuvent être utilisées pour analyser des textes.

Le comportement des expressions peut être modifié en spécifiant une valeur *flags*. Les valeurs sont comprises dans les variables suivantes, et peuvent être combinées avec un *ou* bit-à-bit (opérateur `|`).

La séquence

```
prog = re.compile(pattern)
result = prog.match(string)
```

est équivalente à

```
result = re.match(pattern, string)
```

mais utiliser *re.compile()* et sauvegarder l'expression rationnelle renvoyée pour la réutiliser est plus efficace quand l'expression est amenée à être utilisée plusieurs fois dans un même programme.

Note : Les versions compilées des motifs les plus récents passés à *re.compile()* et autres fonctions d'analyse du module sont mises en cache, ainsi les programmes qui n'utilisent que quelques expressions rationnelles en même temps n'ont pas à s'inquiéter de la compilation de ces expressions.

---

re.**A**
re.**ASCII**
: Fait correspondre à `\w`, `\W`, `\b`, `\B`, `\d`, `\D`, `\s` et `\s` des caractères ASCII seulement, plutôt qu'Unicode. Cela n'a du sens que pour les motifs Unicode, et est ignoré pour les motifs 8-bit. Correspond à l'option de groupe `(?a)`.

Notez que par compatibilité envers les versions précédentes, l'option `re.U` existe toujours (ainsi que son synonyme `re.UNICODE` et sa version embarquée `(?u)`), mais elles sont redondantes en Python 3 depuis que l'analyse est faite en Unicode par défaut pour les chaînes de caractères (et que l'analyse Unicode n'est pas permise pour les chaînes 8-bit).

re.**DEBUG**
: Affiche des informations de débogage à propos de l'expression compilée. N'a pas d'option de groupe équivalente.

re.**I**
re.**IGNORECASE**
: Effectue une analyse indépendante de la casse. Les motifs tels que `[A-Z]` accepteront donc les caractères minuscules. L'analyse Unicode complète (tel que `Ü` correspondant à `ü`) fonctionne aussi, tant que l'option *re.ASCII* n'est pas utilisée. La locale n'affecte pas cette option, tant que l'option *re.LOCALE* n'est pas utilisée. Correspond au marqueur de groupe `(?i)`.

À noter : quand les motifs Unicode `[a-z]` ou `[A-Z]` sont utilisés en combinaison avec la constante *IGNORECASE*, ils correspondront aux 52 caractères ASCII et aux 4 caractères non ASCII : 'İ' (*U+0130*, Latin majuscule I avec un point au-dessus), 'ı' (*U+0131*, Latin minuscule sans point au-dessus), 'ſ' (*U+017F*, Latin minuscule *long s*) et 'K' (*U+212A*, *Kelvin sign*). Si la constante *ASCII* est utilisée, seuls les caractères 'a' à 'z' et 'A' à 'Z' seront concernés.

re.**L**
re.**LOCALE**
: Fait dépendre de la locale courante : `\w`, `\W`, `\b`, `\B`, et l'analyse insensible à la casse. Cette option peut être utilisée avec les motifs en *bytes*. L'utilisation de cette option est déconseillée à cause du mécanisme de locale très peu fiable, et ne gérant qu'une « culture » à la fois, et ne fonctionnant que pour les locales 8-bits. L'analyse Unicode est déjà activée par défaut dans Python 3 pour les motifs Unicode (*str*), et elle est capable de gérer plusieurs locales et langages. Correspond à l'option de groupe `(?L)`.

Modifié dans la version 3.6 : *re.LOCALE* ne peut être utilisée qu'avec les motifs 8-bit et n'est pas compatible avec *re.ASCII*.

Modifié dans la version 3.7 : Les objets d'expressions régulières compilées avec l'indicateur *re.LOCALE* ne dépendent plus de la *locale* au moment de la compilation. Seulement la *locale* au moment de la correspondance affecte le résultat.

re.**M**
re.**MULTILINE**
: Quand spécifiée, le caractère `'^'` correspond au début d'une chaîne et au début d'une ligne (caractère suivant directement le saut de ligne) ; et le caractère `'$'` correspond à la fin d'une chaîne et à la fin d'une ligne (juste avant le saut de ligne). Par défaut, `'^'` correspond uniquement au début de la chaîne, et `'$'` uniquement à la fin de la chaîne, ou immédiatement avant le saut de ligne (s'il y a) à la fin de la chaîne. Correspond à l'option de groupe `(?m)`.

re.**S**
re.**DOTALL**
Fait correspondre tous les caractères possibles à `'.'`, incluant le saut de ligne ; sans cette option, `'.'` correspondrait à tout caractère à l'exception du saut de ligne. Correspond à l'option de groupe `(?s)`.

re.**X**
re.**VERBOSE**
Cette option vous autorise à écrire des expressions rationnelles qui présentent mieux et sont plus lisibles en vous permettant de séparer visuellement les sections logiques du motif et d'ajouter des commentaires. Les caractères d'espacement à l'intérieur du motif sont ignorés, sauf à l'intérieur des classes de caractères ou quand précédés d'un *backslash* non échappé, ou dans des séquences comme `*?`, `(?:` or `(?P<...>`. Quand une ligne contient un `#` qui n'est pas dans une classe de caractères ou précédé d'un *backslash* non échappé, tous les caractères depuis le `#` le plus à gauche jusqu'à la fin de la ligne sont ignorés.

Cela signifie que les deux expressions rationnelles suivantes qui valident un nombre décimal sont fonctionnellement égales :

```
a = re.compile(r"""\d +  # the integral part
                   \.    # the decimal point
                   \d *  # some fractional digits""", re.X)
b = re.compile(r"\d+\.\d*")
```

Correspond à l'option de groupe `(?x)`.

re.**search**(*pattern*, *string*, *flags=0*)
Analyse *string* à la recherche du premier emplacement où l'expression rationnelle *pattern* trouve une correspondance, et renvoie l'*objet de correspondance* trouvé. Renvoie `None` si aucune position dans la chaîne ne valide le motif ; notez que cela est différent de trouver une correspondance avec une chaîne vide à un certain endroit de la chaîne.

re.**match**(*pattern*, *string*, *flags=0*)
Si zéro ou plus caractères au début de *string* correspondent à l'expression rationnelle *pattern*, renvoie l'*objet de correspondance* trouvé. Renvoie `None` si la chaîne ne correspond pas au motif ; notez que cela est différent d'une correspondance avec une chaîne vide.

Notez que même en mode *MULTILINE*, *re.match()* ne validera qu'au début de la chaîne et non au début de chaque ligne.

Si vous voulez trouver une correspondance n'importe où dans *string*, utilisez plutôt *search()* (voir aussi *search() vs. match()*).

re.**fullmatch**(*pattern*, *string*, *flags=0*)
Si l'entièreté de la chaîne *string* correspond à l'expression rationnelle *pattern*, renvoie l'*objet de correspondance* trouvé. Renvoie `None` si la chaîne ne correspond pas au motif ; notez que cela est différent d'une correspondance avec une chaîne vide.

Nouveau dans la version 3.4.

re.**split**(*pattern*, *string*, *maxsplit=0*, *flags=0*)
Sépare *string* selon les occurrences de *pattern*. Si des parenthèses de capture sont utilisées dans *pattern*, alors les textes des groupes du motif sont aussi renvoyés comme éléments de la liste résultante. Si *maxsplit* est différent de zéro, il ne pourra y avoir plus de *maxsplit* séparations, et le reste de la chaîne sera renvoyé comme le dernier élément de la liste.

```
>>> re.split(r'\W+', 'Words, words, words.')
['Words', 'words', 'words', '']
>>> re.split(r'(\W+)', 'Words, words, words.')
['Words', ', ', 'words', ', ', 'words', '.', '']
>>> re.split(r'\W+', 'Words, words, words.', 1)
['Words', 'words, words.']
>>> re.split('[a-f]+', '0a3B9', flags=re.IGNORECASE)
['0', '3', '9']
```

S'il y a des groupes de capture dans le séparateur et qu'ils trouvent une correspondance au début de la chaîne, le résultat commencera par une chaîne vide. La même chose se produit pour la fin de la chaîne :

```
>>> re.split(r'(\W+)', '...words, words...')
['', '...', 'words', ', ', 'words', '...', '']
```

De cette manière, les séparateurs sont toujours trouvés aux mêmes indices relatifs dans la liste résultante.

Les correspondances vides pour le motif scindent la chaîne de caractères seulement lorsqu'ils ne sont pas adjacents à une correspondance vide précédente.

```
>>> re.split(r'\b', 'Words, words, words.')
['', 'Words', ', ', 'words', ', ', 'words', '.']
>>> re.split(r'\W*', '...words...')
['', '', 'w', 'o', 'r', 'd', 's', '', '']
>>> re.split(r'(\W*)', '...words...')
['', '...', '', '', 'w', '', 'o', '', 'r', '', 'd', '', 's', '...', '', '', '']
```

Modifié dans la version 3.1 : Ajout de l'argument optionnel *flags*.

Modifié dans la version 3.7 : Gestion du découpage avec un motif qui pourrait correspondre à une chaine de caractère vide.

`re.`**`findall`**(*pattern*, *string*, *flags=0*)

Renvoie toutes les correspondances de *pattern* dans *string* qui ne se chevauchent pas, sous forme d'une liste de chaînes. Le chaîne *string* est analysée de la gauche vers la droite, et les correspondances sont renvoyées dans l'ordre où elles sont trouvées. Si un groupe ou plus sont présents dans le motif, renvoie une liste de groupes ; il s'agira d'une liste de *tuples* si le motif a plus d'un groupe. Les correspondances vides sont incluses dans le résultat.

Modifié dans la version 3.7 : Les correspondances non vides peuvent maintenant démarrer juste après une correspondance vide précédente.

`re.`**`finditer`**(*pattern*, *string*, *flags=0*)

Renvoie un *iterator* produisant des *objets de correspondance* pour toutes les correspondances non chevauchantes de l'expression rationnelle *pattern* sur la chaîne *string*. *string* est analysée de la gauche vers la droite, et les correspondances sont renvoyées dans l'ordre où elles sont trouvées. Les correspondances vides sont inclues dans le résultat.

Modifié dans la version 3.7 : Les correspondances non vides peuvent maintenant démarrer juste après une correspondance vide précédente.

`re.`**`sub`**(*pattern*, *repl*, *string*, *count=0*, *flags=0*)

Renvoie la chaîne obtenue en remplaçant les occurrences (sans chevauchement) les plus à gauche de *pattern* dans *string* par le remplacement *repl*. Si le motif n'est pas trouvé, *string* est renvoyée inchangée. *repl* peut être une chaîne de caractères ou une fonction ; si c'est une chaîne, toutes les séquences d'échappement qu'elle contient sont traduites. Ainsi, `\n` est convertie en un simple saut de ligne, `\r` en un retour chariot, et ainsi de suite. Les échappements inconnus de lettres ASCII sont réservés pour une utilisation future et sont considérés comme des erreurs. Les autres échappements tels que `\&` sont laissés intacts. Les références arrières, telles que `\6`, sont remplacées par la sous-chaîne correspondant au groupe 6 dans le motif. Par exemple :

```
>>> re.sub(r'def\s+([a-zA-Z_][a-zA-Z_0-9]*)\s*\(\s*\):',
...        r'static PyObject*\npy_\1(void)\n{',
...        'def myfunc():')
'static PyObject*\npy_myfunc(void)\n{'
```

Si *repl* est une fonction, elle est appelée pour chaque occurrence non chevauchante de *pattern*. La fonction prend comme argument un *objet de correspondance*, et renvoie la chaîne de remplacement. Par exemple :

```
>>> def dashrepl(matchobj):
...     if matchobj.group(0) == '-': return ' '
...     else: return '-'
>>> re.sub('-{1,2}', dashrepl, 'pro----gram-files')
'pro--gram files'
>>> re.sub(r'\sAND\s', ' & ', 'Baked Beans And Spam', flags=re.IGNORECASE)
'Baked Beans & Spam'
```

Le motif peut être une chaîne de caractères ou un *objet expression rationnelle*.

L'argument optionnel *count* est le nombre maximum d'occurrences du motif à remplacer : *count* ne doit pas être un nombre négatif. Si omis ou nul, toutes les occurrences seront remplacées. Les correspondances vides

avec le motif sont remplacées uniquement quand elles ne sont pas adjacentes à une précédente correspondance, ainsi `sub('x*', '-', 'abxd')` renvoie `'-a-b--d-'`.

Dans les arguments *repl* de type *string*, en plus des séquences d'échappement et références arrières décrites au-dessus, `\g<name>` utilisera la sous-chaîne correspondant au groupe nommé `name`, comme défini par la syntaxe `(?P<name>...)`. `\g<number>` utilise le groupe numéroté associé ; `\g<2>` est ainsi équivalent à `\2`, mais n'est pas ambigu dans un remplacement tel que `\g<2>0`. `\20` serait interprété comme une référence au groupe 20, et non une référence au groupe 2 suivie par un caractère littéral `'0'`. La référence arrière `\g<0>` est remplacée par la sous-chaîne entière validée par l'expression rationnelle.

Modifié dans la version 3.1 : Ajout de l'argument optionnel *flags*.

Modifié dans la version 3.5 : Les groupes sans correspondance sont remplacés par une chaîne vide.

Modifié dans la version 3.6 : Les séquences d'échappement inconnues dans *pattern* formées par `'\'` et une lettre ASCII sont maintenant des erreurs.

Modifié dans la version 3.7 : Les séquences d'échappement inconnues dans *repl* formées par `'\'` et une lettre ASCII sont maintenant des erreurs.

Modifié dans la version 3.7 : Les correspondances vides pour le motif sont remplacées lorsqu'elles sont adjacentes à une correspondance non vide précédente.

`re.`**`subn`**(*pattern*, *repl*, *string*, *count=0*, *flags=0*)

Réalise la même opération que *`sub()`*, mais renvoie un *tuple* `(nouvelle_chaîne, nombre_de_substitutions_réalisées)`.

Modifié dans la version 3.1 : Ajout de l'argument optionnel *flags*.

Modifié dans la version 3.5 : Les groupes sans correspondance sont remplacés par une chaîne vide.

`re.`**`escape`**(*pattern*)

Échappe tous les caractères spéciaux de *pattern*. Cela est utile si vous voulez valider une quelconque chaîne littérale qui pourrait contenir des métacaractères d'expressions rationnelles. Par exemple :

```
>>> print(re.escape('http://www.python.org'))
http://www\.python\.org

>>> legal_chars = string.ascii_lowercase + string.digits + "!#$%&'*+-.^_`|~:"
>>> print('[%s]+' % re.escape(legal_chars))
[abcdefghijklmnopqrstuvwxyz0123456789!\#\$%\&\'\*\+\-\.\^_`\|\~:]+

>>> operators = ['+', '-', '*', '/', '**']
>>> print('|'.join(map(re.escape, sorted(operators, reverse=True))))
/|\-|\+|\*\*|\*
```

This function must not be used for the replacement string in *`sub()`* and *`subn()`*, only backslashes should be escaped. For example :

```
>>> digits_re = r'\d+'
>>> sample = '/usr/sbin/sendmail - 0 errors, 12 warnings'
>>> print(re.sub(digits_re, digits_re.replace('\\', r'\\'), sample))
/usr/sbin/sendmail - \d+ errors, \d+ warnings
```

Modifié dans la version 3.3 : Le caractère `'_'` n'est plus échappé.

Modifié dans la version 3.7 : Only characters that can have special meaning in a regular expression are escaped. As a result, `'!'`, `'"'`, `'%'`, `"'"`, `','`, `'/'`, `':'`, `';'`, `'<'`, `'='`, `'>'`, `'@'`, and `"`"` are no longer escaped.

`re.`**`purge`**()

Vide le cache d'expressions rationnelles.

`exception` `re.`**`error`**(*msg*, *pattern=None*, *pos=None*)

Exception levée quand une chaîne passée à l'une des fonctions ici présentes n'est pas une expression rationnelle valide (contenant par exemple une parenthèse non fermée) ou quand d'autres erreurs se produisent durant la compilation ou l'analyse. Il ne se produit jamais d'erreur si une chaîne ne contient aucune correspondance pour un motif. Les instances de l'erreur ont les attributs additionnels suivants :

`msg`

Le message d'erreur non formaté.

pattern
Le motif d'expression rationnelle.

pos
L'index dans *pattern* où la compilation a échoué (peut valoir `None`).

lineno
La ligne correspondant à *pos* (peut valoir `None`).

colno
La colonne correspondant à *pos* (peut valoir `None`).

Modifié dans la version 3.5 : Ajout des attributs additionnels.

6.2.3 Objets d'expressions rationnelles

Les expressions rationnelles compilées supportent les méthodes et attributs suivants :

`Pattern.`**`search`**(*string*[, *pos*[, *endpos*]])
Analyse *string* à la recherche du premier emplacement où l'expression rationnelle trouve une correspondance, et envoie l'*objet de correspondance* trouvé. Renvoie `None` si aucune position dans la chaîne ne satisfait le motif ; notez que cela est différent que de trouver une correspondance vide dans la chaîne.

Le second paramètre *pos* (optionnel) donne l'index dans la chaîne où la recherche doit débuter ; il vaut `0` par défaut. Cela n'est pas complètement équivalent à un *slicing* sur la chaîne ; le caractère de motif `'^'` correspond au début réel de la chaîne et aux positions juste après un saut de ligne, mais pas nécessairement à l'index où la recherche commence.

Le paramètre optionnel *endpos* limite la longueur sur laquelle la chaîne sera analysée ; ce sera comme si la chaîne faisait *endpos* caractères de long, donc uniquement les caractères de *pos* à `endpos - 1` seront analysés pour trouver une correspondance. Si *endpos* est inférieur à *pos*, aucune correspondance ne sera trouvée ; dit autrement, avec *rx* une expression rationnelle compilée, `rx.search(string, 0, 50)` est équivalent à `rx.search(string[:50], 0)`.

```
>>> pattern = re.compile("d")
>>> pattern.search("dog")     # Match at index 0
<re.Match object; span=(0, 1), match='d'>
>>> pattern.search("dog", 1)  # No match; search doesn't include the "d"
```

`Pattern.`**`match`**(*string*[, *pos*[, *endpos*]])
Si zéro caractère ou plus au début de *string* correspondent à cette expression rationnelle, renvoie l'*objet de correspondance* trouvé. Renvoie `None` si la chaîne ne correspond pas au motif ; notez que cela est différent d'une correspondance vide.

Les paramètres optionnels *pos* et *endpos* ont le même sens que pour la méthode *`search()`*.

```
>>> pattern = re.compile("o")
>>> pattern.match("dog")      # No match as "o" is not at the start of "dog".
>>> pattern.match("dog", 1)   # Match as "o" is the 2nd character of "dog".
<re.Match object; span=(1, 2), match='o'>
```

Si vous voulez une recherche n'importe où dans *string*, utilisez plutôt *`search()`* (voir aussi *search() vs. match()*).

`Pattern.`**`fullmatch`**(*string*[, *pos*[, *endpos*]])
Si la chaîne *string* entière valide l'expression rationnelle, renvoie l'*object de correspondance* associé. Renvoie `None` si la chaîne ne correspond pas au motif ; notez que cela est différent d'une correspondance vide.

Les paramètres optionnels *pos* et *endpos* ont le même sens que pour la méthode *`search()`*.

```
>>> pattern = re.compile("o[gh]")
>>> pattern.fullmatch("dog")      # No match as "o" is not at the start of "dog
↪".
>>> pattern.fullmatch("ogre")     # No match as not the full string matches.
>>> pattern.fullmatch("doggie", 1, 3)   # Matches within given limits.
<re.Match object; span=(1, 3), match='og'>
```

Nouveau dans la version 3.4.

`Pattern.`**`split`**(*string*, *maxsplit=0*)
Identique à la fonction `split()`, en utilisant le motif compilé.

`Pattern.`**`findall`**(*string*[, *pos*[, *endpos*]])
Similaire à la fonction `findall()`, en utilisant le motif compilé, mais accepte aussi des paramètres *pos* et *endpos* optionnels qui limitent la région de recherche comme pour `search()`.

`Pattern.`**`finditer`**(*string*[, *pos*[, *endpos*]])
Similaire à la fonction `finditer()`, en utilisant le motif compilé, mais accepte aussi des paramètres *pos* et *endpos* optionnels qui limitent la région de recherche comme pour `search()`.

`Pattern.`**`sub`**(*repl*, *string*, *count=0*)
Identique à la fonction `sub()`, en utilisant le motif compilé.

`Pattern.`**`subn`**(*repl*, *string*, *count=0*)
Identique à la fonction `subn()`, en utilisant le motif compilé.

`Pattern.`**`flags`**
Les options de validation de l'expression rationnelle. Il s'agit d'une combinaison des options données à `compile()`, des potentielles options `(?...)` dans le motif, et des options implicites comme `UNICODE` si le motif est une chaîne Unicode.

`Pattern.`**`groups`**
Le nombre de groupes de capture dans le motif.

`Pattern.`**`groupindex`**
Un dictionnaire associant les noms de groupes symboliques définis par `(?P<id>)` aux groupes numérotés. Le dictionnaire est vide si aucun groupe symbolique n'est utilisé dans le motif.

`Pattern.`**`pattern`**
La chaîne de motif depuis laquelle l'objet motif a été compilé.

Modifié dans la version 3.7 : Ajout du support des fonctions `copy.copy()` et `copy.deepcopy()`. Les expressions régulières compilées sont considérées atomiques.

6.2.4 Objets de correspondance

Les objets de correspondance ont toujours une valeur booléenne `True`. Puisque `match()` et `search()` renvoient `None` quand il n'y a pas de correspondance, vous pouvez tester s'il y a eu correspondance avec une simple instruction `if` :

```
match = re.search(pattern, string)
if match:
    process(match)
```

Les objets de correspondance supportent les méthodes et attributs suivants :

`Match.`**`expand`**(*template*)
Renvoie la chaîne obtenue en substituant les séquences d'échappement du gabarit *template*, comme réalisé par la méthode `sub()`. Les séquences comme `\n` sont converties vers les caractères appropriés, et les références arrières numériques (`\1`, `\2`) et nommées (`\g<1>`, `\g<name>`) sont remplacées par les contenus des groupes correspondant.

Modifié dans la version 3.5 : Les groupes sans correspondance sont remplacés par une chaîne vide.

`Match.`**`group`**([*group1*, ...])
Renvoie un ou plus sous-groupes de la correspondance. Si un seul argument est donné, le résultat est une chaîne simple ; s'il y a plusieurs arguments, le résultat est un *tuple* comprenant un élément par argument. Sans arguments, *group1* vaut par défaut zéro (la correspondance entière est renvoyée). Si un argument *groupN* vaut zéro, l'élément associé sera la chaîne de correspondance entière ; s'il est dans l'intervalle fermé [1..99], c'est la correspondance avec le groupe de parenthèses associé. Si un numéro de groupe est négatif ou supérieur au nombre de groupes définis dans le motif, une exception `indexError` est levée. Si un groupe est contenu dans une partie du motif qui n'a aucune correspondance, l'élément associé sera `None`. Si un groupe est contenu dans une partie du motif qui a plusieurs correspondances, seule la dernière correspondance est renvoyée.

```
>>> m = re.match(r"(\w+) (\w+)", "Isaac Newton, physicist")
>>> m.group(0)       # The entire match
'Isaac Newton'
>>> m.group(1)       # The first parenthesized subgroup.
'Isaac'
>>> m.group(2)       # The second parenthesized subgroup.
'Newton'
>>> m.group(1, 2)    # Multiple arguments give us a tuple.
('Isaac', 'Newton')
```

Si l'expression rationnelle utilise la syntaxe `(?P<name>...)`, les arguments *groupN* peuvent alors aussi être des chaînes identifiant les groupes par leurs noms. Si une chaîne donnée en argument n'est pas utilisée comme nom de groupe dans le motif, une exception *IndexError* est levée.

Un exemple modérément compliqué :

```
>>> m = re.match(r"(?P<first_name>\w+) (?P<last_name>\w+)", "Malcolm Reynolds")
>>> m.group('first_name')
'Malcolm'
>>> m.group('last_name')
'Reynolds'
```

Les groupes nommés peuvent aussi être référencés par leur index :

```
>>> m.group(1)
'Malcolm'
>>> m.group(2)
'Reynolds'
```

Si un groupe a plusieurs correspondances, seule la dernière est accessible :

```
>>> m = re.match(r"(..)+", "a1b2c3")  # Matches 3 times.
>>> m.group(1)                        # Returns only the last match.
'c3'
```

`Match.__getitem__`(*g*)

Cela est identique à `m.group(g)`. Cela permet un accès plus facile à un groupe individuel depuis une correspondance :

```
>>> m = re.match(r"(\w+) (\w+)", "Isaac Newton, physicist")
>>> m[0]       # The entire match
'Isaac Newton'
>>> m[1]       # The first parenthesized subgroup.
'Isaac'
>>> m[2]       # The second parenthesized subgroup.
'Newton'
```

Nouveau dans la version 3.6.

`Match.groups`(*default=None*)

Renvoie un *tuple* contenant tous les sous-groupes de la correspondance, de 1 jusqu'au nombre de groupes dans le motif. L'argument *default* est utilisé pour les groupes sans correspondance ; il vaut `None` par défaut.

Par exemple :

```
>>> m = re.match(r"(\d+)\.(\d+)", "24.1632")
>>> m.groups()
('24', '1632')
```

Si on rend la partie décimale et tout ce qui la suit optionnels, tous les groupes ne figureront pas dans la correspondance. Ces groupes sans correspondance vaudront `None` sauf si une autre valeur est donnée à l'argument *default* :

```
>>> m = re.match(r"(\d+)\.?(\d+)?", "24")
>>> m.groups()      # Second group defaults to None.
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
('24', None)
>>> m.groups('0')    # Now, the second group defaults to '0'.
('24', '0')
```

`Match.`**`groupdict`**`(`*default=None*`)`

Renvoie un dictionnaire contenant tous les sous-groupes *nommés* de la correspondance, accessibles par leurs noms. L'argument *default* est utilisé pour les groupes qui ne figurent pas dans la correspondance ; il vaut `None` par défaut. Par exemple :

```
>>> m = re.match(r"(?P<first_name>\w+) (?P<last_name>\w+)", "Malcolm Reynolds")
>>> m.groupdict()
{'first_name': 'Malcolm', 'last_name': 'Reynolds'}
```

`Match.`**`start`**`(`[*group*]`)`
`Match.`**`end`**`(`[*group*]`)`

Renvoie les indices de début et de fin de la sous-chaîne correspondant au groupe *group* ; *group* vaut par défaut zéro (pour récupérer les indices de la correspondance complète). Renvoie `-1` si *group* existe mais ne figure pas dans la correspondance. Pour un objet de correspondance *m*, et un groupe *g* qui y figure, la sous-chaîne correspondant au groupe *g* (équivalente à `m.group(g)`) est

```
m.string[m.start(g):m.end(g)]
```

Notez que `m.start(group)` sera égal à `m.end(group)` si *group* correspond à une chaîne vide. Par exemple, après `m = re.search('b(c?)', 'cba')`, `m.start(0)` vaut 1, `m.end(0)` vaut 2, `m.start(1)` et `m.end(1)` valent tous deux 2, et `m.start(2)` lève une exception *IndexError*.

Un exemple qui supprimera *remove_this* d'une adresse mail :

```
>>> email = "tony@tiremove_thisger.net"
>>> m = re.search("remove_this", email)
>>> email[:m.start()] + email[m.end():]
'tony@tiger.net'
```

`Match.`**`span`**`(`[*group*]`)`

Pour un objet de correspondance *m*, renvoie le *tuple* `(m.start(group), m.end(group))`. Notez que si *group* ne figure pas dans la correspondance, `(-1, -1)` est renvoyé. *group* vaut par défaut zéro, pour la correspondance entière.

`Match.`**`pos`**

La valeur de *pos* qui a été passée à la méthode *search()* ou *match()* d'un *objet expression rationnelle*. C'est l'index dans la chaîne à partir duquel le moteur d'expressions rationnelles recherche une correspondance.

`Match.`**`endpos`**

La valeur de *endpos* qui a été passée à la méthode *search()* ou *match()* d'un *objet expression rationnelle*. C'est l'index dans la chaîne que le moteur d'expressions rationnelles ne dépassera pas.

`Match.`**`lastindex`**

L'index entier du dernier groupe de capture validé, ou `None` si aucun groupe ne correspondait. Par exemple, les expressions `(a)b`, `((a)(b))` et `((ab))` auront un `lastindex == 1` si appliquées à la chaîne `'ab'`, alors que l'expression `(a)(b)` aura un `lastindex == 2` si appliquée à la même chaîne.

`Match.`**`lastgroup`**

Le nom du dernier groupe capturant validé, ou `None` si le groupe n'a pas de nom, ou si aucun groupe ne correspondait.

`Match.`**`re`**

L'expression rationnelle dont la méthode *match()* ou *search()* a produit cet objet de correspondance.

`Match.`**`string`**

La chaîne passée à *match()* ou *search()*.

Modifié dans la version 3.7 : Ajout du support des fonctions *copy.copy()* et *copy.deepcopy()*. Les objets correspondants sont considérés atomiques.

6.2.5 Exemples d'expressions rationnelles

Rechercher une paire

Dans cet exemple, nous utiliserons cette fonction de facilité pour afficher les objets de correspondance sous une meilleure forme :

```
def displaymatch(match):
    if match is None:
        return None
    return '<Match: %r, groups=%r>' % (match.group(), match.groups())
```

Supposez que vous écriviez un jeu de poker où la main d'un joueur est représentée par une chaîne de 5 caractères avec chaque caractère représentant une carte, "a" pour l'as, "k" pour le roi (*king*), "q" pour la reine (*queen*), "j" pour le valet (*jack*), "t" pour 10 (*ten*), et les caractères de "2" à "9" représentant les cartes avec ces valeurs.

Pour vérifier qu'une chaîne donnée est une main valide, on pourrait faire comme suit :

```
>>> valid = re.compile(r"^[a2-9tjqk]{5}$")
>>> displaymatch(valid.match("akt5q"))  # Valid.
"<Match: 'akt5q', groups=()>"
>>> displaymatch(valid.match("akt5e"))  # Invalid.
>>> displaymatch(valid.match("akt"))    # Invalid.
>>> displaymatch(valid.match("727ak"))  # Valid.
"<Match: '727ak', groups=()>"
```

La dernière main, `"727ak"`, contenait une paire, deux cartes de la même valeur. Pour valider cela avec une expression rationnelle, on pourrait utiliser des références arrière comme :

```
>>> pair = re.compile(r".*(.).*\1")
>>> displaymatch(pair.match("717ak"))     # Pair of 7s.
"<Match: '717', groups=('7',)>"
>>> displaymatch(pair.match("718ak"))     # No pairs.
>>> displaymatch(pair.match("354aa"))     # Pair of aces.
"<Match: '354aa', groups=('a',)>"
```

Pour trouver de quelle carte est composée la paire, on pourrait utiliser la méthode *group()* de l'objet de correspondance de la manière suivante :

```
>>> pair.match("717ak").group(1)
'7'

# Error because re.match() returns None, which doesn't have a group() method:
>>> pair.match("718ak").group(1)
Traceback (most recent call last):
  File "<pyshell#23>", line 1, in <module>
    re.match(r".*(.).*\1", "718ak").group(1)
AttributeError: 'NoneType' object has no attribute 'group'

>>> pair.match("354aa").group(1)
'a'
```

Simuler *scanf()*

Python n'a actuellement pas d'équivalent à la fonction C `scanf()`. Les expressions rationnelles sont généralement plus puissantes, mais aussi plus verbeuses, que les chaînes de format `scanf()`. Le tableau suivant présente des expressions rationnelles plus ou moins équivalentes aux éléments de formats de `scanf()`.

Élément de `scanf()`	Expression rationnelle
`%c`	`.`
`%5c`	`.{5}`
`%d`	`[-+]?\d+`
`%e, %E, %f, %g`	`[-+]?(\d+(\.\d*)?|\.\d+)([eE][-+]?\d+)?`
`%i`	`[-+]?(0[xX][\dA-Fa-f]+|0[0-7]*|\d+)`
`%o`	`[-+]?[0-7]+`
`%s`	`\S+`
`%u`	`\d+`
`%x, %X`	`[-+]?(0[xX])?[\dA-Fa-f]+`

Pour extraire le nom de fichier et les nombres depuis une chaîne comme

```
/usr/sbin/sendmail - 0 errors, 4 warnings
```

vous utiliseriez un format `scanf()` comme

```
%s - %d errors, %d warnings
```

L'expression rationnelle équivalente serait

```
(\S+) - (\d+) errors, (\d+) warnings
```

search() vs. match()

Python offre deux opérations primitives basées sur les expressions rationnelles : *`re.match()`* cherche une correspondance uniquement au début de la chaîne, tandis que *`re.search()`* en recherche une n'importe où dans la chaîne (ce que fait Perl par défaut).

Par exemple :

```
>>> re.match("c", "abcdef")    # No match
>>> re.search("c", "abcdef")   # Match
<re.Match object; span=(2, 3), match='c'>
```

Les expressions rationnelles commençant par `'^'` peuvent être utilisées avec *`search()`* pour restreindre la recherche au début de la chaîne :

```
>>> re.match("c", "abcdef")    # No match
>>> re.search("^c", "abcdef")  # No match
>>> re.search("^a", "abcdef")  # Match
<re.Match object; span=(0, 1), match='a'>
```

Notez cependant qu'en mode *`MULTILINE`*, *`match()`* ne recherche qu'au début de la chaîne, alors que *`search()`* avec une expression rationnelle commençant par `'^'` recherchera au début de chaque ligne.

```
>>> re.match('X', 'A\nB\nX', re.MULTILINE)  # No match
>>> re.search('^X', 'A\nB\nX', re.MULTILINE)  # Match
<re.Match object; span=(4, 5), match='X'>
```

Construire un répertoire téléphonique

split() découpe une chaîne en une liste délimitée par le motif donné. La méthode est inestimable pour convertir des données textuelles vers des structures de données qui peuvent être lues et modifiées par Python comme démontré dans l'exemple suivant qui crée un répertoire téléphonique.

Premièrement, voici l'entrée. Elle provient normalement d'un fichier, nous utilisons ici une chaîne à guillemets triples :

```
>>> text = """Ross McFluff: 834.345.1254 155 Elm Street
...
... Ronald Heathmore: 892.345.3428 436 Finley Avenue
... Frank Burger: 925.541.7625 662 South Dogwood Way
...
...
... Heather Albrecht: 548.326.4584 919 Park Place"""
```

Les entrées sont séparées par un saut de ligne ou plus. Nous convertissons maintenant la chaîne en une liste où chaque ligne non vide aura sa propre entrée :

```
>>> entries = re.split("\n+", text)
>>> entries
['Ross McFluff: 834.345.1254 155 Elm Street',
'Ronald Heathmore: 892.345.3428 436 Finley Avenue',
'Frank Burger: 925.541.7625 662 South Dogwood Way',
'Heather Albrecht: 548.326.4584 919 Park Place']
```

Finalement, on sépare chaque entrée en une liste avec prénom, nom, numéro de téléphone et adresse. Nous utilisons le paramètre `maxsplit` de *split()* parce que l'adresse contient des espaces, qui sont notre motif de séparation :

```
>>> [re.split(":? ", entry, 3) for entry in entries]
[['Ross', 'McFluff', '834.345.1254', '155 Elm Street'],
['Ronald', 'Heathmore', '892.345.3428', '436 Finley Avenue'],
['Frank', 'Burger', '925.541.7625', '662 South Dogwood Way'],
['Heather', 'Albrecht', '548.326.4584', '919 Park Place']]
```

Le motif `:?` trouve les deux points derrière le nom de famille, pour qu'ils n'apparaissent pas dans la liste résultante. Avec un `maxsplit` de `4`, nous pourrions séparer le numéro du nom de la rue :

```
>>> [re.split(":? ", entry, 4) for entry in entries]
[['Ross', 'McFluff', '834.345.1254', '155', 'Elm Street'],
['Ronald', 'Heathmore', '892.345.3428', '436', 'Finley Avenue'],
['Frank', 'Burger', '925.541.7625', '662', 'South Dogwood Way'],
['Heather', 'Albrecht', '548.326.4584', '919', 'Park Place']]
```

Mélanger les lettres des mots

sub() remplace toutes les occurrences d'un motif par une chaîne ou le résultat d'une fonction. Cet exemple le montre, en utilisant *sub()* avec une fonction qui mélange aléatoirement les caractères de chaque mot dans une phrase (à l'exception des premiers et derniers caractères) :

```
>>> def repl(m):
...     inner_word = list(m.group(2))
...     random.shuffle(inner_word)
...     return m.group(1) + "".join(inner_word) + m.group(3)
>>> text = "Professor Abdolmalek, please report your absences promptly."
>>> re.sub(r"(\w)(\w+)(\w)", repl, text)
'Poefsrosr Aealmlobdk, pslaee reorpt your abnseces plmrptoy.'
>>> re.sub(r"(\w)(\w+)(\w)", repl, text)
'Pofsroser Aodlambelk, plasee reoprt yuor asnebces potlmrpy.'
```

Trouver tous les adverbes

`findall()` trouve *toutes* les occurrences d'un motif, pas juste la première comme le fait `search()`. Par exemple, si un(e) écrivain(e) voulait trouver tous les adverbes dans un texte, il/elle devrait utiliser `findall()` de la manière suivante :

```
>>> text = "He was carefully disguised but captured quickly by police."
>>> re.findall(r"\w+ly", text)
['carefully', 'quickly']
```

Trouver tous les adverbes et leurs positions

Pour obtenir plus d'informations sur les correspondances que juste le texte trouvé, `finditer()` est utile en fournissant des *objets de correspondance* plutôt que des chaînes. En continuant avec le précédent exemple, si l'écrivain(e) voulait trouver tous les adverbes *et leurs positions* dans un texte, il/elle utiliserait `finditer()` de la manière suivante :

```
>>> text = "He was carefully disguised but captured quickly by police."
>>> for m in re.finditer(r"\w+ly", text):
...     print('%02d-%02d: %s' % (m.start(), m.end(), m.group(0)))
07-16: carefully
40-47: quickly
```

Notation brutes de chaînes

La notation brute de chaînes (`r"text"`) garde saines les expressions rationnelles. Sans elle, chaque *backslash* (`'\'`) dans une expression rationnelle devrait être préfixé d'un autre *backslash* pour l'échapper. Par exemple, les deux lignes de code suivantes sont fonctionnellement identiques :

```
>>> re.match(r"\W(.)\1\W", " ff ")
<re.Match object; span=(0, 4), match=' ff '>
>>> re.match("\\W(.)\\1\\W", " ff ")
<re.Match object; span=(0, 4), match=' ff '>
```

Pour rechercher un *backslash* littéral, il faut l'échapper dans l'expression rationnelle. Avec la notation brute, cela signifie `r"\\"`. Sans elle, il faudrait utiliser `"\\\\"`, faisant que les deux lignes de code suivantes sont fonctionnellement identiques :

```
>>> re.match(r"\\", r"\\")
<re.Match object; span=(0, 1), match='\\'>
>>> re.match("\\\\", r"\\")
<re.Match object; span=(0, 1), match='\\'>
```

Écrire un analyseur lexical

Un analyseur lexical ou scanner analyse une chaîne pour catégoriser les groupes de caractères. C'est une première étape utile dans l'écriture d'un compilateur ou d'un interpréteur.

Les catégories de texte sont spécifiées par des expressions rationnelles. La technique est de les combiner dans une unique expression rationnelle maîtresse, et de boucler sur les correspondances successives :

```
import collections
import re

Token = collections.namedtuple('Token', ['type', 'value', 'line', 'column'])

def tokenize(code):
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
    keywords = {'IF', 'THEN', 'ENDIF', 'FOR', 'NEXT', 'GOSUB', 'RETURN'}
    token_specification = [
        ('NUMBER',   r'\d+(\.\d*)?'),  # Integer or decimal number
        ('ASSIGN',   r':='),           # Assignment operator
        ('END',      r';'),            # Statement terminator
        ('ID',       r'[A-Za-z]+'),    # Identifiers
        ('OP',       r'[+\-*/]'),      # Arithmetic operators
        ('NEWLINE',  r'\n'),           # Line endings
        ('SKIP',     r'[ \t]+'),       # Skip over spaces and tabs
        ('MISMATCH', r'.'),            # Any other character
    ]
    tok_regex = '|'.join('(?P<%s>%s)' % pair for pair in token_specification)
    line_num = 1
    line_start = 0
    for mo in re.finditer(tok_regex, code):
        kind = mo.lastgroup
        value = mo.group()
        column = mo.start() - line_start
        if kind == 'NUMBER':
            value = float(value) if '.' in value else int(value)
        elif kind == 'ID' and value in keywords:
            kind = value
        elif kind == 'NEWLINE':
            line_start = mo.end()
            line_num += 1
            continue
        elif kind == 'SKIP':
            continue
        elif kind == 'MISMATCH':
            raise RuntimeError(f'{value!r} unexpected on line {line_num}')
        yield Token(kind, value, line_num, column)

statements = '''
    IF quantity THEN
        total := total + price * quantity;
        tax := price * 0.05;
    ENDIF;
'''

for token in tokenize(statements):
    print(token)
```

L'analyseur produit la sortie suivante :

```
Token(type='IF', value='IF', line=2, column=4)
Token(type='ID', value='quantity', line=2, column=7)
Token(type='THEN', value='THEN', line=2, column=16)
Token(type='ID', value='total', line=3, column=8)
Token(type='ASSIGN', value=':=', line=3, column=14)
Token(type='ID', value='total', line=3, column=17)
Token(type='OP', value='+', line=3, column=23)
Token(type='ID', value='price', line=3, column=25)
Token(type='OP', value='*', line=3, column=31)
Token(type='ID', value='quantity', line=3, column=33)
Token(type='END', value=';', line=3, column=41)
Token(type='ID', value='tax', line=4, column=8)
Token(type='ASSIGN', value=':=', line=4, column=12)
Token(type='ID', value='price', line=4, column=15)
Token(type='OP', value='*', line=4, column=21)
Token(type='NUMBER', value=0.05, line=4, column=23)
Token(type='END', value=';', line=4, column=27)
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
Token(type='ENDIF', value='ENDIF', line=5, column=4)
Token(type='END', value=';', line=5, column=9)
```

6.3 difflib — Utilitaires pour le calcul des deltas

Code source : Lib/difflib.py

This module provides classes and functions for comparing sequences. It can be used for example, for comparing files, and can produce difference information in various formats, including HTML and context and unified diffs. For comparing directories and files, see also, the *filecmp* module.

class difflib.**SequenceMatcher**

C'est une classe flexible permettant de comparer des séquences deux à deux de n'importe quel type, tant que les éléments des séquences sont *hachables*. L'algorithme de base est antérieur, et un peu plus sophistiqué, à un algorithme publié à la fin des années 1980 par Ratcliff et Obershelp sous le nom hyperbolique de *gestalt pattern matching*. L'idée est de trouver la plus longue sous-séquence d'appariement contiguë qui ne contient pas d'éléments « indésirables » ; ces éléments « indésirables » sont ceux qui sont inintéressants dans un certain sens, comme les lignes blanches ou les espaces. (Le traitement des éléments indésirables est une extension de l'algorithme de Ratcliff et Obershelp). La même idée est ensuite appliquée récursivement aux morceaux des séquences à gauche et à droite de la sous-séquence correspondante. Cela ne donne pas des séquences de montage minimales, mais tend à donner des correspondances qui « semblent correctes » pour les gens.

Compléxité temporelle : l'algorithme de base de Ratcliff-Obershelp est de complexité cubique dans le pire cas et de complexité quadratique dans le cas attendu. *SequenceMatcher* est de complexité quadratique pour le pire cas et son comportement dans le cas attendu dépend de façon complexe du nombre d'éléments que les séquences ont en commun ; le temps dans le meilleur cas est linéaire.

Heuristique automatique des indésirables : *SequenceMatcher* utilise une heuristique qui traite automatiquement certains éléments de la séquence comme indésirables. L'heuristique compte combien de fois chaque élément individuel apparaît dans la séquence. Si les doublons d'un élément (après le premier) représentent plus de 1 % de la séquence et que la séquence compte au moins 200 éléments, cet élément est marqué comme « populaire » et est traité comme indésirable aux fins de la comparaison des séquences. Cette heuristique peut être désactivée en réglant l'argument `autojunk` sur `False` lors de la création de la classe *SequenceMatcher*.

Nouveau dans la version 3.2 : Le paramètre *autojunk*.

class difflib.**Differ**

Il s'agit d'une classe permettant de comparer des séquences de lignes de texte et de produire des différences ou deltas humainement lisibles. *Differ* utilise *SequenceMatcher* à la fois pour comparer des séquences de lignes, et pour comparer des séquences de caractères dans des lignes similaires (quasi-correspondantes).

Chaque ligne d'un delta *Differ* commence par un code de deux lettres :

Code	Signification
`'- '`	ligne n'appartenant qu'à la séquence 1
`'+ '`	ligne n'appartenant qu'à la séquence 2
`'  '`	ligne commune aux deux séquences
`'? '`	ligne non présente dans l'une ou l'autre des séquences d'entrée

Les lignes commençant par `'?'` tentent de guider l'œil vers les différences intralignes, et n'étaient présentes dans aucune des séquences d'entrée. Ces lignes peuvent être déroutantes si les séquences contiennent des caractères de tabulation.

class difflib.**HtmlDiff**

Cette classe peut être utilisée pour créer un tableau HTML (ou un fichier HTML complet contenant le tableau) montrant une comparaison côte à côte, ligne par ligne, du texte avec les changements inter-lignes et intralignes. Le tableau peut être généré en mode de différence complet ou contextuel.

Le constructeur pour cette classe est :

__init__(*tabsize=8*, *wrapcolumn=None*, *linejunk=None*, *charjunk=IS_CHARACTER_JUNK*)
Initialise l'instance de *HtmlDiff*.

tabsize est un mot-clé optionnel pour spécifier l'espacement des tabulations et sa valeur par défaut est `8`.

wrapcolumn est un mot-clé optionnel pour spécifier le numéro de la colonne où les lignes sont coupées pour être ré-agencées, la valeur par défaut est `None` lorsque les lignes ne sont pas ré-agencées.

linejunk et *charjunk* sont des arguments de mots-clés optionnels passés dans *ndiff()* (utilisés par *HtmlDiff* pour générer les différences HTML côte à côte). Voir la documentation de *ndiff()* pour les valeurs par défaut des arguments et les descriptions.

Les méthodes suivantes sont publiques :

make_file(*fromlines*, *tolines*, *fromdesc=''*, *todesc=''*, *context=False*, *numlines=5*, ***, *charset='utf-8'*)
Compare *fromlines* et *tolines* (listes de chaînes de caractères) et renvoie une chaîne de caractères qui est un fichier HTML complet contenant un tableau montrant les différences ligne par ligne avec les changements inter-lignes et intralignes mis en évidence.

fromdesc et *todesc* sont des arguments mot-clé optionnels pour spécifier les chaînes d'en-tête des colonnes *from/to* du fichier (les deux sont des chaînes vides par défaut).

context et *numlines* sont tous deux des arguments mots-clés facultatifs. Mettre *context* à `True` lorsque les différences contextuelles doivent être affichées, sinon la valeur par défaut est `False` pour afficher les fichiers complets. Les *numlines* ont pour valeur par défaut `5`. Lorsque *context* est *True*', *numlines* contrôle le nombre de lignes de contexte qui entourent les différences mise en évidence. Lorsque *context* est `False`, *numlines* contrôle le nombre de lignes qui sont affichées avant un surlignage de différence lors de l'utilisation des hyperliens « suivants » (un réglage à zéro ferait en sorte que les hyperliens « suivants » placeraient le surlignage de différence suivant en haut du navigateur sans aucun contexte introductif).

Modifié dans la version 3.5 : l'argument mot-clé *charset* a été ajouté. Le jeu de caractères par défaut du document HTML est passé de `'ISO-8859-1'` à `'utf-8'`.

make_table(*fromlines*, *tolines*, *fromdesc=''*, *todesc=''*, *context=False*, *numlines=5*)
Compare *fromlines* et *tolines* (listes de chaînes) et renvoie une chaîne qui est un tableau HTML complet montrant les différences ligne par ligne avec les changements inter-lignes et intralignes mis en évidence.

Les arguments pour cette méthode sont les mêmes que ceux de la méthode *make_file()*.

`Tools/scripts/diff.py` est un frontal en ligne de commande de cette classe et contient un bon exemple de son utilisation.

difflib.**context_diff**(*a*, *b*, *fromfile=''*, *tofile=''*, *fromfiledate=''*, *tofiledate=''*, *n=3*, *lineterm='\n'*)
Compare *a* et *b* (listes de chaînes de caractères) ; renvoie un delta (un *generateur* générant les lignes delta) dans un format de différence de contexte.

Context diffs are a compact way of showing just the lines that have changed plus a few lines of context. The changes are shown in a before/after style. The number of context lines is set by *n* which defaults to three.

Par défaut, les lignes de contrôle de la différence (celles avec `***` ou `---`) sont créées avec un saut de ligne à la fin. Ceci est utile pour que les entrées créées à partir de *io.IOBase.readlines()* résultent en des différences qui peuvent être utilisées avec *io.IOBase.writelines()* puisque les entrées et les sorties ont des nouvelles lignes de fin.

Pour les entrées qui n'ont pas de retour à la ligne, mettre l'argument *lineterm* à `""` afin que la sortie soit uniformément sans retour à la ligne.

Le format de contexte de différence comporte normalement un en-tête pour les noms de fichiers et les heures de modification. Tout ou partie de ces éléments peuvent être spécifiés en utilisant les chaînes de caractères *fromfile*, *tofile*, *fromfiledate* et *tofiledate*. Les heures de modification sont normalement exprimées dans le format ISO 8601. Si elles ne sont pas spécifiées, les chaînes de caractères sont par défaut vierges.

```
>>> s1 = ['bacon\n', 'eggs\n', 'ham\n', 'guido\n']
>>> s2 = ['python\n', 'eggy\n', 'hamster\n', 'guido\n']
>>> sys.stdout.writelines(context_diff(s1, s2, fromfile='before.py', tofile=
↪'after.py'))
*** before.py
--- after.py
***************
*** 1,4 ****
! bacon
! eggs
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
! ham
  guido
--- 1,4 ----
! python
! eggy
! hamster
  guido
```

Voir *A command-line interface to difflib* pour un exemple plus détaillé.

`difflib.`**`get_close_matches`**(*word*, *possibilities*, *n=3*, *cutoff=0.6*)

Return a list of the best "good enough" matches. *word* is a sequence for which close matches are desired (typically a string), and *possibilities* is a list of sequences against which to match *word* (typically a list of strings).

Optional argument *n* (default `3`) is the maximum number of close matches to return ; *n* must be greater than `0`.

Optional argument *cutoff* (default `0.6`) is a float in the range [0, 1]. Possibilities that don't score at least that similar to *word* are ignored.

The best (no more than *n*) matches among the possibilities are returned in a list, sorted by similarity score, most similar first.

```
>>> get_close_matches('appel', ['ape', 'apple', 'peach', 'puppy'])
['apple', 'ape']
>>> import keyword
>>> get_close_matches('wheel', keyword.kwlist)
['while']
>>> get_close_matches('pineapple', keyword.kwlist)
[]
>>> get_close_matches('accept', keyword.kwlist)
['except']
```

`difflib.`**`ndiff`**(*a*, *b*, *linejunk=None*, *charjunk=IS_CHARACTER_JUNK*)

Compare *a* and *b* (lists of strings) ; return a *Differ*-style delta (a *generator* generating the delta lines).

Optional keyword parameters *linejunk* and *charjunk* are filtering functions (or `None`) :

linejunk : A function that accepts a single string argument, and returns true if the string is junk, or false if not. The default is `None`. There is also a module-level function *IS_LINE_JUNK()*, which filters out lines without visible characters, except for at most one pound character (`'#'`) -- however the underlying *SequenceMatcher* class does a dynamic analysis of which lines are so frequent as to constitute noise, and this usually works better than using this function.

charjunk : A function that accepts a character (a string of length 1), and returns if the character is junk, or false if not. The default is module-level function *IS_CHARACTER_JUNK()*, which filters out whitespace characters (a blank or tab ; it's a bad idea to include newline in this !).

`Tools/scripts/ndiff.py` is a command-line front-end to this function.

```
>>> diff = ndiff('one\ntwo\nthree\n'.splitlines(keepends=True),
...              'ore\ntree\nemu\n'.splitlines(keepends=True))
>>> print(''.join(diff), end="")
- one
?  ^
+ ore
?  ^
- two
- three
?  -
+ tree
+ emu
```

`difflib.`**`restore`**(*sequence*, *which*)

Return one of the two sequences that generated a delta.

Given a *sequence* produced by *Differ.compare()* or *ndiff()*, extract lines originating from file 1 or 2 (parameter *which*), stripping off line prefixes.

Exemple :

```
>>> diff = ndiff('one\ntwo\nthree\n'.splitlines(keepends=True),
...              'ore\ntree\nemu\n'.splitlines(keepends=True))
>>> diff = list(diff) # materialize the generated delta into a list
>>> print(''.join(restore(diff, 1)), end="")
one
two
three
>>> print(''.join(restore(diff, 2)), end="")
ore
tree
emu
```

difflib.**unified_diff**(*a*, *b*, *fromfile=''*, *tofile=''*, *fromfiledate=''*, *tofiledate=''*, *n=3*, *lineterm='\n'*)

Compare *a* and *b* (lists of strings); return a delta (a *generator* generating the delta lines) in unified diff format.

Unified diffs are a compact way of showing just the lines that have changed plus a few lines of context. The changes are shown in an inline style (instead of separate before/after blocks). The number of context lines is set by *n* which defaults to three.

By default, the diff control lines (those with `---`, `+++`, or `@@`) are created with a trailing newline. This is helpful so that inputs created from *io.IOBase.readlines()* result in diffs that are suitable for use with *io.IOBase.writelines()* since both the inputs and outputs have trailing newlines.

Pour les entrées qui n'ont pas de retour à la ligne, mettre l'argument *lineterm* à `""` afin que la sortie soit uniformément sans retour à la ligne.

Le format de contexte de différence comporte normalement un en-tête pour les noms de fichiers et les heures de modification. Tout ou partie de ces éléments peuvent être spécifiés en utilisant les chaînes de caractères *fromfile*, *tofile*, *fromfiledate* et *tofiledate*. Les heures de modification sont normalement exprimées dans le format ISO 8601. Si elles ne sont pas spécifiées, les chaînes de caractères sont par défaut vierges.

```
>>> s1 = ['bacon\n', 'eggs\n', 'ham\n', 'guido\n']
>>> s2 = ['python\n', 'eggy\n', 'hamster\n', 'guido\n']
>>> sys.stdout.writelines(unified_diff(s1, s2, fromfile='before.py', tofile=
↪'after.py'))
--- before.py
+++ after.py
@@ -1,4 +1,4 @@
-bacon
-eggs
-ham
+python
+eggy
+hamster
 guido
```

Voir *A command-line interface to difflib* pour un exemple plus détaillé.

difflib.**diff_bytes**(*dfunc*, *a*, *b*, *fromfile=b''*, *tofile=b''*, *fromfiledate=b''*, *tofiledate=b''*, *n=3*, *lineterm=b'\n'*)

Compare *a* and *b* (lists of bytes objects) using *dfunc*; yield a sequence of delta lines (also bytes) in the format returned by *dfunc*. *dfunc* must be a callable, typically either *unified_diff()* or *context_diff()*.

Allows you to compare data with unknown or inconsistent encoding. All inputs except *n* must be bytes objects, not str. Works by losslessly converting all inputs (except *n*) to str, and calling `dfunc(a, b, fromfile, tofile, fromfiledate, tofiledate, n, lineterm)`. The output of *dfunc* is then converted back to bytes, so the delta lines that you receive have the same unknown/inconsistent encodings as *a* and *b*.

Nouveau dans la version 3.5.

difflib.**IS_LINE_JUNK**(*line*)

Return `True` for ignorable lines. The line *line* is ignorable if *line* is blank or contains a single `'#'`, otherwise it is not ignorable. Used as a default for parameter *linejunk* in *ndiff()* in older versions.

difflib.**IS_CHARACTER_JUNK**(*ch*)

Return `True` for ignorable characters. The character *ch* is ignorable if *ch* is a space or tab, otherwise it is not ignorable. Used as a default for parameter *charjunk* in *ndiff()*.

Voir aussi :

Pattern Matching : The Gestalt Approach Discussion of a similar algorithm by John W. Ratcliff and D. E. Metzener. This was published in Dr. Dobb's Journal in July, 1988.

6.3.1 SequenceMatcher Objects

The *SequenceMatcher* class has this constructor :

class difflib.**SequenceMatcher**(*isjunk=None*, *a=''*, *b=''*, *autojunk=True*)

Optional argument *isjunk* must be None (the default) or a one-argument function that takes a sequence element and returns true if and only if the element is "junk" and should be ignored. Passing None for *isjunk* is equivalent to passing lambda x: False; in other words, no elements are ignored. For example, pass :

```
lambda x: x in " \t"
```

if you're comparing lines as sequences of characters, and don't want to synch up on blanks or hard tabs.

The optional arguments *a* and *b* are sequences to be compared; both default to empty strings. The elements of both sequences must be *hashable*.

The optional argument *autojunk* can be used to disable the automatic junk heuristic.

Nouveau dans la version 3.2 : Le paramètre *autojunk*.

SequenceMatcher objects get three data attributes : *bjunk* is the set of elements of *b* for which *isjunk* is True; *bpopular* is the set of non-junk elements considered popular by the heuristic (if it is not disabled); *b2j* is a dict mapping the remaining elements of *b* to a list of positions where they occur. All three are reset whenever *b* is reset with *set_seqs()* or *set_seq2()*.

Nouveau dans la version 3.2 : The *bjunk* and *bpopular* attributes.

SequenceMatcher objects have the following methods :

set_seqs(*a*, *b*)

Set the two sequences to be compared.

SequenceMatcher computes and caches detailed information about the second sequence, so if you want to compare one sequence against many sequences, use *set_seq2()* to set the commonly used sequence once and call *set_seq1()* repeatedly, once for each of the other sequences.

set_seq1(*a*)

Set the first sequence to be compared. The second sequence to be compared is not changed.

set_seq2(*b*)

Set the second sequence to be compared. The first sequence to be compared is not changed.

find_longest_match(*alo*, *ahi*, *blo*, *bhi*)

Find longest matching block in a[alo:ahi] and b[blo:bhi].

If *isjunk* was omitted or None, *find_longest_match()* returns (i, j, k) such that a[i:i+k] is equal to b[j:j+k], where alo <= i <= i+k <= ahi and blo <= j <= j+k <= bhi. For all (i', j', k') meeting those conditions, the additional conditions k >= k', i <= i', and if i == i', j <= j' are also met. In other words, of all maximal matching blocks, return one that starts earliest in *a*, and of all those maximal matching blocks that start earliest in *a*, return the one that starts earliest in *b*.

```
>>> s = SequenceMatcher(None, " abcd", "abcd abcd")
>>> s.find_longest_match(0, 5, 0, 9)
Match(a=0, b=4, size=5)
```

If *isjunk* was provided, first the longest matching block is determined as above, but with the additional restriction that no junk element appears in the block. Then that block is extended as far as possible by matching (only) junk elements on both sides. So the resulting block never matches on junk except as identical junk happens to be adjacent to an interesting match.

Here's the same example as before, but considering blanks to be junk. That prevents ' abcd' from matching the ' abcd' at the tail end of the second sequence directly. Instead only the 'abcd' can match, and matches the leftmost 'abcd' in the second sequence :

```
>>> s = SequenceMatcher(lambda x: x==" ", " abcd", "abcd abcd")
>>> s.find_longest_match(0, 5, 0, 9)
Match(a=1, b=0, size=4)
```

If no blocks match, this returns `(alo, blo, 0)`.

This method returns a *named tuple* `Match(a, b, size)`.

get_matching_blocks()

Return list of triples describing non-overlapping matching subsequences. Each triple is of the form `(i, j, n)`, and means that `a[i:i+n] == b[j:j+n]`. The triples are monotonically increasing in *i* and *j*.

The last triple is a dummy, and has the value `(len(a), len(b), 0)`. It is the only triple with `n == 0`. If `(i, j, n)` and `(i', j', n')` are adjacent triples in the list, and the second is not the last triple in the list, then `i+n < i'` or `j+n < j'`; in other words, adjacent triples always describe non-adjacent equal blocks.

```
>>> s = SequenceMatcher(None, "abxcd", "abcd")
>>> s.get_matching_blocks()
[Match(a=0, b=0, size=2), Match(a=3, b=2, size=2), Match(a=5, b=4, size=0)]
```

get_opcodes()

Return list of 5-tuples describing how to turn *a* into *b*. Each tuple is of the form `(tag, i1, i2, j1, j2)`. The first tuple has `i1 == j1 == 0`, and remaining tuples have *i1* equal to the *i2* from the preceding tuple, and, likewise, *j1* equal to the previous *j2*.

The *tag* values are strings, with these meanings :

Valeur	Signification
`'replace'`	`a[i1:i2]` should be replaced by `b[j1:j2]`.
`'delete'`	`a[i1:i2]` should be deleted. Note that `j1 == j2` in this case.
`'insert'`	`b[j1:j2]` should be inserted at `a[i1:i1]`. Note that `i1 == i2` in this case.
`'equal'`	`a[i1:i2] == b[j1:j2]` (the sub-sequences are equal).

Par exemple :

```
>>> a = "qabxcd"
>>> b = "abycdf"
>>> s = SequenceMatcher(None, a, b)
>>> for tag, i1, i2, j1, j2 in s.get_opcodes():
...     print('{:7}   a[{}:{}] --> b[{}:{}] {!r:>8} --> {!r}'.format(
...         tag, i1, i2, j1, j2, a[i1:i2], b[j1:j2]))
delete    a[0:1] --> b[0:0]      'q' --> ''
equal     a[1:3] --> b[0:2]     'ab' --> 'ab'
replace   a[3:4] --> b[2:3]      'x' --> 'y'
equal     a[4:6] --> b[3:5]     'cd' --> 'cd'
insert    a[6:6] --> b[5:6]       '' --> 'f'
```

get_grouped_opcodes(*n=3*)

Return a *generator* of groups with up to *n* lines of context.

Starting with the groups returned by *get_opcodes()*, this method splits out smaller change clusters and eliminates intervening ranges which have no changes.

The groups are returned in the same format as *get_opcodes()*.

ratio()

Return a measure of the sequences' similarity as a float in the range [0, 1].

Where T is the total number of elements in both sequences, and M is the number of matches, this is 2.0*M / T. Note that this is `1.0` if the sequences are identical, and `0.0` if they have nothing in common.

This is expensive to compute if *get_matching_blocks()* or *get_opcodes()* hasn't already been called, in which case you may want to try *quick_ratio()* or *real_quick_ratio()* first to get an upper bound.

Note : Caution : The result of a *ratio()* call may depend on the order of the arguments. For instance :

```
>>> SequenceMatcher(None, 'tide', 'diet').ratio()
0.25
>>> SequenceMatcher(None, 'diet', 'tide').ratio()
0.5
```

quick_ratio()
Return an upper bound on *ratio()* relatively quickly.

real_quick_ratio()
Return an upper bound on *ratio()* very quickly.

The three methods that return the ratio of matching to total characters can give different results due to differing levels of approximation, although `quick_ratio()` and `real_quick_ratio()` are always at least as large as `ratio()` :

```
>>> s = SequenceMatcher(None, "abcd", "bcde")
>>> s.ratio()
0.75
>>> s.quick_ratio()
0.75
>>> s.real_quick_ratio()
1.0
```

6.3.2 SequenceMatcher Examples

This example compares two strings, considering blanks to be "junk" :

```
>>> s = SequenceMatcher(lambda x: x == " ",
...                     "private Thread currentThread;",
...                     "private volatile Thread currentThread;")
```

`ratio()` returns a float in [0, 1], measuring the similarity of the sequences. As a rule of thumb, a `ratio()` value over 0.6 means the sequences are close matches :

```
>>> print(round(s.ratio(), 3))
0.866
```

If you're only interested in where the sequences match, `get_matching_blocks()` is handy :

```
>>> for block in s.get_matching_blocks():
...     print("a[%d] and b[%d] match for %d elements" % block)
a[0] and b[0] match for 8 elements
a[8] and b[17] match for 21 elements
a[29] and b[38] match for 0 elements
```

Note that the last tuple returned by `get_matching_blocks()` is always a dummy, `(len(a), len(b), 0)`, and this is the only case in which the last tuple element (number of elements matched) is `0`.

If you want to know how to change the first sequence into the second, use `get_opcodes()` :

```
>>> for opcode in s.get_opcodes():
...     print("%6s a[%d:%d] b[%d:%d]" % opcode)
 equal a[0:8] b[0:8]
insert a[8:8] b[8:17]
 equal a[8:29] b[17:38]
```

Voir aussi :

— The *get_close_matches()* function in this module which shows how simple code building on *SequenceMatcher* can be used to do useful work.
— Simple version control recipe for a small application built with *SequenceMatcher*.

6.3.3 Differ Objects

Note that *Differ*-generated deltas make no claim to be **minimal** diffs. To the contrary, minimal diffs are often counter-intuitive, because they synch up anywhere possible, sometimes accidental matches 100 pages apart. Restricting synch points to contiguous matches preserves some notion of locality, at the occasional cost of producing a longer diff.

The *Differ* class has this constructor :

class difflib.**Differ**(*linejunk=None*, *charjunk=None*)

Optional keyword parameters *linejunk* and *charjunk* are for filter functions (or None) :

linejunk : A function that accepts a single string argument, and returns true if the string is junk. The default is None, meaning that no line is considered junk.

charjunk : A function that accepts a single character argument (a string of length 1), and returns true if the character is junk. The default is None, meaning that no character is considered junk.

These junk-filtering functions speed up matching to find differences and do not cause any differing lines or characters to be ignored. Read the description of the *find_longest_match()* method's *isjunk* parameter for an explanation.

Differ objects are used (deltas generated) via a single method :

compare(*a*, *b*)

Compare two sequences of lines, and generate the delta (a sequence of lines).

Each sequence must contain individual single-line strings ending with newlines. Such sequences can be obtained from the *readlines()* method of file-like objects. The delta generated also consists of newline-terminated strings, ready to be printed as-is via the *writelines()* method of a file-like object.

6.3.4 Differ Example

This example compares two texts. First we set up the texts, sequences of individual single-line strings ending with newlines (such sequences can also be obtained from the readlines() method of file-like objects) :

```
>>> text1 = '''  1. Beautiful is better than ugly.
...   2. Explicit is better than implicit.
...   3. Simple is better than complex.
...   4. Complex is better than complicated.
... '''.splitlines(keepends=True)
>>> len(text1)
4
>>> text1[0][-1]
'\n'
>>> text2 = '''  1. Beautiful is better than ugly.
...   3.   Simple is better than complex.
...   4. Complicated is better than complex.
...   5. Flat is better than nested.
... '''.splitlines(keepends=True)
```

Next we instantiate a Differ object :

```
>>> d = Differ()
```

Note that when instantiating a *Differ* object we may pass functions to filter out line and character "junk." See the *Differ()* constructor for details.

Finally, we compare the two :

```
>>> result = list(d.compare(text1, text2))
```

result is a list of strings, so let's pretty-print it :

```
>>> from pprint import pprint
>>> pprint(result)
['    1. Beautiful is better than ugly.\n',
 '-   2. Explicit is better than implicit.\n',
 '-   3. Simple is better than complex.\n',
 '+   3.   Simple is better than complex.\n',
 '?     ++\n',
 '-   4. Complex is better than complicated.\n',
 '?            ^                     ---- ^\n',
 '+   4. Complicated is better than complex.\n',
 '?           ++++ ^                     ^\n',
 '+   5. Flat is better than nested.\n']
```

As a single multi-line string it looks like this :

```
>>> import sys
>>> sys.stdout.writelines(result)
    1. Beautiful is better than ugly.
-   2. Explicit is better than implicit.
-   3. Simple is better than complex.
+   3.   Simple is better than complex.
?     ++
-   4. Complex is better than complicated.
?            ^                     ---- ^
+   4. Complicated is better than complex.
?           ++++ ^                     ^
+   5. Flat is better than nested.
```

6.3.5 A command-line interface to difflib

This example shows how to use difflib to create a `diff`-like utility. It is also contained in the Python source distribution, as `Tools/scripts/diff.py`.

```
#!/usr/bin/env python3
""" Command line interface to difflib.py providing diffs in four formats:

* ndiff:    lists every line and highlights interline changes.
* context:  highlights clusters of changes in a before/after format.
* unified:  highlights clusters of changes in an inline format.
* html:     generates side by side comparison with change highlights.

"""

import sys, os, difflib, argparse
from datetime import datetime, timezone

def file_mtime(path):
    t = datetime.fromtimestamp(os.stat(path).st_mtime,
                               timezone.utc)
    return t.astimezone().isoformat()

def main():

    parser = argparse.ArgumentParser()
    parser.add_argument('-c', action='store_true', default=False,
                        help='Produce a context format diff (default)')
    parser.add_argument('-u', action='store_true', default=False,
                        help='Produce a unified format diff')
    parser.add_argument('-m', action='store_true', default=False,
                        help='Produce HTML side by side diff '
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
                              '(can use -c and -l in conjunction)')
    parser.add_argument('-n', action='store_true', default=False,
                        help='Produce a ndiff format diff')
    parser.add_argument('-l', '--lines', type=int, default=3,
                        help='Set number of context lines (default 3)')
    parser.add_argument('fromfile')
    parser.add_argument('tofile')
    options = parser.parse_args()

    n = options.lines
    fromfile = options.fromfile
    tofile = options.tofile

    fromdate = file_mtime(fromfile)
    todate = file_mtime(tofile)
    with open(fromfile) as ff:
        fromlines = ff.readlines()
    with open(tofile) as tf:
        tolines = tf.readlines()

    if options.u:
        diff = difflib.unified_diff(fromlines, tolines, fromfile, tofile, fromdate,
↪ todate, n=n)
    elif options.n:
        diff = difflib.ndiff(fromlines, tolines)
    elif options.m:
        diff = difflib.HtmlDiff().make_file(fromlines,tolines,fromfile,tofile,
↪context=options.c,numlines=n)
    else:
        diff = difflib.context_diff(fromlines, tolines, fromfile, tofile, fromdate,
↪ todate, n=n)

    sys.stdout.writelines(diff)

if __name__ == '__main__':
    main()
```

6.4 `textwrap` --- Encapsulation et remplissage de texte

Source code : Lib/textwrap.py

Le module *`textwrap`* fournit quelques fonctions pratiques, comme *`TextWrapper`*, la classe qui fait tout le travail. Si vous ne faites que formater ou ajuster une ou deux chaînes de texte, les fonctions de commodité devraient être assez bonnes ; sinon, nous vous conseillons d'utiliser une instance de *`TextWrapper`* pour une meilleure efficacité.

`textwrap.`**`wrap`**(*text*, *width=70*, ***kwargs*)

Reformate le paragraphe simple dans *text* (une chaîne de caractères) de sorte que chaque ligne ait au maximum *largeur* caractères. Renvoie une liste de lignes de sortie, sans ligne vide ou caractère de fin de ligne à la fin.

Les arguments par mot-clé optionnels correspondent aux attributs d'instance de *`TextWrapper`*, documentés ci-dessous. *width* vaut `70` par défaut.

Consultez la méthode *`TextWrapper.wrap()`* pour plus de détails sur le comportement de *`wrap()`*.

`textwrap.`**`fill`**(*text*, *width=70*, ***kwargs*)

Formate le paragraphe unique dans *text* et renvoie une seule chaîne dont le contenu est le paragraphe formaté. *`fill()`* est un raccourci pour

```
"\n".join(wrap(text, ...))
```

En particulier, *fill()* accepte exactement les mêmes arguments par mot-clé que *wrap()*.

textwrap.**shorten**(*text*, *width*, ***kwargs*)

Réduit et tronque le *text* donné pour l'adapter à la *largeur* donnée.

Tout d'abord, les espaces dans *text* sont réduites (toutes les espaces blancs sont remplacées par des espaces simples). Si le résultat tient dans la *width*, il est renvoyé. Sinon, suffisamment de mots sont supprimés en fin de chaîne de manière à ce que les mots restants plus le `placeholder` tiennent dans `width` :

```
>>> textwrap.shorten("Hello  world!", width=12)
'Hello world!'
>>> textwrap.shorten("Hello  world!", width=11)
'Hello [...]'
>>> textwrap.shorten("Hello world", width=10, placeholder="...")
'Hello...'
```

Les arguments par mot-clé optionnels correspondent aux attributs d'instance de *TextWrapper*, documentés ci-dessous. Notez que l'espace blanc est réduit avant que le texte ne soit passé à la fonction *fill()* de *TextWrapper*, donc changer la valeur de *tabsize*, *expand_tabs*, *drop_whitespace*, et *replace_whitespace* est sans effet.

Nouveau dans la version 3.4.

textwrap.**dedent**(*text*)

Supprime toutes les espaces en de tête de chaque ligne dans *text*.

Ceci peut être utilisé pour aligner les chaînes à trois guillemets avec le bord gauche de l'affichage, tout en les présentant sous forme indentée dans le code source.

Notez que les tabulations et les espaces sont traitées comme des espaces, mais qu'elles ne sont pas égales : les lignes `"  hello"` et `"\thello"` sont considérées comme n'ayant pas d'espaces de tête communes.

Lines containing only whitespace are ignored in the input and normalized to a single newline character in the output.

Par exemple :

```
def test():
    # end first line with \ to avoid the empty line!
    s = '''\
    hello
      world
    '''
    print(repr(s))          # prints '    hello\n      world\n    '
    print(repr(dedent(s)))  # prints 'hello\n  world\n'
```

textwrap.**indent**(*text*, *prefix*, *predicate=None*)

Ajoute *prefix* au début des lignes sélectionnées dans *text*.

Les lignes sont séparées en appelant `text.splitlines(True)`.

Par défaut, *prefix* est ajouté à toutes les lignes qui ne sont pas constituées uniquement d'espaces (y compris les fins de ligne).

Par exemple :

```
>>> s = 'hello\n\n \nworld'
>>> indent(s, '  ')
'  hello\n\n \n  world'
```

L'argument optionnel *predicate* peut être utilisé pour contrôler quelles lignes sont en retrait. Par exemple, il est facile d'ajouter *prefix* aux lignes vides et aux lignes blanches seulement :

```
>>> print(indent(s, '+ ', lambda line: True))
+ hello
+
+
+ world
```

Nouveau dans la version 3.3.

wrap(), *fill()* et *shorten()* travaillent en créant une instance *TextWrapper* et en appelant une méthode unique sur celle-ci. Cette instance n'est pas réutilisée, donc pour les applications qui traitent plusieurs chaînes de texte en utilisant *wrap()* et/ou *fill()*, il peut être plus efficace de créer votre propre objet *TextWrapper*.

Le formatage du texte s'effectue en priorité sur les espaces puis juste après les traits d'union dans des mots séparés par des traits d'union ; ce n'est qu'alors que les mots longs seront cassés si nécessaire, à moins que *TextWrapper.break_long_words* soit défini sur *False*.

class textwrap.**TextWrapper**(***kwargs*)

Le constructeur *TextWrapper* accepte un certain nombre d'arguments par mots-clés optionnels. Chaque argument par mot-clé correspond à un attribut d'instance, donc par exemple

```
wrapper = TextWrapper(initial_indent="* ")
```

est identique à

```
wrapper = TextWrapper()
wrapper.initial_indent = "* "
```

Vous pouvez réutiliser le même objet *TextWrapper* plusieurs fois et vous pouvez changer n'importe laquelle de ses options par assignation directe aux attributs d'instance entre les utilisations.

Les attributs d'instance de la classe *TextWrapper* (et les arguments par mot-clé au constructeur) sont les suivants :

width

(par défaut : `70`) Longueur maximale des lignes reformatées. Tant qu'il n'y a pas de mots individuels dans le texte d'entrée plus longs que *width*, *TextWrapper* garantit qu'aucune ligne de sortie n'est plus longue que *width* caractères.

expand_tabs

(par défaut : `True`) Si *true*, alors tous les caractères de tabulation dans *text* sont transformés en espaces en utilisant la méthode `expandtabs()` de *text*.

tabsize

(par défaut : `8`) Si *expand_tabs* est *true*, alors tous les caractères de tabulation dans *text* sont transformés en zéro ou plus d'espaces, selon la colonne courante et la taille de tabulation donnée.

Nouveau dans la version 3.3.

replace_whitespace

(par défaut : `True`) Si *true*, après l'expansion des tabulations mais avant le formatage, la méthode *wrap()* remplace chaque *blanc* par une espace unique. Les *blancs* remplacés sont les suivants : tabulation, nouvelle ligne, tabulation verticale, saut de page et retour chariot (`'\t\n\v\f\r'`).

Note : Si *expand_tabs* est *False* et *replace_whitespace* est vrai, chaque caractère de tabulation est remplacé par une espace unique, ce qui *n'est pas* la même chose que l'extension des tabulations.

Note : Si *replace_whitespace* est faux, de nouvelles lignes peuvent apparaître au milieu d'une ligne et provoquer une sortie étrange. Pour cette raison, le texte doit être divisé en paragraphes (en utilisant *str.splitlines()* ou similaire) qui sont formatés séparément.

---

drop_whitespace

(par défaut : `True`) Si *True*, l'espace au début et à la fin de chaque ligne (après le formatage mais avant l'indentation) est supprimée. L'espace au début du paragraphe n'est cependant pas supprimée si elle n'est pas suivie par une espace. Si les espaces en cours de suppression occupent une ligne entière, la ligne entière est supprimée.

initial_indent

(par défaut : `''`) Chaîne qui est ajoutée à la première ligne de la sortie formatée. Elle compte pour le calcul de la longueur de la première ligne. La chaîne vide n'est pas indentée.

subsequent_indent

(par défaut : `''`) Chaîne qui préfixe toutes les lignes de la sortie formatée sauf la première. Elle compte pour le calcul de la longueur de chaque ligne à l'exception de la première.

fix_sentence_endings
(par défaut : `Faux`) Si *true*, *TextWrapper* tente de détecter les fins de phrases et de s'assurer que les phrases sont toujours séparées par exactement deux espaces. Ceci est généralement souhaité pour un texte en police à chasse fixe. Cependant, l'algorithme de détection de phrase est imparfait : il suppose qu'une fin de phrase consiste en une lettre minuscule suivie de l'une des lettres suivantes : `'.'`, `'!'`, ou `'?'`, éventuellement suivie d'une des lettres `'"'` ou `"'"`, suivie par une espace. Un problème avec cet algorithme est qu'il est incapable de détecter la différence entre "Dr" dans

```
[...] Dr. Frankenstein's monster [...]
```

et "Spot." dans

```
[...] See Spot. See Spot run [...]
```

fix_sentence_endings est *False* par défaut.

Since the sentence detection algorithm relies on `string.lowercase` for the definition of "lowercase letter", and a convention of using two spaces after a period to separate sentences on the same line, it is specific to English-language texts.

break_long_words
(par défaut : `True`) Si *True*, alors les mots plus longs que *width* sont cassés afin de s'assurer qu'aucune ligne ne soit plus longue que *width*. Si c'est *False*, les mots longs ne sont pas cassés et certaines lignes peuvent être plus longues que *width* (les mots longs seront mis sur une ligne qui leur est propre, afin de minimiser le dépassement de *width*).

break_on_hyphens
(par défaut : `True`) Si c'est vrai, le formatage se fait de préférence sur les espaces et juste après sur les traits d'union des mots composés, comme il est d'usage en anglais. Si *False*, seuls les espaces sont considérées comme de bons endroits pour les sauts de ligne, mais vous devez définir *break_long_words* à *False* si vous voulez des mots vraiment insécables. Le comportement par défaut dans les versions précédentes était de toujours permettre de couper les mots avec trait d'union.

max_lines
(par défaut : `None`\`) Si ce n'est pas `None`\`, alors la sortie contient au maximum *max_lines* lignes, avec *placeholder* à la fin de la sortie.

Nouveau dans la version 3.4.

placeholder
(par défaut : `' [...]'`) Chaîne qui apparaît à la fin du texte de sortie s'il a été tronqué.

Nouveau dans la version 3.4.

TextWrapper fournit également quelques méthodes publiques, analogues aux fonctions de commodité au niveau du module :

wrap(*text*)
Formate le paragraphe unique dans *text* (une chaîne de caractères) de sorte que chaque ligne ait au maximum *width* caractères. Toutes les options de formatage sont tirées des attributs d'instance de l'instance de classe *TextWrapper*. Renvoie une liste de lignes de sortie, sans nouvelles lignes finales. Si la sortie formatée n'a pas de contenu, la liste vide est renvoyée.

fill(*text*)
Formate le paragraphe unique de *text* et renvoie une seule chaîne contenant le paragraphe formaté.

6.5 `unicodedata` — Base de données Unicode

Ce module donne accès à la base de données des caractères Unicode (*Unicode Character Database* ou *UCD*) qui définit les propriétés de tous les caractères Unicode. Les données contenues dans cette base de données sont compilées depuis l'*UCD* version 11.0.0.

The module uses the same names and symbols as defined by Unicode Standard Annex #44, "Unicode Character Database". It defines the following functions :

unicodedata.**lookup**(*name*)
Retrouver un caractère par nom. Si un caractère avec le nom donné est trouvé, renvoyer le caractère correspondant. S'il n'est pas trouvé, `KeyError` est levée.

Modifié dans la version 3.3 : La gestion des alias [1] et des séquences nommées [2] a été ajouté.

unicodedata.**name**(*chr*[, *default*])
Renvoie le nom assigné au caractère *chr* comme une chaîne de caractères. Si aucun nom n'est défini, *default* est renvoyé, ou, si ce dernier n'est pas renseigné `ValueError` est levée.

unicodedata.**decimal**(*chr*[, *default*])
Renvoie la valeur décimale assignée au caractère *chr* comme un entier. Si aucune valeur de ce type n'est définie, *default* est renvoyé, ou, si ce dernier n'est pas renseigné, `ValueError` est levée.

unicodedata.**digit**(*chr*[, *default*])
Renvoie le chiffre assigné au caractère *chr* comme un entier. Si aucune valeur de ce type n'est définie, *default* est renvoyé, ou, si ce dernier n'est pas renseigné, `ValueError` est levée.

unicodedata.**numeric**(*chr*[, *default*])
Renvoie la valeur numérique assignée au caractère *chr* comme un entier. Si aucune valeur de ce type n'est définie, *default* est renvoyé, ou, si ce dernier n'est pas renseigné, `ValueError` est levée.

unicodedata.**category**(*chr*)
Renvoie la catégorie générale assignée au caractère *chr* comme une chaîne de caractères.

unicodedata.**bidirectional**(*chr*)
Renvoie la classe bidirectionnelle assignée au caractère *chr* comme une chaîne de caractères. Si aucune valeur de ce type n'est définie, une chaîne de caractères vide est renvoyée.

unicodedata.**combining**(*chr*)
Renvoie la classe de combinaison canonique assignée au caractère *chr* comme un entier. Envoie `0` si aucune classe de combinaison n'est définie.

unicodedata.**east_asian_width**(*chr*)
Renvoie la largeur est-asiatique assignée à un caractère *chr* comme une chaîne de caractères.

unicodedata.**mirrored**(*chr*)
Renvoie la propriété miroir assignée au caractère *chr* comme un entier. Renvoie `1` si le caractère a été identifié comme un caractère "réfléchi" dans du texte bidirectionnel, sinon `0`.

unicodedata.**decomposition**(*chr*)
Renvoie le tableau associatif de décomposition de caractère assigné au caractère *chr* comme une chaîne de caractères. Une chaîne de caractère vide est renvoyée dans le cas où aucun tableau associatif de ce type n'est défini.

unicodedata.**normalize**(*form*, *unistr*)
Renvoie la forme normale *form* de la chaîne de caractère Unicode *unistr*. Les valeurs valides de *form* sont *NFC*, *NFKC*, *NFD*, et *NFKD*.

Le standard Unicode définit les différentes variantes de normalisation d'une chaîne de caractères Unicode en se basant sur les définitions d'équivalence canonique et d'équivalence de compatibilité. En Unicode, plusieurs caractères peuvent être exprimés de différentes façons. Par exemple, le caractère *U+00C7* (*LATIN CAPITAL LETTER C WITH CEDILLA*) peut aussi être exprimé comme la séquence *U+0043* (*LATIN CAPITAL LETTER C*) *U+0327* (*COMBINING CEDILLA*).

Pour chaque caractère, il existe deux formes normales : la forme normale C et la forme normale D. La forme normale D (NFD) est aussi appelée décomposition canonique, et traduit chaque caractère dans sa forme décomposée. La forme normale C (NFC) applique d'abord la décomposition canonique, puis compose à nouveau les caractères pré-combinés.

En plus de ces deux formes, il existe deux formes nominales basées sur l'équivalence de compatibilité. En Unicode, certains caractères sont gérés alors qu'ils sont normalement unifiés avec d'autres caractères. Par exemple, U+2160 (ROMAN NUMERAL ONE) est vraiment la même chose que U+0049 (LATIN CAPITAL LETTER I). Cependant, ce caractère est supporté par souci de compatibilité avec les jeux de caractères existants (par exemple *gb2312*).

1. http://www.unicode.org/Public/11.0.0/ucd/NameAliases.txt
2. http://www.unicode.org/Public/11.0.0/ucd/NamedSequences.txt

La forme normale KD (NFKD) applique la décomposition de compatibilité, c'est-à-dire remplacer les caractères de compatibilités avec leurs équivalents. La forme normale KC (NFKC) applique d'abord la décomposition de compatibilité, puis applique la composition canonique.

Même si deux chaînes de caractères Unicode sont normalisées et ont la même apparence pour un lecteur humain , si un a des caractères combinés et l'autre n'en a pas, elles peuvent ne pas être égales lors d'une comparaison.

De plus, ce module expose la constante suivante :

`unicodedata.`**`unidata_version`**
La version de la base de données Unicode utilisée dans ce module.

`unicodedata.`**`ucd_3_2_0`**
Ceci est un objet qui a les mêmes méthodes que le module, mais qui utilise la version 3.2 de la base de données Unicode, pour les applications qui nécessitent cette version spécifique de la base de données Unicode (comme l'IDNA).

Exemples :

```
>>> import unicodedata
>>> unicodedata.lookup('LEFT CURLY BRACKET')
'{'
>>> unicodedata.name('/')
'SOLIDUS'
>>> unicodedata.decimal('9')
9
>>> unicodedata.decimal('a')
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
ValueError: not a decimal
>>> unicodedata.category('A')  # 'L'etter, 'u'ppercase
'Lu'
>>> unicodedata.bidirectional('\u0660') # 'A'rabic, 'N'umber
'AN'
```

Notes

6.6 `stringprep` — Préparation des chaines de caractères internet

Code source : Lib/stringprep.py

Nommer les différentes choses d'internet (comme les hôtes) amène souvent au besoin de comparer ces identifiants, ce qui nécessite un critère d'« égalité ». La manière dont cette comparaison est effectuée dépend du domaine d'application, c'est-à-dire si elle doit être sensible à la casse ou non. Il peut être aussi nécessaire de restreindre les identifiants possibles, pour permettre uniquement les identifiants composés de caractères « imprimables ».

La **RFC 3454** définit une procédure pour "préparer" des chaines de caractères Unicode dans les protocoles internet. Avant de passer des chaines de caractères sur le câble, elles sont traitées avec la procédure de préparation, après laquelle ils obtiennent une certaines forme normalisée. Les RFC définissent un lot de tables, qui peuvent être combinées en profils. Chaque profil doit définir quelles tables il utilise et quelles autres parties optionnelles de la procédure *stringprep* font partie du profil. Un exemple de profil *stringprep* est *nameprep*, qui est utilisé pour les noms de domaine internationalisés.

Le module *`stringprep`* expose uniquement les tables de la **RFC 3454**. Comme ces tables seraient très grandes à représenter en tant que dictionnaires ou listes, le module utilise, en interne, la base de données des caractères Unicode. Le code source du module, lui-même, a été généré en utilisant l'utilitaire `mkstringprep.py`.

As a result, these tables are exposed as functions, not as data structures. There are two kinds of tables in the RFC : sets and mappings. For a set, *`stringprep`* provides the "characteristic function", i.e. a function that returns `True` if the parameter is part of the set. For mappings, it provides the mapping function : given the key, it returns the associated value. Below is a list of all functions available in the module.

stringprep.**in_table_a1**(*code*)
Détermine si le code est en table A.1 (points de code non-assigné dans Unicode 3.2).

stringprep.**in_table_b1**(*code*)
Détermine si le code est en table B.1 (habituellement mis en correspondance avec rien).

stringprep.**map_table_b2**(*code*)
Renvoie la valeur correspondante à *code* selon la table B.2 (mise en correspondance pour la gestion de la casse utilisée avec *NFKC*).

stringprep.**map_table_b3**(*code*)
Renvoie la valeur correspondante à *code* dans la table B.3 (mise en correspondance pour la gestion de la casse utilisée sans normalisation).

stringprep.**in_table_c11**(*code*)
Détermine si le code est dans la table C.1.1 (caractères d'espacement ASCII).

stringprep.**in_table_c12**(*code*)
Détermine si le code est dans la table C.1.2 (caractères d'espacement non ASCII).

stringprep.**in_table_c11_c12**(*code*)
Détermine si le code est dans la table C.1 (caractères d'espacement, union de C.1.1 et C.1.2).

stringprep.**in_table_c21**(*code*)
Détermine si le code est dans la table C.2.1 (caractères de contrôle ASCII).

stringprep.**in_table_c22**(*code*)
Détermine si le code est en table C.2.2 (caractères de contrôle non ASCII).

stringprep.**in_table_c21_c22**(*code*)
Détermine si le code est dans la table C.2 (caractères de contrôle, union de C.2.1 et C.2.2).

stringprep.**in_table_c3**(*code*)
Détermine si le code est en table C.3 (usage privé).

stringprep.**in_table_c4**(*code*)
Détermine si le code est dans la table C.4 (points de code non-caractère).

stringprep.**in_table_c5**(*code*)
Détermine si le code est en table C.5 (codes substituts).

stringprep.**in_table_c6**(*code*)
Détermine si le code est dans la table C.6 (Inapproprié pour texte brut).

stringprep.**in_table_c7**(*code*)
Détermine si le code est dans la table C.7 (inapproprié pour les représentations *canonics1*).

stringprep.**in_table_c8**(*code*)
Détermine si le code est dans la table C.8 (change de propriétés d'affichage ou sont obsolètes).

stringprep.**in_table_c9**(*code*)
Détermine si le code est dans la table C.9 (caractères de marquage).

stringprep.**in_table_d1**(*code*)
Détermine si le code est en table D.1 (caractères avec propriété bidirectionnelle "R" ou "AL").

stringprep.**in_table_d2**(*code*)
Détermine si le code est dans la table D.2 (caractères avec propriété bidirectionnelle "L").

6.7 `readline` — interface pour GNU *readline*

Le module *readline* définit des fonctions pour faciliter la complétion et la lecture/écriture des fichiers d'historique depuis l'interpréteur Python. Ce module peut être utilisé directement, ou depuis le module *rlcompleter*, qui gère la complétion des mots clefs dans l'invite de commande interactive. Les paramétrages faits en utilisant ce module affectent à la fois le comportement de l'invite de commande interactive et l'invite de commande fournie par la fonction native *input()*.

L'association de touches de *readline* peut être configurée via un fichier d'initialisation, normalement nommé `.inputrc` dans votre répertoire d'accueil. Voir Readline Init File dans le manuel GNU pour *readline* pour des information à propos du format et de la construction autorisée de ce fichier, ainsi que les possibilités de la bibliothèque *readline* en général.

Note : L'API de la bibliothèque utilisée par *readline* peut être implémentée par la bibliothèque `libedit` au lieu de *GNU readline*. Sur MacOS le module *readline* détecte quelle bibliothèque est utilisée au cours de l'exécution du programme.

Le fichier de configuration pour *libedit* est différent de celui de *GNU readline*. Si, dans votre programme, vous chargez les chaines de configuration vous pouvez valider le texte *libedit* dans `readline.__doc__` pour faire la différence entre *GNU readline* et *libedit*.

Si vous utilisez l'émulation *editline*/`libedit` sur MacOS, le fichier d'initialisation situé dans votre répertoire d'accueil est appelé `.editrc`. Par exemple, le contenu suivant dans `~/.editrc` active l'association de touches *vi* et la complétion avec la touche de tabulation :

```
python:bind -v
python:bind ^I rl_complete
```

6.7.1 Fichier d'initialisation

Les fonctions suivantes se rapportent au fichier d'initialisation et à la configuration utilisateur.

`readline.`**`parse_and_bind`**(*string*)
: Exécute la ligne d'initialisation fournie dans l'argument *string*. Cela appelle la fonction `rl_parse_and_bind()` de la bibliothèque sous-jacente.

`readline.`**`read_init_file`**([*filename*])
: Exécute un fichier d'initialisation *readline*. Le nom de fichier par défaut est le dernier nom de fichier utilisé. Cela appelle la fonction `rl_read_init_file()` de la bibliothèque sous-jacente.

6.7.2 Tampon de ligne

Les fonctions suivantes opèrent sur le tampon de ligne :

`readline.`**`get_line_buffer`**()
: Renvoie le contenu courant du tampon de ligne (`rl_line_buffer` dans la bibliothèque sous-jacente).

`readline.`**`insert_text`**(*string*)
: Insère du texte dans le tampon de ligne à la position du curseur. Cela appelle la fonction `rl_insert_text()` de la bibliothèque sous-jacente, mais ignore la valeur de retour.

`readline.`**`redisplay`**()
: Change ce qui est affiché sur l'écran pour représenter le contenu courant de la ligne de tampon. Cela appelle la fonction `rl_redisplay()` dans la bibliothèque sous-jacente.

6.7.3 Fichier d'historique

les fonctions suivantes opèrent sur un fichier d'historique :

`readline.`**`read_history_file`**`(`[*filename*]`)`
Charge un fichier d'historique de *readline*, et l'ajoute à la liste d'historique. Le fichier par défaut est `~/.history`. Cela appelle la fonction `read_history()` de la bibliothèque sous-jacente.

`readline.`**`write_history_file`**`(`[*filename*]`)`
Enregistre la liste de l'historique dans un fichier d'historique de *readline*, en écrasant un éventuel fichier existant. Le nom de fichier par défaut est `~/.history`. Cela appelle la fonction `write_history()` de la bibliothèque sous-jacente.

`readline.`**`append_history_file`**`(`*nelements*[, *filename*]`)`
Ajoute les derniers objets *nelements* de l'historique dans un fichier. Le nom de fichier par défaut est `~/.history`. Le fichier doit déjà exister. Cela appelle la fonction `append_history()` de la bibliothèque sous-jacente.

Nouveau dans la version 3.5.

`readline.`**`get_history_length`**`()`
`readline.`**`set_history_length`**`(`*length*`)`
Définit ou renvoie le nombre souhaité de lignes à enregistrer dans le fichier d'historique. La fonction *write_history_file()* utilise cette valeur pour tronquer le fichier d'historique, en appelant `history_truncate_file()` de la bibliothèque sous-jacente. Les valeurs négatives impliquent une taille de fichier d'historique illimitée.

6.7.4 Liste d'historique

Les fonctions suivantes opèrent sur une liste d'historique globale :

`readline.`**`clear_history`**`()`
Effacer l'historique courant. Cela appelle la fonction `clear_history()` de la bibliothèque sous-jacente. La fonction Python existe seulement si Python à été compilé pour une version de la bibliothèque qui le gère.

`readline.`**`get_current_history_length`**`()`
Renvoie le nombre d'objets actuellement dans l'historique. (C'est différent de *get_history_length()*, qui renvoie le nombre maximum de lignes qui vont être écrites dans un fichier d'historique.)

`readline.`**`get_history_item`**`(`*index*`)`
Renvoie le contenu courant de l'objet d'historique à *index*. L'index de l'objet commence à 1. Cela appelle `history_get()` de la bibliothèque sous-jacente.

`readline.`**`remove_history_item`**`(`*pos*`)`
Supprime l'objet de l'historique défini par sa position depuis l'historique. L'index de la position commence à zéro. Cela appelle la fonction `remove_history()` de la bibliothèque sous-jacente.

`readline.`**`replace_history_item`**`(`*pos*, *line*`)`
Remplace un objet de l'historique à la position définie par *line*. L'index de la position commence à zéro. Cela appelle `replace_history_entry()` de la bibliothèque sous-jacente.

`readline.`**`add_history`**`(`*line*`)`
Ajoute *line* au tampon d'historique, comme si c'était la dernière ligne saisie. Cela appelle la fonction `add_history()` de la libraire sous-jacente.

`readline.`**`set_auto_history`**`(`*enabled*`)`
Active ou désactive les appels automatiques à la fonction `add_history()` lors de la lecture d'une entrée via *readline*. L'argument *enabled* doit être une valeur booléenne qui lorsqu'elle est vraie, active l'historique automatique, et qui lorsqu'elle est fausse, désactive l'historique automatique.

Nouveau dans la version 3.6.

CPython implementation detail : Auto history is enabled by default, and changes to this do not persist across multiple sessions.

6.7.5 Fonctions de rappel au démarrage

readline.**set_startup_hook**([*function*])
Définit ou supprime la fonction invoquée par le la fonction de retour `rl_startup_hook` de la bibliothèque sous-jacente. Si *function* est spécifié, il est utilisé en tant que nouvelle fonction de rappel ; si omis ou `None`, toute fonction déjà installée est supprimée. La fonction de rappel est appelée sans arguments juste avant que *readline* affiche la première invite de commande.

readline.**set_pre_input_hook**([*function*])
Définit ou supprime la fonction invoquée par la fonction de retour `rl_pre_input_hook` de la bibliothèque sous-jacente. Si *function* est spécifié, il sera utilisé par la nouvelle fonction de rappel ; si omis ou `None`, toute fonction déjà installée est supprimée. La fonction de rappel est appelée sans arguments après que la première invite de commande ait été affichée et juste avant que *readline* commence à lire les caractères saisis. Cette fonction existe seulement si Python a été compilé pour une version de la bibliothèque qui le gère.

6.7.6 Complétion

Les fonctions suivantes relatent comment implémenter une fonction de complétion d'un mot spécifique. C'est typiquement déclenché par la touche Tab, et peut suggérer et automatiquement compléter un mot en cours de saisie. Par défaut, Readline est configuré pour être utilisé par *rlcompleter* pour compléter les mots clefs de Python pour l'interpréteur interactif. Si le module *readline* doit être utilisé avec une complétion spécifique, un ensemble de mots délimiteurs doivent être définis.

readline.**set_completer**([*function*])
Définit ou supprime la fonction de complétion. Si *function* est spécifié, il sera utilisé en tant que nouvelle fonction de complétion ; si omis ou `None`, toute fonction de complétion déjà installé est supprimé. La fonction de complétion est appelée telle que `function(text, state)`, pour *state* valant `0`, `1`, `2`, ..., jusqu'à ce qu'elle renvoie une valeur qui n'est pas une chaîne de caractères. Elle doit renvoyer les prochaines complétions possibles commençant par *text*.

La fonction de complétion installée est invoquée par la fonction de retour *entry_func* passée à `rl_completion_matches()` de la bibliothèque sous-jacente. La chaîne de caractère *text* va du premier paramètres vers la fonction de retour `rl_attempted_completion_function` de la bibliothèque sous-jacente.

readline.**get_completer**()
Récupère la fonction de complétion, ou `None` si aucune fonction de complétion n'a été définie.

readline.**get_completion_type**()
Récupère le type de complétion essayé. Cela renvoie la variable `rl_completion_type` dans la bibliothèque sous-jacente en tant qu'entier.

readline.**get_begidx**()
readline.**get_endidx**()
Récupère l'indexe de début ou de fin d'un contexte de complétion. Ces indexes sont les arguments *start* et *end* passés à la fonction de retour `rl_attempted_completion_function` de la bibliothèque sous-jacente.

readline.**set_completer_delims**(*string*)
readline.**get_completer_delims**()
Définit ou récupère les mots délimitants pour la complétion. Ceux-ci déterminent le début du mot devant être considéré pour la complétion (le contexte de la complétion). Ces fonctions accèdent à la variable `rl_completer_word_break_characters` de la bibliothèque sous-jacente.

readline.**set_completion_display_matches_hook**([*function*])
Définit ou supprime la fonction d'affichage de la complétion. Si *function* est spécifié, il sera utilisé en tant que nouvelle fonction d'affichage de complétion ; si omis ou `None`, toute fonction de complétion déjà installée est supprimée. Cela définit ou supprime la fonction de retour `rl_completion_display_matches_hook` dans la bibliothèque sous-jacente. La fonction d'affichage de complétion est appelée telle que `function(substitution, [matches], longest_match_length)` une seule fois lorsque les correspondances doivent être affichées.

6.7.7 Exemple

L'exemple suivant démontre comment utiliser les fonctions de lecture et d'écriture de l'historique du module *readline* pour charger ou sauvegarder automatiquement un fichier d'historique nommé `.python_history` depuis le répertoire d'accueil de l'utilisateur. Le code ci-dessous doit normalement être exécuté automatiquement durant une session interactive depuis le fichier de l'utilisateur `PYTHONSTARTUP`.

```
import atexit
import os
import readline

histfile = os.path.join(os.path.expanduser("~"), ".python_history")
try:
    readline.read_history_file(histfile)
    # default history len is -1 (infinite), which may grow unruly
    readline.set_history_length(1000)
except FileNotFoundError:
    pass

atexit.register(readline.write_history_file, histfile)
```

Ce code est en réalité automatiquement exécuté lorsque Python tourne en mode interactif (voir *Readline configuration*).

L'exemple suivant atteint le même objectif mais gère des sessions interactives concurrentes, en ajoutant seulement le nouvel historique.

```
import atexit
import os
import readline
histfile = os.path.join(os.path.expanduser("~"), ".python_history")

try:
    readline.read_history_file(histfile)
    h_len = readline.get_current_history_length()
except FileNotFoundError:
    open(histfile, 'wb').close()
    h_len = 0

def save(prev_h_len, histfile):
    new_h_len = readline.get_current_history_length()
    readline.set_history_length(1000)
    readline.append_history_file(new_h_len - prev_h_len, histfile)
atexit.register(save, h_len, histfile)
```

L'exemple suivant étend la classe *code.InteractiveConsole* pour gérer la sauvegarde/restauration de l'historique.

```
import atexit
import code
import os
import readline

class HistoryConsole(code.InteractiveConsole):
    def __init__(self, locals=None, filename="<console>",
                 histfile=os.path.expanduser("~/.console-history")):
        code.InteractiveConsole.__init__(self, locals, filename)
        self.init_history(histfile)

    def init_history(self, histfile):
        readline.parse_and_bind("tab: complete")
        if hasattr(readline, "read_history_file"):
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
            try:
                readline.read_history_file(histfile)
            except FileNotFoundError:
                pass
            atexit.register(self.save_history, histfile)

    def save_history(self, histfile):
        readline.set_history_length(1000)
        readline.write_history_file(histfile)
```

6.8 `rlcompleter` — Fonction de complétion pour *GNU readline*

Code source : Lib/rlcompleter.py

Le module *`rlcompleter`* définit une fonction de complétion appropriée pour le module *`readline`* en complétant des identifiants et mots-clés Python valides.

Quand le module est importé dans une plate-forme Unix et la méthode `complete()` est configurée pour assurer la complétion de *`readline`*, une instance de classe `Completer` est automatiquement créée et la méthode est configurée au finisseur `complete()`

Exemple :

```
>>> import rlcompleter
>>> import readline
>>> readline.parse_and_bind("tab: complete")
>>> readline. <TAB PRESSED>
readline.__doc__          readline.get_line_buffer(  readline.read_init_file(
readline.__file__         readline.insert_text(      readline.set_completer(
readline.__name__         readline.parse_and_bind(
>>> readline.
```

Le module *`rlcompleter`* est conçu pour être utilisé par le mode interactif de Python. À moins que Python ne soit exécuté avec l'option `-S`, le module est automatiquement importé et configuré (voir *Readline configuration*).

Sur les plate-formes sans *`readline`*, la classe `Completer` définie par ce module peut quand même être utilisée pour des fins personnalisées.

6.8.1 Objets pour la complétion (*Completer Objects*)

Les objets pour la complétion (*Completer objects* en anglais) disposent de la méthode suivante :

`Completer.`**`complete`**(*text*, *state*)

Renvoie la *state-ième* complétion pour *text*.

Si *text* ne contient pas un caractère point (`'.'`), il puise dans les noms actuellement définis dans *`__main__`*, *`builtins`* ainsi que les mots-clés (ainsi que définis par le module *`keyword`*)

Quand elle est appelée pour un nom qui comporte un point, elle ne tente d'évaluer que ce qui n'a pas d'effet secondaire (les fonctions ne sont pas évaluées, mais elle peut faire des appels à `__getattr__()`), jusqu'à la dernière partie, et trouve des équivalents pour le reste via la fonction *`dir()`*. Toute exception levée durant l'évaluation de l'expression est interceptée, mise sous silence, et *`None`* est renvoyé.

CHAPITRE 7

Services autour des Données Binaires

Les modules décrits dans ce chapitre fournissent des services élémentaires pour manipuler des données binaires. Les autres manipulations sur les données binaires, particulièrement celles en relation avec les formats de fichier et les protocoles réseaux sont décrits dans leurs propres chapitres.

Certaines bibliothèques décrites dans *Services de Manipulation de Texte* fonctionnent aussi avec soit des formats binaires compatibles ASCII (comme le module `re`) soit toutes les données binaires (comme le module `difflib`).

En complément, consultez la documentation des types natifs binaires dans *Séquences Binaires --- bytes, bytearray, memoryview*.

7.1 `struct` — manipulation de données agrégées sous forme binaire comme une séquence d'octets

Code source : Lib/struct.py

Ce module effectue des conversions entre des valeurs Python et des structures C représentées sous la forme de `bytes` (séquences d'octets) Python. Cela permet, entre autres, de manipuler des données agrégées sous forme binaire dans des fichiers ou à travers des connecteurs réseau. Il utilise *Chaînes de spécification du format* comme description de l'agencement des structures afin de réaliser les conversions depuis et vers les valeurs Python.

Note : par défaut, le résultat de l'agrégation d'une structure C donnée comprend des octets de bourrage afin de maintenir un alignement correct des types C sous-jacents ; de la même manière, l'alignement est pris en compte lors de la dissociation. Ce comportement a été choisi de manière à ce que les octets d'une structure agrégée reproduisent exactement l'agencement en mémoire de la structure C équivalente. Pour gérer des formats de données indépendants de la plateforme ou omettre les octets implicites de bourrage, utilisez la taille et l'alignement `standard` en lieu et place de la taille et l'alignement `native` (voir *Boutisme, taille et alignement* pour les détails).

Plusieurs fonctions de `struct` (et méthodes de `Struct`) prennent un argument *buffer*. Cet argument fait référence à des objets qui implémentent le protocole tampon et qui proposent un tampon soit en lecture seule, soit en lecture-écriture. Les types les plus courants qui utilisent cette fonctionnalité sont `bytes` et `bytearray`, mais beaucoup d'autres types qui peuvent être considérés comme des tableaux d'octets implémentent le protocole tampon ; ils peuvent ainsi être lus ou remplis depuis un objet `bytes` sans faire de copie.

7.1.1 Fonctions et exceptions

Le module définit les exceptions et fonctions suivantes :

exception `struct.`**error**
Exception levée à plusieurs occasions ; l'argument est une chaîne qui décrit ce qui ne va pas.

`struct.`**pack**(*format*, *v1*, *v2*, ...)
Renvoie un objet *bytes* contenant les valeurs *v1*, *v2*… agrégées conformément à la chaîne de format *format*. Les arguments doivent correspondre exactement aux valeurs requises par le format.

`struct.`**pack_into**(*format*, *buffer*, *offset*, *v1*, *v2*, ...)
Agrège les valeurs *v1*, *v2*… conformément à la chaîne de format *format* et écrit les octets agrégés dans le tampon *buffer*, en commençant à la position *offset*. Notez que *offset* est un argument obligatoire.

`struct.`**unpack**(*format*, *buffer*)
Dissocie depuis le tampon *buffer* (en supposant que celui-ci a été agrégé avec `pack(format, ...)`) à l'aide de la chaîne de format *format*. Le résultat est un n-uplet, qui peut éventuellement ne contenir qu'un seul élément. La taille de *buffer* en octets doit correspondre à la taille requise par le format, telle que calculée par *`calcsize()`*.

`struct.`**unpack_from**(*format*, *buffer*, *offset=0*)
Unpack from *buffer* starting at position *offset*, according to the format string *format*. The result is a tuple even if it contains exactly one item. The buffer's size in bytes, minus *offset*, must be at least the size required by the format, as reflected by *`calcsize()`*.

`struct.`**iter_unpack**(*format*, *buffer*)
Dissocie de manière itérative les éléments du tampon *buffer* conformément à la chaîne de format *format*. Cette fonction renvoie un itérateur qui lit des morceaux de taille fixe dans le tampon jusqu'à ce que tout le contenu ait été consommé. La taille du tampon en octets doit être un multiple de la taille requise par le format, telle que calculée par *`calcsize()`*.

Chaque itération produit un n-uplet tel que spécifié par la chaîne de format.

Nouveau dans la version 3.4.

`struct.`**calcsize**(*format*)
Renvoie la taille de la structure (et donc celle de l'objet *bytes* produit par `pack(format, ...)`) correspondant à la chaîne de format *format*.

7.1.2 Chaînes de spécification du format

Les chaînes de spécification du format servent à définir l'agencement lors de l'agrégation et la dissociation des données. Elles sont construites à partir de *Caractères de format*, qui spécifient le type de donnée à agréger-dissocier. De plus, il existe des caractères spéciaux pour contrôler *Boutisme, taille et alignement*.

Boutisme, taille et alignement

Par défaut, les types C sont représentés dans le format et le boutisme natifs de la machine ; ils sont alignés correctement en sautant des octets si nécessaire (en fonction des règles utilisées par le compilateur C).

Cependant, le premier caractère de la chaîne de format peut être utilisé pour indiquer le boutisme, la taille et l'alignement des données agrégées, conformément à la table suivante :

Caractère	Boutisme	Taille	Alignement
`@`	natif	natif	natif
=	natif	standard	aucun
<	petit-boutiste	standard	aucun
>	gros-boutiste	standard	aucun
!	réseau (= gros-boutiste)	standard	aucun

Si le premier caractère n'est pas dans cette liste, le module se comporte comme si `'@'` avait été indiqué.

Le boutisme natif est gros-boutiste ou petit-boutiste, en fonction de la machine sur laquelle s'exécute le programme. Par exemple, les Intel x86 et les AMD64 (x86-64) sont petit-boutistes ; les Motorola 68000 et les *PowerPC G5* sont gros-boutistes ; les ARM et les Intel Itanium peuvent changer de boutisme. Utilisez `sys.byteorder` pour vérifier le boutisme de votre système.

La taille et l'alignement natifs sont déterminés en utilisant l'expression `sizeof` du compilateur C. Leur valeur est toujours combinée au boutisme natif.

La taille standard dépend seulement du caractère du format ; référez-vous au tableau dans la section *Caractères de format*.

Notez la différence entre `'@'` et `'='` : les deux utilisent le boutisme natif mais la taille et l'alignement du dernier sont standards.

La forme `'!'` existe pour les têtes en l'air qui prétendent ne pas se rappeler si le boutisme réseau est gros-boutiste ou petit-boutiste.

Il n'y a pas de moyen de spécifier le boutisme contraire au boutisme natif (c'est-à-dire forcer la permutation des octets) ; utilisez le bon caractère entre `'<'` et `'>'`.

Notes :

(1) Le bourrage (*padding* en anglais) n'est automatiquement ajouté qu'entre les membres successifs de la structure. Il n'y a pas de bourrage au début ou à la fin de la structure agrégée.

(2) Il n'y a pas d'ajout de bourrage lorsque vous utilisez une taille et un alignement non-natifs, par exemple avec <, '>', '= ou !.

(3) Pour aligner la fin d'une structure à l'alignement requis par un type particulier, terminez le format avec le code du type voulu et une valeur de répétition à zéro. Référez-vous à *Exemples*.

Caractères de format

Les caractères de format possèdent les significations suivantes ; la conversion entre les valeurs C et Python doit être évidente compte tenu des types concernés. La colonne « taille standard » fait référence à la taille en octets de la valeur agrégée avec l'utilisation de la taille standard (c'est-à-dire lorsque la chaîne de format commence par l'un des caractères suivants : `'<'`, `'>'`, `'!'` ou `'='`). Si vous utilisez la taille native, la taille de la valeur agrégée dépend de la plateforme.

Format	Type C	Type Python	Taille standard	Notes
`x`	octet de bourrage	pas de valeur		
`c`	`char`	*bytes* (suite d'octets) de taille 1	1	
`b`	`signed char`	*int* (entier)	1	(1), (2)
`B`	`unsigned char`	*int* (entier)	1	(2)
`?`	`_Bool`	*bool* (booléen)	1	(1)
`h`	`short`	*int* (entier)	2	(2)
`H`	`unsigned short`	*int* (entier)	2	(2)
`i`	`int`	*int* (entier)	4	(2)
`I`	`unsigned int`	*int* (entier)	4	(2)
`l`	`long`	*int* (entier)	4	(2)
`L`	`unsigned long`	*int* (entier)	4	(2)
`q`	`long long`	*int* (entier)	8	(2)
`Q`	`unsigned long long`	*int* (entier)	8	(2)
`n`	`ssize_t`	*int* (entier)		(3)
`N`	`size_t`	*int* (entier)		(3)
`e`	(6)	*float* (nombre à virgule flottante)	2	(4)
`f`	`float`	*float* (nombre à virgule flottante)	4	(4)
`d`	`double`	*float* (nombre à virgule flottante)	8	(4)
`s`	`char[]`	*bytes* (séquence d'octets)		
`p`	`char[]`	*bytes* (séquence d'octets)		
`P`	`void *`	*int* (entier)		(5)

Modifié dans la version 3.3 : ajouté la gestion des formats `'n'` et `'N'`.

Modifié dans la version 3.6 : ajouté la gestion du format `'e'`.

Notes :

(1) Le code de conversion `'?'` correspond au type `_Bool` de C99. Si ce type n'est pas disponible, il est simulé en utilisant un `char`. Dans le mode standard, il est toujours représenté par un octet.

(2) Lorsque vous essayez d'agréger un non-entier en utilisant un code de conversion pour un entier, si ce non-entier possède une méthode `__index__()` alors cette méthode est appelée pour convertir l'argument en entier avant l'agrégation.

Modifié dans la version 3.2 : utilisation de la méthode `__index__()` pour les non-entiers.

(3) Les codes de conversion `'n'` et `'N'` ne sont disponibles que pour la taille native (choisie par défaut ou à l'aide du caractère de boutisme `'@'`). Pour la taille standard, vous pouvez utiliser n'importe quel format d'entier qui convient à votre application.

(4) Pour les codes de conversion `'f'`, `'d'` et `'e'`, la représentation agrégée utilise respectivement le format IEEE 754 *binaire32*, *binaire64* ou *binaire16* (pour `'f'`, `'d'` ou `'e'` respectivement), quel que soit le format des nombres à virgule flottante de la plateforme.

(5) Le caractère de format `'P'` n'est disponible que pour le boutisme natif (choisi par défaut ou à l'aide du caractère `'@'` de boutisme). Le caractère de boutisme `'='` choisit d'utiliser un petit ou un gros en fonction du système hôte. Le module *struct* ne l'interprète pas comme un boutisme natif, donc le format `'P'` n'est pas disponible.

(6) Le type IEEE 754 *binaire16* « demie-précision » a été introduit en 2008 par la révision du standard IEEE 754. Il comprend un bit de signe, un exposant sur 5 bits et une précision de 11 bits (dont 10 bits sont explicitement stockés) ; il peut représenter les nombres entre environ `6.1e-05` et `6.5e+04` avec une précision maximale. Ce type est rarement pris en charge par les compilateurs C : sur une machine courante, un *unsigned short* (entier court non signé) peut être utilisé pour le stockage mais pas pour les opérations mathématiques. Lisez la page Wikipédia (NdT : non traduite en français) half-precision floating-point format pour davantage d'informations.

Un caractère de format peut être précédé par un entier indiquant le nombre de répétitions. Par exemple, la chaîne de format `'4h'` a exactement la même signification que `'hhhh'`.

Les caractères d'espacement entre les indications de format sont ignorés ; cependant, le nombre de répétitions et le format associé ne doivent pas être séparés par des caractères d'espacement.

Pour le caractère de format `'s'`, un nombre en tête est interprété comme la longueur du *bytes* et non comme le nombre de répétitions comme pour les autres caractères de format ; par exemple, `'10s'` signifie une seule chaîne de 10 octets alors que `'10c'` signifie 10 caractères. Si aucun nombre n'est indiqué, la valeur par défaut est 1. Pour l'agrégation, la chaîne est tronquée ou bourrée avec des octets nuls pour atteindre la taille souhaitée. Pour la dissociation, l'objet *bytes* résultant possède le nombre exact d'octets spécifiés. Un cas particulier est `'0s'` qui signifie une chaîne (et une seule) vide (alors que `'0c'` signifie zéro caractère).

Lors de l'agrégation d'une valeur `x` en utilisant l'un des formats pour les entiers (`'b'`, `'B'`, `'h'`, `'H'`, `'i'`, `'I'`, `'l'`, `'L'`, `'q'`, `'Q'`), si `x` est en dehors de l'intervalle du format spécifié, une *`struct.error`* est levée.

Modifié dans la version 3.1 : auparavant, certains formats d'entiers absorbaient les valeurs en dehors des intervalles valides et levaient une *`DeprecationWarning`* au lieu d'une *`struct.error`*.

Le caractère de format `'p'` sert à encoder une « chaîne Pascal », c'est-à-dire une courte chaîne de longueur variable, stockée dans un *nombre défini d'octets* dont la valeur est définie par la répétition. Le premier octet stocké est la longueur de la chaîne (dans la limite maximum de 255). Les octets composant la chaîne suivent. Si la chaîne passée à *`pack()`* est trop longue (supérieure à la valeur de la répétition moins 1), seuls les `count-1` premiers octets de la chaîne sont stockés. Si la chaîne est plus courte que `count-1`, des octets de bourrage nuls sont insérés de manière à avoir exactement *count* octets au final. Notez que pour *`unpack()`*, le caractère de format `'p'` consomme `count` octets mais que la chaîne renvoyée ne peut pas excéder 255 octets.

Pour le caractère de format `'?'`, la valeur renvoyée est *`True`* ou *`False`*. Lors de l'agrégation, la valeur de vérité de l'objet argument est utilisée. La valeur agrégée est 0 ou 1 dans la représentation native ou standard et, lors de la dissociation, n'importe quelle valeur différente de zéro est renvoyée `True`.

Exemples

Note : tous les exemples présentés supposent que l'on utilise le boutisme, la taille et l'alignement natifs sur une machine gros-boutiste.

Un exemple de base d'agrégation et dissociation de trois entiers :

```
>>> from struct import *
>>> pack('hhl', 1, 2, 3)
b'\x00\x01\x00\x02\x00\x00\x00\x03'
>>> unpack('hhl', b'\x00\x01\x00\x02\x00\x00\x00\x03')
(1, 2, 3)
>>> calcsize('hhl')
8
```

Les champs dissociés peuvent être nommés en leur assignant des variables ou en encapsulant le résultat dans un n-uplet nommé :

```
>>> record = b'raymond   \x32\x12\x08\x01\x08'
>>> name, serialnum, school, gradelevel = unpack('<10sHHb', record)

>>> from collections import namedtuple
>>> Student = namedtuple('Student', 'name serialnum school gradelevel')
>>> Student._make(unpack('<10sHHb', record))
Student(name=b'raymond   ', serialnum=4658, school=264, gradelevel=8)
```

L'ordre des caractères de format peut avoir un impact sur la taille puisque le bourrage nécessaire pour réaliser l'alignement est différent :

```
>>> pack('ci', b'*', 0x12131415)
b'*\x00\x00\x00\x12\x13\x14\x15'
>>> pack('ic', 0x12131415, b'*')
b'\x12\x13\x14\x15*'
>>> calcsize('ci')
8
>>> calcsize('ic')
5
```

Le format suivant `'llh0l'` spécifie deux octets de bourrage à la fin, considérant que les entiers longs sont alignés sur des espacements de 4 octets :

```
>>> pack('llh0l', 1, 2, 3)
b'\x00\x00\x00\x01\x00\x00\x00\x02\x00\x03\x00\x00'
```

Ceci ne fonctionne que quand la taille et l'alignement natifs sont utilisés ; la taille et l'alignement standards ne forcent aucun alignement.

Voir aussi :

Module *array* Stockage agrégé binaire de données homogènes.

Module *xdrlib* Agrégation et dissociation de données XDR.

7.1.3 Classes

Le module `struct` définit aussi le type suivant :

class struct.**Struct**(*format*)
Renvoie un nouvel objet Struct qui écrit et lit des données binaires conformément à la chaîne de format *format*. Créer une fois pour toutes un objet Struct puis appeler ses méthodes est plus efficace que d'appeler les fonctions de `struct` avec le même format puisque la chaîne de format n'est compilée qu'une seule fois.

Note : les versions compilées des dernières chaînes de format passées à `Struct` et aux fonctions de niveau module sont mises en cache, de manière à ce que les programmes qui n'utilisent que quelques chaînes de format n'aient pas à se préoccuper de n'utiliser qu'une seule instance de `Struct`.

Les objets `Struct` compilés gèrent les méthodes et attributs suivants :

pack(*v1*, *v2*, ...)
Identique à la fonction `pack()`, en utilisant le format compilé (`len(result)` vaut `size`).

pack_into(*buffer*, *offset*, *v1*, *v2*, ...)
Identique à la fonction `pack_into()`, en utilisant le format compilé.

unpack(*buffer*)
Identique à la fonction `unpack()`, en utilisant le format compilé. La taille du tampon *buffer* en octets doit valoir `size`.

unpack_from(*buffer*, *offset=0*)
Identical to the `unpack_from()` function, using the compiled format. The buffer's size in bytes, minus *offset*, must be at least `size`.

iter_unpack(*buffer*)
Identique à la fonction `iter_unpack()`, en utilisant le format compilé. La taille du tampon *buffer* en octets doit être un multiple de `size`.

Nouveau dans la version 3.4.

format
La chaîne de format utilisée pour construire l'objet *Struct*.

Modifié dans la version 3.7 : la chaîne de format est maintenant de type `str` au lieu de `bytes`.

size
La taille calculée de la structure agrégée (et donc de l'objet *bytes* produit par la méthode `pack()`) correspondante à `format`.

7.2 codecs — Registre des codecs et classes de base associées

Code source : Lib/codecs.py

Ce module définit les classes de base pour les codecs (encodeurs et décodeurs) standards Python et fournit l'interface avec le registre des codecs internes à Python, qui gère le processus de recherche de codecs et de gestion des erreurs. La plupart des codecs sont des *encodeurs de texte*, qui encode du texte vers des séquences d'octets (type *bytes* de Python) mais il existe aussi des codecs qui encodent du texte vers du texte et des *bytes* vers des *bytes*. Les codecs personnalisés peuvent encoder et décoder des types arbitraires, mais l'utilisation de certaines fonctionnalités du module est restreinte aux *encodeurs de texte* ou aux codecs qui encodent vers `bytes`.

Le module définit les fonctions suivantes pour encoder et décoder à l'aide de n'importe quel codec :

codecs.**encode**(*obj*, *encoding='utf-8'*, *errors='strict'*)
Encode *obj* en utilisant le codec enregistré pour *encoding*.

Vous pouvez spécifier *errors* pour définir la façon de gérer les erreurs. Le gestionnaire d'erreurs par défaut est `'strict'`, ce qui veut dire qu'une erreur lors de l'encodage lève `ValueError` (ou une sous-classe spécifique du codec, telle que `UnicodeEncodeError`). Référez-vous aux *Classes de base de codecs* pour plus d'informations sur la gestion des erreurs par les codecs.

codecs.**decode**(*obj*, *encoding='utf-8'*, *errors='strict'*)
Décode *obj* en utilisant le codec enregistré pour *encoding*.
Vous pouvez spécifier *errors* pour définir la façon de gérer les erreurs. Le gestionnaire d'erreurs par défaut est `'strict'`, ce qui veut dire qu'une erreur lors du décodage lève `ValueError` (ou une sous-classe spécifique du codec, telle que `UnicodeDecodeError`). Référez-vous aux *Classes de base de codecs* pour plus d'informations sur la gestion des erreurs par les codecs.

Les détails complets de chaque codec peuvent être examinés directement :

codecs.**lookup**(*encoding*)
Recherche les informations relatives au codec dans le registre des codecs de Python et renvoie l'objet `CodecInfo` tel que défini ci-dessous.
Les encodeurs sont recherchés en priorité dans le cache du registre. S'ils n'y sont pas, la liste des fonctions de recherche enregistrées est passée en revue. Si aucun objet `CodecInfo` n'est trouvé, une `LookupError` est levée. Sinon, l'objet `CodecInfo` est mis en cache et renvoyé vers l'appelant.

class codecs.**CodecInfo**(*encode*, *decode*, *streamreader=None*, *streamwriter=None*, *incrementalencoder=None*, *incrementaldecoder=None*, *name=None*)
Les détails d'un codec trouvé dans le registre des codecs. Les arguments du constructeur sont stockés dans les attributs éponymes :

name
Le nom de l'encodeur.

encode
decode
Les fonctions d'encodage et de décodage. Ces fonctions ou méthodes doivent avoir la même interface que les méthodes `encode()` et `decode()` des instances de Codec (voir *Interface des codecs*). Les fonctions et méthodes sont censées fonctionner sans état interne.

incrementalencoder
incrementaldecoder
Classes d'encodeurs et de décodeurs incrémentaux ou fonctions usines. Elles doivent avoir respectivement les mêmes interfaces que celles définies par les classes de base `IncrementalEncoder` et `IncrementalDecoder`. Les codecs incrémentaux peuvent conserver des états internes.

streamwriter
streamreader
Classes d'écriture et de lecture de flux ou fonctions usines. Elles doivent avoir les mêmes interfaces que celles définies par les classes de base `StreamWriter` et `StreamReader`, respectivement. Les codecs de flux peuvent conserver un état interne.

Pour simplifier l'accès aux différents composants du codec, le module fournit les fonctions supplémentaires suivantes qui utilisent `lookup()` pour la recherche du codec :

codecs.**getencoder**(*encoding*)
Recherche le codec pour l'encodage *encoding* et renvoie sa fonction d'encodage.
Lève une `LookupError` si l'encodage *encoding* n'est pas trouvé.

codecs.**getdecoder**(*encoding*)
Recherche le codec pour l'encodage *encoding* et renvoie sa fonction de décodage.
Lève une `LookupError` si l'encodage *encoding* n'est pas trouvé.

codecs.**getincrementalencoder**(*encoding*)
Recherche le codec pour l'encodage *encoding* et renvoie sa classe d'encodage incrémental ou la fonction usine.
Lève une `LookupError` si l'encodage *encoding* n'est pas trouvé ou si le codec ne gère pas l'encodage incrémental.

codecs.**getincrementaldecoder**(*encoding*)
Recherche le codec pour l'encodage *encoding* et renvoie sa classe de décodage incrémental ou la fonction usine.
Lève une `LookupError` si l'encodage *encoding* n'est pas trouvé ou si le codec ne gère pas le décodage incrémental.

codecs.**getreader**(*encoding*)
Recherche le codec pour l'encodage *encoding* et renvoie sa classe `StreamReader` ou la fonction usine.
Lève une `LookupError` si l'encodage *encoding* n'est pas trouvé.

codecs.**getwriter**(*encoding*)
Recherche le codec pour l'encodage *encoding* et renvoie sa classe `StreamWriter` ou la fonction usine.
Lève une `LookupError` si l'encodage *encoding* n'est pas trouvé.

Les codecs personnalisés sont mis à disposition en enregistrant une fonction de recherche de codecs adaptée :

codecs.**register**(*search_function*)
Enregistre une fonction de recherche de codec. Il convient qu'une fonction de recherche prenne un argument, le nom de l'encodage écrit en lettres minuscules, et renvoie un objet `CodecInfo`. Si la fonction de recherche ne trouve pas un encodage donné, il convient qu'elle renvoie " None".

Note : l'enregistrement d'une fonction de recherche n'est actuellement pas réversible, ce qui peut entraîner des problèmes dans certains cas, par exemple pour les tests unitaires ou le rechargement de module.

Alors qu'il est recommandé d'utiliser la fonction native `open()` et le module associé `io` pour travailler avec des fichiers texte encodés, le présent module fournit des fonctions et classes utilitaires supplémentaires qui permettent l'utilisation d'une plus large gamme de codecs si vous travaillez avec des fichiers binaires :

codecs.**open**(*filename*, *mode='r'*, *encoding=None*, *errors='strict'*, *buffering=1*)
Ouvre un fichier encodé en utilisant le *mode* donné et renvoie une instance de `StreamReaderWriter`, permettant un encodage-décodage transparent. Le mode de fichier par défaut est `'r'`, ce qui signifie que le fichier est ouvert en lecture.

Note : les fichiers encodés sous-jacents sont toujours ouverts en mode binaire. Aucune conversion automatique de `'\n'` n'est effectuée à la lecture ou à l'écriture. L'argument *mode* peut être n'importe quel mode binaire acceptable pour la fonction native `open()` ; le `'b'` est automatiquement ajouté.

---

encoding spécifie l'encodage à utiliser pour le fichier. Tout encodage qui encode et décode des octets (type *bytes*) est autorisé et les types de données pris en charge par les méthodes relatives aux fichiers dépendent du codec utilisé.
errors peut être spécifié pour définir la gestion des erreurs. La valeur par défaut est `'strict'`, ce qui lève une `ValueError` en cas d'erreur lors du codage.
buffering has the same meaning as for the built-in `open()` function. It defaults to line buffered.

codecs.**EncodedFile**(*file*, *data_encoding*, *file_encoding=None*, *errors='strict'*)
Renvoie une instance de `StreamRecoder`, version encapsulée de *file* qui fournit un transcodage transparent. Le fichier original est fermé quand la version encapsulée est fermée.
Les données écrites dans un fichier encapsulant sont décodées en fonction du *data_encoding* spécifié puis écrites vers le fichier original en tant que *bytes* en utilisant *file_encoding*. Les octets lus dans le fichier original sont décodés conformément à *file_encoding* et le résultat est encodé en utilisant *data_encoding*.
Si *file_encoding* n'est pas spécifié, la valeur par défaut est *data_encoding*.
errors peut être spécifié pour définir la gestion des erreurs. La valeur par défaut est `'strict'`, ce qui lève une `ValueError` en cas d'erreur lors du codage.

codecs.**iterencode**(*iterator*, *encoding*, *errors='strict'*, ***kwargs*)
Utilise un encodeur incrémental pour encoder de manière itérative l'entrée fournie par *iterator*. Cette fonction est un *générateur*. L'argument *errors* (ainsi que tout autre argument passé par mot-clé) est transmis à l'encodeur incrémental.
Cette fonction nécessite que le codec accepte les objets texte (classe `str`) en entrée. Par conséquent, il ne prend pas en charge les encodeurs *bytes* vers *bytes* tels que `base64_codec`.

codecs.**iterdecode**(*iterator*, *encoding*, *errors='strict'*, ***kwargs*)
Utilise un décodeur incrémental pour décoder de manière itérative l'entrée fournie par *iterator*. Cette fonction est un *générateur*. L'argument *errors* (ainsi que tout autre argument passé par mot-clé) est transmis au décodeur incrémental.
Cette fonction requiert que le codec accepte les objets `bytes` en entrée. Par conséquent, elle ne prend pas en charge les encodeurs de texte vers texte tels que `rot_13`, bien que `rot_13` puisse être utilisé de manière équivalente avec `iterencode()`.

Le module fournit également les constantes suivantes qui sont utiles pour lire et écrire les fichiers dépendants de la plateforme :

codecs.**BOM**
codecs.**BOM_BE**
codecs.**BOM_LE**
codecs.**BOM_UTF8**
codecs.**BOM_UTF16**
codecs.**BOM_UTF16_BE**
codecs.**BOM_UTF16_LE**
codecs.**BOM_UTF32**
codecs.**BOM_UTF32_BE**
codecs.**BOM_UTF32_LE**

Ces constantes définissent diverses séquences d'octets, les marques d'ordre d'octets (BOM pour *byte order mark* en anglais) Unicode pour plusieurs encodages. Elles sont utilisées dans les flux de données UTF-16 et UTF-32 pour indiquer l'ordre des octets utilisé, et dans UTF-8 comme signature Unicode. *BOM_UTF16* vaut soit *BOM_UTF16_BE*, soit *BOM_UTF16_LE* selon le boutisme natif de la plateforme, *BOM* est un alias pour *BOM_UTF16*, *BOM_LE* pour *BOM_UTF16_LE* et *BOM_BE* pour *BOM_UTF16_BE*. Les autres sont les marques BOM dans les encodages UTF-8 et UTF-32.

7.2.1 Classes de base de codecs

Le module *codecs* définit un ensemble de classes de base qui spécifient les interfaces pour travailler avec des objets codecs et qui peuvent également être utilisées comme base pour des implémentations de codecs personnalisés.

Chaque codec doit définir quatre interfaces pour être utilisable comme codec en Python : codeur sans état, décodeur sans état, lecteur de flux et écrivain de flux. Le lecteur et l'écrivain de flux réutilisent généralement l'encodeur-décodeur sans état pour implémenter les protocoles de fichiers. Les auteurs de codecs doivent également définir comment le codec gère les erreurs d'encodage et de décodage.

Gestionnaires d'erreurs

To simplify and standardize error handling, codecs may implement different error handling schemes by accepting the *errors* string argument. The following string values are defined and implemented by all standard Python codecs :

Valeur	Signification
`'strict'`	Raise *UnicodeError* (or a subclass); this is the default. Implemented in *strict_errors()*.
`'ignore'`	Ignore the malformed data and continue without further notice. Implemented in *ignore_errors()*.

Les gestionnaires d'erreurs suivants ne s'appliquent que pour les *encodeurs de texte* :

Valeur	Signification
`'replace'`	Replace with a suitable replacement marker; Python will use the official `U+FFFD` REPLACEMENT CHARACTER for the built-in codecs on decoding, and '?' on encoding. Implemented in *replace_errors()*.
`'xmlcharrefreplace'`	Replace with the appropriate XML character reference (only for encoding). Implemented in *xmlcharrefreplace_errors()*.
`'backslashreplace'`	Remplace avec une séquence échappée par des antislashs. Implémenté dans *backslashreplace_errors()*.
`'namereplace'`	Replace with `\N{...}` escape sequences (only for encoding). Implemented in *namereplace_errors()*.
`'surrogateescape'`	On decoding, replace byte with individual surrogate code ranging from `U+DC80` to `U+DCFF`. This code will then be turned back into the same byte when the `'surrogateescape'` error handler is used when encoding the data. (See **PEP 383** for more.)

En plus, le gestionnaire d'erreurs suivant est spécifique aux codecs suivants :

Valeur	Codecs	Signification
`'surrogatepass'`	utf-8, utf-16, utf-32, utf-16-be, utf-16-le, utf-32-be, utf-32-le	Allow encoding and decoding of surrogate codes. These codecs normally treat the presence of surrogates as an error.

Nouveau dans la version 3.1 : les gestionnaires d'erreurs `'surrogateescape'` et `'surrogatepass'`.

Modifié dans la version 3.4 : le gestionnaire d'erreurs `'surrogatepass'` fonctionne maintenant avec les codecs utf-16* et utf-32*.

Nouveau dans la version 3.5 : le gestionnaire d'erreurs `'namereplace'`.

Modifié dans la version 3.5 : le gestionnaire d'erreurs `'backslashreplace'` fonctionne maintenant pour le décodage et la traduction.

L'ensemble des valeurs autorisées peut être étendu en enregistrant un nouveau gestionnaire d'erreurs nommé :

`codecs.`**`register_error`**(*name*, *error_handler*)
Register the error handling function *error_handler* under the name *name*. The *error_handler* argument will be called during encoding and decoding in case of an error, when *name* is specified as the errors parameter.

For encoding, *error_handler* will be called with a *UnicodeEncodeError* instance, which contains information about the location of the error. The error handler must either raise this or a different exception, or return a tuple with a replacement for the unencodable part of the input and a position where encoding should continue. The replacement may be either *str* or *bytes*. If the replacement is bytes, the encoder will simply copy them into the output buffer. If the replacement is a string, the encoder will encode the replacement. Encoding continues on original input at the specified position. Negative position values will be treated as being relative to the end of the input string. If the resulting position is out of bound an *IndexError* will be raised.

Decoding and translating works similarly, except *UnicodeDecodeError* or *UnicodeTranslateError* will be passed to the handler and that the replacement from the error handler will be put into the output directly.

Previously registered error handlers (including the standard error handlers) can be looked up by name :

`codecs.`**`lookup_error`**(*name*)
Return the error handler previously registered under the name *name*.

Raises a *LookupError* in case the handler cannot be found.

The following standard error handlers are also made available as module level functions :

`codecs.`**`strict_errors`**(*exception*)
Implements the `'strict'` error handling : each encoding or decoding error raises a *UnicodeError*.

`codecs.`**`replace_errors`**(*exception*)
Implements the `'replace'` error handling (for *text encodings* only) : substitutes `'?'` for encoding errors (to be encoded by the codec), and `'\ufffd'` (the Unicode replacement character) for decoding errors.

`codecs.`**`ignore_errors`**(*exception*)
Implements the `'ignore'` error handling : malformed data is ignored and encoding or decoding is continued without further notice.

`codecs.`**`xmlcharrefreplace_errors`**(*exception*)
Implements the `'xmlcharrefreplace'` error handling (for encoding with *text encodings* only) : the unencodable character is replaced by an appropriate XML character reference.

`codecs.`**`backslashreplace_errors`**(*exception*)
Implements the `'backslashreplace'` error handling (for *text encodings* only) : malformed data is replaced by a backslashed escape sequence.

`codecs.`**`namereplace_errors`**(*exception*)
Implements the `'namereplace'` error handling (for encoding with *text encodings* only) : the unencodable character is replaced by a `\N{...}` escape sequence.

Nouveau dans la version 3.5.

Stateless Encoding and Decoding

The base `Codec` class defines these methods which also define the function interfaces of the stateless encoder and decoder :

`Codec`.**encode**(*input*[, *errors*])

Encodes the object *input* and returns a tuple (output object, length consumed). For instance, *text encoding* converts a string object to a bytes object using a particular character set encoding (e.g., `cp1252` or `iso-8859-1`).

The *errors* argument defines the error handling to apply. It defaults to `'strict'` handling.

The method may not store state in the `Codec` instance. Use *`StreamWriter`* for codecs which have to keep state in order to make encoding efficient.

The encoder must be able to handle zero length input and return an empty object of the output object type in this situation.

`Codec`.**decode**(*input*[, *errors*])

Decodes the object *input* and returns a tuple (output object, length consumed). For instance, for a *text encoding*, decoding converts a bytes object encoded using a particular character set encoding to a string object.

For text encodings and bytes-to-bytes codecs, *input* must be a bytes object or one which provides the read-only buffer interface -- for example, buffer objects and memory mapped files.

The *errors* argument defines the error handling to apply. It defaults to `'strict'` handling.

The method may not store state in the `Codec` instance. Use *`StreamReader`* for codecs which have to keep state in order to make decoding efficient.

The decoder must be able to handle zero length input and return an empty object of the output object type in this situation.

Incremental Encoding and Decoding

The *`IncrementalEncoder`* and *`IncrementalDecoder`* classes provide the basic interface for incremental encoding and decoding. Encoding/decoding the input isn't done with one call to the stateless encoder/decoder function, but with multiple calls to the *`encode()`*/*`decode()`* method of the incremental encoder/decoder. The incremental encoder/decoder keeps track of the encoding/decoding process during method calls.

The joined output of calls to the *`encode()`*/*`decode()`* method is the same as if all the single inputs were joined into one, and this input was encoded/decoded with the stateless encoder/decoder.

IncrementalEncoder Objects

The *`IncrementalEncoder`* class is used for encoding an input in multiple steps. It defines the following methods which every incremental encoder must define in order to be compatible with the Python codec registry.

class `codecs`.**IncrementalEncoder**(*errors='strict'*)

Constructor for an *`IncrementalEncoder`* instance.

All incremental encoders must provide this constructor interface. They are free to add additional keyword arguments, but only the ones defined here are used by the Python codec registry.

The *`IncrementalEncoder`* may implement different error handling schemes by providing the *errors* keyword argument. See *Gestionnaires d'erreurs* for possible values.

The *errors* argument will be assigned to an attribute of the same name. Assigning to this attribute makes it possible to switch between different error handling strategies during the lifetime of the *`IncrementalEncoder`* object.

encode(*object*[, *final*])

Encodes *object* (taking the current state of the encoder into account) and returns the resulting encoded object. If this is the last call to *`encode()`* *final* must be true (the default is false).

reset()

Reset the encoder to the initial state. The output is discarded : call `.encode(object, final=True)`, passing an empty byte or text string if necessary, to reset the encoder and to get the output.

getstate()
Return the current state of the encoder which must be an integer. The implementation should make sure that `0` is the most common state. (States that are more complicated than integers can be converted into an integer by marshaling/pickling the state and encoding the bytes of the resulting string into an integer.)

setstate(*state*)
Set the state of the encoder to *state*. *state* must be an encoder state returned by `getstate()`.

IncrementalDecoder Objects

The `IncrementalDecoder` class is used for decoding an input in multiple steps. It defines the following methods which every incremental decoder must define in order to be compatible with the Python codec registry.

class codecs.**IncrementalDecoder**(*errors='strict'*)
Constructor for an `IncrementalDecoder` instance.

All incremental decoders must provide this constructor interface. They are free to add additional keyword arguments, but only the ones defined here are used by the Python codec registry.

The `IncrementalDecoder` may implement different error handling schemes by providing the *errors* keyword argument. See *Gestionnaires d'erreurs* for possible values.

The *errors* argument will be assigned to an attribute of the same name. Assigning to this attribute makes it possible to switch between different error handling strategies during the lifetime of the `IncrementalDecoder` object.

decode(*object*[, *final*])
Decodes *object* (taking the current state of the decoder into account) and returns the resulting decoded object. If this is the last call to `decode()` *final* must be true (the default is false). If *final* is true the decoder must decode the input completely and must flush all buffers. If this isn't possible (e.g. because of incomplete byte sequences at the end of the input) it must initiate error handling just like in the stateless case (which might raise an exception).

reset()
Reset the decoder to the initial state.

getstate()
Return the current state of the decoder. This must be a tuple with two items, the first must be the buffer containing the still undecoded input. The second must be an integer and can be additional state info. (The implementation should make sure that `0` is the most common additional state info.) If this additional state info is `0` it must be possible to set the decoder to the state which has no input buffered and `0` as the additional state info, so that feeding the previously buffered input to the decoder returns it to the previous state without producing any output. (Additional state info that is more complicated than integers can be converted into an integer by marshaling/pickling the info and encoding the bytes of the resulting string into an integer.)

setstate(*state*)
Set the state of the decoder to *state*. *state* must be a decoder state returned by `getstate()`.

Stream Encoding and Decoding

The `StreamWriter` and `StreamReader` classes provide generic working interfaces which can be used to implement new encoding submodules very easily. See `encodings.utf_8` for an example of how this is done.

StreamWriter Objects

The `StreamWriter` class is a subclass of `Codec` and defines the following methods which every stream writer must define in order to be compatible with the Python codec registry.

class codecs.**StreamWriter**(*stream*, *errors='strict'*)

Constructor for a `StreamWriter` instance.

All stream writers must provide this constructor interface. They are free to add additional keyword arguments, but only the ones defined here are used by the Python codec registry.

The *stream* argument must be a file-like object open for writing text or binary data, as appropriate for the specific codec.

The `StreamWriter` may implement different error handling schemes by providing the *errors* keyword argument. See *Gestionnaires d'erreurs* for the standard error handlers the underlying stream codec may support.

The *errors* argument will be assigned to an attribute of the same name. Assigning to this attribute makes it possible to switch between different error handling strategies during the lifetime of the `StreamWriter` object.

write(*object*)

Writes the object's contents encoded to the stream.

writelines(*list*)

Writes the concatenated list of strings to the stream (possibly by reusing the `write()` method). The standard bytes-to-bytes codecs do not support this method.

reset()

Flushes and resets the codec buffers used for keeping state.

Calling this method should ensure that the data on the output is put into a clean state that allows appending of new fresh data without having to rescan the whole stream to recover state.

In addition to the above methods, the `StreamWriter` must also inherit all other methods and attributes from the underlying stream.

StreamReader Objects

The `StreamReader` class is a subclass of `Codec` and defines the following methods which every stream reader must define in order to be compatible with the Python codec registry.

class codecs.**StreamReader**(*stream*, *errors='strict'*)

Constructor for a `StreamReader` instance.

All stream readers must provide this constructor interface. They are free to add additional keyword arguments, but only the ones defined here are used by the Python codec registry.

The *stream* argument must be a file-like object open for reading text or binary data, as appropriate for the specific codec.

The `StreamReader` may implement different error handling schemes by providing the *errors* keyword argument. See *Gestionnaires d'erreurs* for the standard error handlers the underlying stream codec may support.

The *errors* argument will be assigned to an attribute of the same name. Assigning to this attribute makes it possible to switch between different error handling strategies during the lifetime of the `StreamReader` object.

The set of allowed values for the *errors* argument can be extended with `register_error()`.

read([*size*[, *chars*[, *firstline*]]])

Decodes data from the stream and returns the resulting object.

The *chars* argument indicates the number of decoded code points or bytes to return. The `read()` method will never return more data than requested, but it might return less, if there is not enough available.

The *size* argument indicates the approximate maximum number of encoded bytes or code points to read for decoding. The decoder can modify this setting as appropriate. The default value -1 indicates to read and decode as much as possible. This parameter is intended to prevent having to decode huge files in one step.

The *firstline* flag indicates that it would be sufficient to only return the first line, if there are decoding errors on later lines.

The method should use a greedy read strategy meaning that it should read as much data as is allowed within the definition of the encoding and the given size, e.g. if optional encoding endings or state markers are available on the stream, these should be read too.

readline([*size*[, *keepends*]])

Read one line from the input stream and return the decoded data.

size, if given, is passed as size argument to the stream's `read()` method.

If *keepends* is false line-endings will be stripped from the lines returned.

readlines([*sizehint*[, *keepends*]])

Read all lines available on the input stream and return them as a list of lines.

Line-endings are implemented using the codec's `decode()` method and are included in the list entries if *keepends* is true.

sizehint, if given, is passed as the *size* argument to the stream's `read()` method.

reset()

Resets the codec buffers used for keeping state.

Note that no stream repositioning should take place. This method is primarily intended to be able to recover from decoding errors.

In addition to the above methods, the `StreamReader` must also inherit all other methods and attributes from the underlying stream.

StreamReaderWriter Objects

The `StreamReaderWriter` is a convenience class that allows wrapping streams which work in both read and write modes.

The design is such that one can use the factory functions returned by the `lookup()` function to construct the instance.

class codecs.**StreamReaderWriter**(*stream*, *Reader*, *Writer*, *errors='strict'*)

Creates a `StreamReaderWriter` instance. *stream* must be a file-like object. *Reader* and *Writer* must be factory functions or classes providing the `StreamReader` and `StreamWriter` interface resp. Error handling is done in the same way as defined for the stream readers and writers.

`StreamReaderWriter` instances define the combined interfaces of `StreamReader` and `StreamWriter` classes. They inherit all other methods and attributes from the underlying stream.

StreamRecoder Objects

The `StreamRecoder` translates data from one encoding to another, which is sometimes useful when dealing with different encoding environments.

The design is such that one can use the factory functions returned by the `lookup()` function to construct the instance.

class codecs.**StreamRecoder**(*stream*, *encode*, *decode*, *Reader*, *Writer*, *errors='strict'*)

Creates a `StreamRecoder` instance which implements a two-way conversion : *encode* and *decode* work on the frontend — the data visible to code calling `read()` and `write()`, while *Reader* and *Writer* work on the backend — the data in *stream*.

You can use these objects to do transparent transcodings, e.g., from Latin-1 to UTF-8 and back.

The *stream* argument must be a file-like object.

The *encode* and *decode* arguments must adhere to the `Codec` interface. *Reader* and *Writer* must be factory functions or classes providing objects of the `StreamReader` and `StreamWriter` interface respectively.

Error handling is done in the same way as defined for the stream readers and writers.

StreamRecoder instances define the combined interfaces of *StreamReader* and *StreamWriter* classes. They inherit all other methods and attributes from the underlying stream.

7.2.2 Encodings and Unicode

Strings are stored internally as sequences of code points in range 0x0--0x10FFFF. (See **PEP 393** for more details about the implementation.) Once a string object is used outside of CPU and memory, endianness and how these arrays are stored as bytes become an issue. As with other codecs, serialising a string into a sequence of bytes is known as *encoding*, and recreating the string from the sequence of bytes is known as *decoding*. There are a variety of different text serialisation codecs, which are collectivity referred to as *text encodings*.

The simplest text encoding (called 'latin-1' or 'iso-8859-1') maps the code points 0--255 to the bytes 0x0--0xff, which means that a string object that contains code points above U+00FF can't be encoded with this codec. Doing so will raise a *UnicodeEncodeError* that looks like the following (although the details of the error message may differ) : UnicodeEncodeError: 'latin-1' codec can't encode character '\u1234' in position 3: ordinal not in range(256).

There's another group of encodings (the so called charmap encodings) that choose a different subset of all Unicode code points and how these code points are mapped to the bytes 0x0--0xff. To see how this is done simply open e.g. encodings/cp1252.py (which is an encoding that is used primarily on Windows). There's a string constant with 256 characters that shows you which character is mapped to which byte value.

All of these encodings can only encode 256 of the 1114112 code points defined in Unicode. A simple and straightforward way that can store each Unicode code point, is to store each code point as four consecutive bytes. There are two possibilities : store the bytes in big endian or in little endian order. These two encodings are called UTF-32-BE and UTF-32-LE respectively. Their disadvantage is that if e.g. you use UTF-32-BE on a little endian machine you will always have to swap bytes on encoding and decoding. UTF-32 avoids this problem : bytes will always be in natural endianness. When these bytes are read by a CPU with a different endianness, then bytes have to be swapped though. To be able to detect the endianness of a UTF-16 or UTF-32 byte sequence, there's the so called BOM ("Byte Order Mark"). This is the Unicode character U+FEFF. This character can be prepended to every UTF-16 or UTF-32 byte sequence. The byte swapped version of this character (0xFFFE) is an illegal character that may not appear in a Unicode text. So when the first character in an UTF-16 or UTF-32 byte sequence appears to be a U+FFFE the bytes have to be swapped on decoding. Unfortunately the character U+FEFF had a second purpose as a ZERO WIDTH NO-BREAK SPACE : a character that has no width and doesn't allow a word to be split. It can e.g. be used to give hints to a ligature algorithm. With Unicode 4.0 using U+FEFF as a ZERO WIDTH NO-BREAK SPACE has been deprecated (with U+2060 (WORD JOINER) assuming this role). Nevertheless Unicode software still must be able to handle U+FEFF in both roles : as a BOM it's a device to determine the storage layout of the encoded bytes, and vanishes once the byte sequence has been decoded into a string ; as a ZERO WIDTH NO-BREAK SPACE it's a normal character that will be decoded like any other.

There's another encoding that is able to encoding the full range of Unicode characters : UTF-8. UTF-8 is an 8-bit encoding, which means there are no issues with byte order in UTF-8. Each byte in a UTF-8 byte sequence consists of two parts : marker bits (the most significant bits) and payload bits. The marker bits are a sequence of zero to four 1 bits followed by a 0 bit. Unicode characters are encoded like this (with x being payload bits, which when concatenated give the Unicode character) :

Range	Encoding
U-00000000 ... U-0000007F	0xxxxxxx
U-00000080 ... U-000007FF	110xxxxx 10xxxxxx
U-00000800 ... U-0000FFFF	1110xxxx 10xxxxxx 10xxxxxx
U-00010000 ... U-0010FFFF	11110xxx 10xxxxxx 10xxxxxx 10xxxxxx

The least significant bit of the Unicode character is the rightmost x bit.

As UTF-8 is an 8-bit encoding no BOM is required and any U+FEFF character in the decoded string (even if it's the first character) is treated as a ZERO WIDTH NO-BREAK SPACE.

Without external information it's impossible to reliably determine which encoding was used for encoding a string. Each charmap encoding can decode any random byte sequence. However that's not possible with UTF-8, as UTF-8 byte sequences have a structure that doesn't allow arbitrary byte sequences. To increase the reliability with which a UTF-8 encoding can be detected, Microsoft invented a variant of UTF-8 (that Python 2.5 calls `"utf-8-sig"`) for its Notepad program : Before any of the Unicode characters is written to the file, a UTF-8 encoded BOM (which looks like this as a byte sequence : `0xef`, `0xbb`, `0xbf`) is written. As it's rather improbable that any charmap encoded file starts with these byte values (which would e.g. map to

LATIN SMALL LETTER I WITH DIAERESIS
RIGHT-POINTING DOUBLE ANGLE QUOTATION MARK
INVERTED QUESTION MARK

in iso-8859-1), this increases the probability that a `utf-8-sig` encoding can be correctly guessed from the byte sequence. So here the BOM is not used to be able to determine the byte order used for generating the byte sequence, but as a signature that helps in guessing the encoding. On encoding the utf-8-sig codec will write `0xef`, `0xbb`, `0xbf` as the first three bytes to the file. On decoding `utf-8-sig` will skip those three bytes if they appear as the first three bytes in the file. In UTF-8, the use of the BOM is discouraged and should generally be avoided.

7.2.3 Standard Encodings

Python comes with a number of codecs built-in, either implemented as C functions or with dictionaries as mapping tables. The following table lists the codecs by name, together with a few common aliases, and the languages for which the encoding is likely used. Neither the list of aliases nor the list of languages is meant to be exhaustive. Notice that spelling alternatives that only differ in case or use a hyphen instead of an underscore are also valid aliases ; therefore, e.g. `'utf-8'` is a valid alias for the `'utf_8'` codec.

CPython implementation detail : Some common encodings can bypass the codecs lookup machinery to improve performance. These optimization opportunities are only recognized by CPython for a limited set of (case insensitive) aliases : utf-8, utf8, latin-1, latin1, iso-8859-1, iso8859-1, mbcs (Windows only), ascii, us-ascii, utf-16, utf16, utf-32, utf32, and the same using underscores instead of dashes. Using alternative aliases for these encodings may result in slower execution.

Modifié dans la version 3.6 : Optimization opportunity recognized for us-ascii.

Many of the character sets support the same languages. They vary in individual characters (e.g. whether the EURO SIGN is supported or not), and in the assignment of characters to code positions. For the European languages in particular, the following variants typically exist :

— an ISO 8859 codeset
— a Microsoft Windows code page, which is typically derived from an 8859 codeset, but replaces control characters with additional graphic characters
— an IBM EBCDIC code page
— an IBM PC code page, which is ASCII compatible

Codec	Aliases	Languages
ascii	*646*, *us-ascii*	Anglais
big5	*big5-tw*, *csbig5*	Chinois Traditionnel
big5hkscs	*big5-hkscs*, *hkscs*	Chinois Traditionnel
cp037	*IBM037*, *IBM039*	Anglais
cp273	*273*, *IBM273*, *csIBM273*	Allemand Nouveau dans la version 3.4.
cp424	*EBCDIC-CP-HE*, *IBM424*	Hébreux
cp437	*437*, *IBM437*	Anglais
cp500	*EBCDIC-CP-BE*, *EBCDIC-CP-CH*, *IBM500*	Europe de l'ouest
cp720		Arabe
cp737		Grec
cp775	*IBM775*	Langues Baltiques
cp850	*850*, *IBM850*	Europe de l'ouest
cp852	*852*, *IBM852*	Europe centrale et Europe de l'Est

Suite sur la page suivante

Tableau 1 – suite de la page précédente

Codec	Aliases	Languages
cp855	*855*, *IBM855*	Bulgare, Biélorusse, Macédonien, Russe, Serbe
cp856		Hébreux
cp857	*857*, *IBM857*	Turc
cp858	*858*, *IBM858*	Europe de l'ouest
cp860	*860*, *IBM860*	Portugais
cp861	*861*, *CP-IS*, *IBM861*	Islandais
cp862	*862*, *IBM862*	Hébreux
cp863	*863*, *IBM863*	Canadien
cp864	*IBM864*	Arabe
cp865	*865*, *IBM865*	Danish, Norwegian
cp866	*866*, *IBM866*	Russe
cp869	*869*, *CP-GR*, *IBM869*	Grec
cp874		Thai
cp875		Grec
cp932	*932*, *ms932*, *mskanji*, *ms-kanji*	Japanese
cp949	*949*, *ms949*, *uhc*	Korean
cp950	*950*, *ms950*	Chinois Traditionnel
cp1006		Urdu
cp1026	*ibm1026*	Turc
cp1125	*1125*, *ibm1125*, *cp866u*, *ruscii*	Ukrainian Nouveau dans la version 3.4.
cp1140	*ibm1140*	Europe de l'ouest
cp1250	*windows-1250*	Europe centrale et Europe de l'Est
cp1251	*windows-1251*	Bulgare, Biélorusse, Macédonien, Russe, Serbe
cp1252	*windows-1252*	Europe de l'ouest
cp1253	*windows-1253*	Grec
cp1254	*windows-1254*	Turc
cp1255	*windows-1255*	Hébreux
cp1256	*windows-1256*	Arabe
cp1257	*windows-1257*	Langues Baltiques
cp1258	*windows-1258*	Vietnamese
cp65001		Windows uniquement : Windows UTF-8 (`CP_UTF8`) Nouveau dans la version 3.3.
euc_jp	*eucjp*, *ujis*, *u-jis*	Japanese
euc_jis_2004	*jisx0213*, *eucjis2004*	Japanese
euc_jisx0213	*eucjisx0213*	Japanese
euc_kr	*euckr*, *korean*, *ksc5601*, *ks_c-5601*, *ks_c-5601-1987*, *ksx1001*, *ks_x-1001*	Korean
gb2312	*chinese*, *csiso58gb231280*, *euc-cn*, *euccn*, *eucgb2312-cn*, *gb2312-1980*, *gb2312-80*, *iso-ir-58*	Simplified Chinese
gbk	*936*, *cp936*, *ms936*	Unified Chinese
gb18030	*gb18030-2000*	Unified Chinese
hz	*hzgb*, *hz-gb*, *hz-gb-2312*	Simplified Chinese
iso2022_jp	*csiso2022jp*, *iso2022jp*, *iso-2022-jp*	Japanese
iso2022_jp_1	*iso2022jp-1*, *iso-2022-jp-1*	Japanese
iso2022_jp_2	*iso2022jp-2*, *iso-2022-jp-2*	Japanese, Korean, Simplified Chinese, Western Europe, Greek
iso2022_jp_2004	*iso2022jp-2004*, *iso-2022-jp-2004*	Japanese

Suite sur la page suivante

Tableau 1 – suite de la page précédente

Codec	Aliases	Languages
iso2022_jp_3	*iso2022jp-3*, *iso-2022-jp-3*	Japanese
iso2022_jp_ext	*iso2022jp-ext*, *iso-2022-jp-ext*	Japanese
iso2022_kr	*csiso2022kr*, *iso2022kr*, *iso-2022-kr*	Korean
latin_1	*iso-8859-1*, *iso8859-1*, *8859*, *cp819*, *latin*, *latin1*, *L1*	Europe de l'ouest
iso8859_2	*iso-8859-2*, *latin2*, *L2*	Europe centrale et Europe de l'Est
iso8859_3	*iso-8859-3*, *latin3*, *L3*	Esperanto, Maltese
iso8859_4	*iso-8859-4*, *latin4*, *L4*	Langues Baltiques
iso8859_5	*iso-8859-5*, *cyrillic*	Bulgare, Biélorusse, Macédonien, Russe, Serbe
iso8859_6	*iso-8859-6*, *arabic*	Arabe
iso8859_7	*iso-8859-7*, *greek*, *greek8*	Grec
iso8859_8	*iso-8859-8*, *hebrew*	Hébreux
iso8859_9	*iso-8859-9*, *latin5*, *L5*	Turc
iso8859_10	*iso-8859-10*, *latin6*, *L6*	Nordic languages
iso8859_11	*iso-8859-11*, *thai*	Thai languages
iso8859_13	*iso-8859-13*, *latin7*, *L7*	Langues Baltiques
iso8859_14	*iso-8859-14*, *latin8*, *L8*	Celtic languages
iso8859_15	*iso-8859-15*, *latin9*, *L9*	Europe de l'ouest
iso8859_16	*iso-8859-16*, *latin10*, *L10*	South-Eastern Europe
johab	*cp1361*, *ms1361*	Korean
koi8_r		Russe
koi8_t		*Tajik* Nouveau dans la version 3.5.
koi8_u		Ukrainian
kz1048	*kz_1048*, *strk1048_2002*, *rk1048*	Kazakh Nouveau dans la version 3.5.
mac_cyrillic	*maccyrillic*	Bulgare, Biélorusse, Macédonien, Russe, Serbe
mac_greek	*macgreek*	Grec
mac_iceland	*maciceland*	Islandais
mac_latin2	*maclatin2*, *maccentraleurope*	Europe centrale et Europe de l'Est
mac_roman	*macroman*, *macintosh*	Europe de l'ouest
mac_turkish	*macturkish*	Turc
ptcp154	*csptcp154*, *pt154*, *cp154*, *cyrillic-asian*	Kazakh
shift_jis	*csshiftjis*, *shiftjis*, *sjis*, *s_jis*	Japanese
shift_jis_2004	*shiftjis2004*, *sjis_2004*, *sjis2004*	Japanese
shift_jisx0213	*shiftjisx0213*, *sjisx0213*, *s_jisx0213*	Japanese
utf_32	*U32*, *utf32*	all languages
utf_32_be	*UTF-32BE*	all languages
utf_32_le	*UTF-32LE*	all languages
utf_16	*U16*, *utf16*	all languages
utf_16_be	*UTF-16BE*	all languages
utf_16_le	*UTF-16LE*	all languages
utf_7	*U7*, *unicode-1-1-utf-7*	all languages
utf_8	*U8*, *UTF*, *utf8*	all languages
utf_8_sig		all languages

Modifié dans la version 3.4 : The utf-16* and utf-32* encoders no longer allow surrogate code points (`U+D800`--`U+DFFF`) to be encoded. The utf-32* decoders no longer decode byte sequences that correspond to surrogate code points.

7.2.4 Python Specific Encodings

A number of predefined codecs are specific to Python, so their codec names have no meaning outside Python. These are listed in the tables below based on the expected input and output types (note that while text encodings are the most common use case for codecs, the underlying codec infrastructure supports arbitrary data transforms rather than just text encodings). For asymmetric codecs, the stated meaning describes the encoding direction.

Text Encodings

The following codecs provide `str` to `bytes` encoding and *bytes-like object* to `str` decoding, similar to the Unicode text encodings.

Codec	Aliases	Signification
idna		Implement **RFC 3490**, see also `encodings.idna`. Only `errors='strict'` is supported.
mbcs	ansi, dbcs	Windows only : Encode the operand according to the ANSI codepage (CP_ACP).
oem		Windows only : Encode the operand according to the OEM codepage (CP_OEMCP). Nouveau dans la version 3.6.
palmos		Encoding of PalmOS 3.5.
punycode		Implement **RFC 3492**. Stateful codecs are not supported.
raw_unicode_escape		Latin-1 encoding with `\uXXXX` and `\UXXXXXXXX` for other code points. Existing backslashes are not escaped in any way. It is used in the Python pickle protocol.
undefined		Raise an exception for all conversions, even empty strings. The error handler is ignored.
unicode_escape		Encoding suitable as the contents of a Unicode literal in ASCII-encoded Python source code, except that quotes are not escaped. Decode from Latin-1 source code. Beware that Python source code actually uses UTF-8 by default.
unicode_internal		Return the internal representation of the operand. Stateful codecs are not supported. Obsolète depuis la version 3.3 : This representation is obsoleted by **PEP 393**.

Binary Transforms

The following codecs provide binary transforms : *bytes-like object* to `bytes` mappings. They are not supported by `bytes.decode()` (which only produces `str` output).

Codec	Aliases	Signification	Encoder / decoder
base64_codec [1]	base64, base_64	Convert the operand to multiline MIME base64 (the result always includes a trailing `'\n'`). Modifié dans la version 3.4 : accepts any *bytes-like object* as input for encoding and decoding	`base64.encodebytes()` / `base64.decodebytes()`
bz2_codec	bz2	Compress the operand using bz2.	`bz2.compress()` / `bz2.decompress()`
hex_codec	hex	Convert the operand to hexadecimal representation, with two digits per byte.	`binascii.b2a_hex()` / `binascii.a2b_hex()`
quopri_codec	quopri, quotedprintable, quoted_printable	Convert the operand to MIME quoted printable.	`quopri.encode()` with `quotetabs=True` / `quopri.decode()`
uu_codec	uu	Convert the operand using uuencode.	`uu.encode()` / `uu.decode()`
zlib_codec	zip, zlib	Compress the operand using gzip.	`zlib.compress()` / `zlib.decompress()`

Nouveau dans la version 3.2 : Restoration of the binary transforms.

Modifié dans la version 3.4 : Restoration of the aliases for the binary transforms.

Text Transforms

The following codec provides a text transform : a `str` to `str` mapping. It is not supported by `str.encode()` (which only produces `bytes` output).

Codec	Aliases	Signification
rot_13	rot13	Return the Caesar-cypher encryption of the operand.

Nouveau dans la version 3.2 : Restoration of the `rot_13` text transform.

Modifié dans la version 3.4 : Restoration of the `rot13` alias.

1. In addition to *bytes-like objects*, `'base64_codec'` also accepts ASCII-only instances of `str` for decoding

7.2.5 encodings.idna --- Internationalized Domain Names in Applications

This module implements **RFC 3490** (Internationalized Domain Names in Applications) and **RFC 3492** (Nameprep : A Stringprep Profile for Internationalized Domain Names (IDN)). It builds upon the `punycode` encoding and *stringprep*.

These RFCs together define a protocol to support non-ASCII characters in domain names. A domain name containing non-ASCII characters (such as `www.Alliancefrançaise.nu`) is converted into an ASCII-compatible encoding (ACE, such as `www.xn--alliancefranaise-npb.nu`). The ACE form of the domain name is then used in all places where arbitrary characters are not allowed by the protocol, such as DNS queries, HTTP *Host* fields, and so on. This conversion is carried out in the application ; if possible invisible to the user : The application should transparently convert Unicode domain labels to IDNA on the wire, and convert back ACE labels to Unicode before presenting them to the user.

Python supports this conversion in several ways : the `idna` codec performs conversion between Unicode and ACE, separating an input string into labels based on the separator characters defined in **section 3.1 of RFC 3490** and converting each label to ACE as required, and conversely separating an input byte string into labels based on the `.` separator and converting any ACE labels found into unicode. Furthermore, the *socket* module transparently converts Unicode host names to ACE, so that applications need not be concerned about converting host names themselves when they pass them to the socket module. On top of that, modules that have host names as function parameters, such as *http.client* and *ftplib*, accept Unicode host names (*http.client* then also transparently sends an IDNA hostname in the *Host* field if it sends that field at all).

When receiving host names from the wire (such as in reverse name lookup), no automatic conversion to Unicode is performed : applications wishing to present such host names to the user should decode them to Unicode.

The module *encodings.idna* also implements the nameprep procedure, which performs certain normalizations on host names, to achieve case-insensitivity of international domain names, and to unify similar characters. The nameprep functions can be used directly if desired.

`encodings.idna.`**`nameprep`**(*label*)
Return the nameprepped version of *label*. The implementation currently assumes query strings, so `AllowUnassigned` is true.

`encodings.idna.`**`ToASCII`**(*label*)
Convert a label to ASCII, as specified in **RFC 3490**. `UseSTD3ASCIIRules` is assumed to be false.

`encodings.idna.`**`ToUnicode`**(*label*)
Convert a label to Unicode, as specified in **RFC 3490**.

7.2.6 encodings.mbcs --- Windows ANSI codepage

This module implements the ANSI codepage (CP_ACP).

Disponibilité : Windows uniquement.

Modifié dans la version 3.3 : Support any error handler.

Modifié dans la version 3.2 : Before 3.2, the *errors* argument was ignored ; `'replace'` was always used to encode, and `'ignore'` to decode.

7.2.7 `encodings.utf_8_sig` --- UTF-8 codec with BOM signature

This module implements a variant of the UTF-8 codec. On encoding, a UTF-8 encoded BOM will be prepended to the UTF-8 encoded bytes. For the stateful encoder this is only done once (on the first write to the byte stream). On decoding, an optional UTF-8 encoded BOM at the start of the data will be skipped.

CHAPITRE 8

Types de données

The modules described in this chapter provide a variety of specialized data types such as dates and times, fixed-type arrays, heap queues, double-ended queues, and enumerations.

Python also provides some built-in data types, in particular, `dict`, `list`, `set` and `frozenset`, and `tuple`. The `str` class is used to hold Unicode strings, and the `bytes` and `bytearray` classes are used to hold binary data.

Les modules suivants sont documentés dans ce chapitre :

8.1 `datetime` — Types de base pour la date et l'heure

Code source : Lib/datetime.py

Le module `datetime` fournit des classes pour manipuler de façon simple ou plus complexe des dates et des heures. Bien que les calculs de date et d'heure sont gérés, l'implémentation est essentiellement tournée vers l'efficacité pour extraire des attributs pour les manipuler et les formater pour l'affichage. Pour d'autres fonctionnalités associées, voir aussi les modules `time` et `calendar`.

Il y a deux sortes d'objets *date* et *time* : les "naïfs" et les "avisés".

Un objet avisé possède suffisamment de connaissance des règles à appliquer et des politiques d'ajustement de l'heure comme les informations sur les fuseaux horaires et l'heure d'été pour se situer de façon relative par rapport à d'autres objets avisés. Un objet avisé est utilisé pour représenté un moment précis de l'histoire qui n'est pas ouvert à l'interprétation [1].

Un objet naïf ne comporte pas assez d'informations pour se situer sans ambiguïté par rapport à d'autres objets *date/time*. Le fait qu'un objet naïf représente un Temps universel coordonné (UTC), une heure locale ou une heure dans un autre fuseau horaire dépend complètement du programme, tout comme un nombre peut représenter une longueur, un poids ou une distance pour le programme. Les objets naïfs sont simples à comprendre et il est aisé de travailler avec, au prix de négliger certains aspects de la réalité.

Pour les applications qui nécessitent des objets avisés, les objets `datetime` et `time` ont un attribut optionnel d'information sur le fuseau horaire, `tzinfo`, qui peut être réglé sur une instance d'une sous-classe de la classe abstraite `tzinfo`. Ces objets `tzinfo` capturent l'information à propos du décalage avec le temps UTC, le nom du fuseau horaire, et si l'heure d'été est effective. Notez qu'une seule classe concrète `tzinfo`, la classe `timezone`, est proposée par le module `datetime`. La classe `timezone` représente des fuseaux horaires simples avec un décalage

1. Si on ignore les effets de la Relativité

fixe par rapport à UTC, comme UTC lui-même ou les fuseaux EST et EDT d'Amérique du Nord. Gérer des fuseaux horaires d'un niveau de détails plus avancé est à la charge de l'application. Les règles d'ajustement du temps à travers le monde sont plus politiques que rationnelles, changent fréquemment, et il n'y a pas de standard qui vaille pour toute application, en dehors d'UTC.

Le module *datetime* exporte les constantes suivantes :

datetime.**MINYEAR**
: Le numéro d'année le plus petit autorisé dans un objet *date* ou *datetime*. *MINYEAR* vaut `1`.

datetime.**MAXYEAR**
: Le numéro d'année le plus grand autorisé dans un objet *date* ou *datetime*. *MAXYEAR* vaut `9999`.

Voir aussi :

Module *calendar* Fonctions génériques associées au calendrier.

Module *time* Accès au données d'horaires et aux conversions associées.

8.1.1 Types disponibles

class datetime.**date**
: Une date naïve idéalisée, en supposant que le calendrier Grégorien actuel a toujours existé et qu'il existera toujours. Attributs : *year*, *month* et *day*.

class datetime.**time**
: Un temps idéalisé, indépendant d'une date particulière, en supposant qu'une journée est composée d'exactement 24*60*60 secondes (il n'y a pas ici de notion de "seconde bissextile"). Attributs : *hour*, *minute*, *second*, *microsecond* et *tzinfo*.

class datetime.**datetime**
: Une combinaison d'une date et d'une heure. Attributs : *year*, *month*, *day*, *hour*, *minute*, *second*, *microsecond*, et *tzinfo*.

class datetime.**timedelta**
: Une durée qui exprime la différence entre deux instances de *date*, *time* ou *datetime* en microsecondes.

class datetime.**tzinfo**
: Une classe de base abstraite pour les objets portants des informations sur les fuseaux horaires. Ceux-ci sont utilisés par les classes *datetime* et *time* pour donner une notion personnalisable d'ajustement d'horaire (par exemple la prise en compte d'un fuseau horaire et/ou de l'heure d'été).

class datetime.**timezone**
: Une classe qui implémente la classe de base abstraite *tzinfo* en tant qu'offset fixe par rapport au temps UTC. Nouveau dans la version 3.2.

Les objets issus de ces types sont immuables.

Les objets de type *date* sont toujours naïfs.

Un objet de type *time* ou *datetime* peut être naïf ou avisé. Un objet *datetime* *d* est avisé si `d.tzinfo` ne vaut pas `None` et que `d.tzinfo.utcoffset(d)` ne renvoie pas `None`. Si `d.tzinfo` vaut `None` ou que `d.tzinfo` ne vaut pas `None` mais que `d.tzinfo.utcoffset(d)` renvoie `None`, alors *d* est naïf. Un objet *time* *t* est avisé si `t.tzinfo` ne vaut pas `None` et que `t.tzinfo.utcoffset(None)` ne renvoie pas `None`. Sinon, *t* est naïf.

La distinction entre naïf et avisé ne s'applique pas aux objets de type *timedelta*.

Relations entre les sous-classes :

```
object
    timedelta
    tzinfo
        timezone
    time
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
    date
        datetime
```

8.1.2 Objets `timedelta`

Un objet *`timedelta`* représente une durée, c'est-à-dire la différence entre deux dates ou heures.

class `datetime.`**`timedelta`**(*days=0*, *seconds=0*, *microseconds=0*, *milliseconds=0*, *minutes=0*, *hours=0*, *weeks=0*)

Tous les paramètres sont optionnels et ont `0` comme valeur par défaut. Les paramètres peuvent être des entiers ou des flottants et ils peuvent être positifs ou négatifs.

Seuls les *jours*, les *secondes* et les *microsecondes* sont stockés en interne. Tous les paramètres sont convertis dans ces unités :

— Une milliseconde est convertie en 1000 microsecondes.
— Une minute est convertie en 60 secondes.
— Une heure est convertie en 3600 secondes.
— Une semaine est convertie en 7 jours.

et ensuite les jours, secondes et microsecondes sont normalisés pour que la représentation soit unique avec

— `0 <= microseconds < 1000000`
— `0 <= secondes < 3600*24` (le nombre de secondes dans une journée)
— `-999999999 <= days <= 999999999`

Si l'un des arguments est un flottant et qu'il y a des microsecondes décimales, les microsecondes décimales laissées par les arguments sont combinées et leur somme est arrondie à la microseconde la plus proche (en arrondissant les demis vers le nombre pair). Si aucun argument n'est flottant, les processus de conversion et de normalisation seront exacts (pas d'informations perdues).

Si la valeur normalisée des jours déborde de l'intervalle indiqué, une *`OverflowError`* est levée.

Notez que la normalisation de valeurs négatives peut être surprenante au premier abord. Par exemple,

```
>>> from datetime import timedelta
>>> d = timedelta(microseconds=-1)
>>> (d.days, d.seconds, d.microseconds)
(-1, 86399, 999999)
```

Les attributs de la classe sont :

`timedelta.`**`min`**
L'objet *`timedelta`* le plus négatif, `timedelta(-999999999)`.

`timedelta.`**`max`**
L'objet *`timedelta`* le plus positif, `timedelta(days=999999999, hours=23, minutes=59, seconds=59, microseconds=999999)`.

`timedelta.`**`resolution`**
La plus petite différence entre des objets *`timedelta`* non égaux, `timedelta(microseconds=1)`.

Il est à noter, du fait de la normalisation, que `timedelta.max` > `-timedelta.min`. `-timedelta.max` n'est pas représentable sous la forme d'un objet *`timedelta`*.

Attributs de l'instance (en lecture seule) :

Attribut	Valeur
`days`	Entre -999999999 et 999999999 inclus
`seconds`	Entre 0 et 86399 inclus
`microseconds`	Entre 0 et 999999 inclus

Opérations gérées :

Opération	Résultat
`t1 = t2 + t3`	Somme de *t2* et *t3*. Ensuite `t1 - t2 == t3` et `t1 - t3 == t2` sont des expressions vraies. (1)
`t1 = t2 - t3`	Différence entre *t2* et *t3*. Ensuite `t1 == t2 - t3` et `t2 == t1 + t3` sont des expressions vraies. (1)(6)
`t1 = t2 * i or t1 = i * t2`	Delta multiplié par un entier. Ensuite *t1* // i == *t2* est vrai, en admettant que `i != 0`.
	De manière générale, *t1* * i == *t1* * (i-1) + *t1* est vrai. (1)
`t1 = t2 * f or t1 = f * t2`	Delta multiplié par un flottant. Le résultat est arrondi au multiple le plus proche de `timedelta.resolution` en utilisant la règle de l'arrondi au pair le plus proche.
`f = t2 / t3`	Division (3) de la durée totale *t2* par l'unité d'intervalle *t3*. Renvoie un objet *float*.
`t1 = t2 / f or t1 = t2 / i`	Delta divisé par un flottant ou un entier. Le résultat est arrondi au multiple le plus proche de `timedelta.resolution` en utilisant la règle de l'arrondi au pair le plus proche.
`t1 = t2 // i` or `t1 = t2 // t3`	Le quotient est calculé et le reste (s'il y en a un) est ignoré. Dans le second cas, un entier est renvoyé. (3)
`t1 = t2 % t3`	Le reste est calculé comme un objet de type *timedelta*. (3)
`q, r = divmod(t1, t2)`	Calcule le quotient et le reste : `q = t1 // t2` (3) et `r = t1 % t2`. q est un entier et r est un objet *timedelta*.
`+t1`	Renvoie un objet *timedelta* avec la même valeur. (2)
`-t1`	équivalent à *timedelta*(*-t1.days*, *-t1.seconds*, *-t1.microseconds*), et à `t1 * -1`. (1)(4)
`abs(t)`	équivalent à `+t` quand `t.days >= 0`, et à `-t` quand `t.days < 0`. (2)
`str(t)`	Renvoie une chaîne de la forme `[D day[s], ][H]H:MM:SS[.UUUUUU]`, où D est négatif pour `t` négatif. (5)
`repr(t)`	Renvoie une chaîne de la forme objet *timedelta* comme un appel construit avec des valeurs d'attributs canoniques.

Notes :

(1) Ceci est exact, mais peut provoquer un débordement.

(2) Ceci est exact, et ne peut pas provoquer un débordement.

(3) Une division par 0 provoque *ZeroDivisionError*.

(4) *-timedelta.max* n'est pas représentable avec un objet *timedelta*.

(5) La représentation en chaîne de caractères des objets *timedelta* est normalisée similairement à leur représentation interne. Cela amène à des résultats inhabituels pour des *timedeltas* négatifs. Par exemple :

```
>>> timedelta(hours=-5)
datetime.timedelta(days=-1, seconds=68400)
>>> print(_)
-1 day, 19:00:00
```

(6) L'expression `t2 - t3` est toujours égale à l'expression `t2 + (-t3)` sauf si *t3* vaut `timedelta.max` ; dans ce cas, la première expression produit une valeur alors que la seconde lève une ``OverflowError.

En plus des opérations listées ci-dessus, les objets *timedelta* implémentent certaines additions et soustractions avec des objets *date* et *datetime* (voir ci-dessous).

Modifié dans la version 3.2 : La division entière et la vraie division d'un objet *timedelta* par un autre *timedelta* sont maintenant gérées, comme le sont les opérations de reste euclidien et la fonction *divmod()*. La vraie division et la multiplication d'un objet *timedelta* par un *float* sont maintenant implémentées.

Les comparaisons entre objets *timedelta* sont maintenant gérées avec le *timedelta* représentant la plus courte durée considéré comme le plus petit. Afin d'empêcher les comparaisons de types mixtes de retomber sur la comparaison par défaut par l'adresse de l'objet, quand un objet *timedelta* est comparé à un objet de type différent, une

TypeError est levée à moins que la comparaison soit == ou !=. Ces derniers cas renvoient respectivement *False* et *True*.

Les objets *timedelta* sont *hashable* (utilisables comme clés de dictionnaires), implémentent le protocole *pickle* et, dans un contexte booléen, un *timedelta* est considéré vrai si et seulement si il n'est pas égal à `timedelta(0)`.

Méthodes de l'instance :

`timedelta.`**`total_seconds`**`()`
: Renvoie le nombre total de secondes contenues dans la durée. Équivalent à `td / timedelta(seconds=1)`. Pour un intervalle dont l'unité n'est pas la seconde, utilisez directement la division (par exemple, `td / timedelta(microseconds=1)`).

  Notez que pour des intervalles de temps très larges (supérieurs à 270 ans sur la plupart des plateformes), cette méthode perdra la précision des microsecondes.

  Nouveau dans la version 3.2.

Exemple d'utilisation :

```
>>> from datetime import timedelta
>>> year = timedelta(days=365)
>>> another_year = timedelta(weeks=40, days=84, hours=23,
...                          minutes=50, seconds=600)  # adds up to 365 days
>>> year.total_seconds()
31536000.0
>>> year == another_year
True
>>> ten_years = 10 * year
>>> ten_years, ten_years.days // 365
(datetime.timedelta(days=3650), 10)
>>> nine_years = ten_years - year
>>> nine_years, nine_years.days // 365
(datetime.timedelta(days=3285), 9)
>>> three_years = nine_years // 3
>>> three_years, three_years.days // 365
(datetime.timedelta(days=1095), 3)
>>> abs(three_years - ten_years) == 2 * three_years + year
True
```

8.1.3 Objets `date`

Un objet *date* représente une date (année, mois et jour) dans un calendrier idéal, l'actuel calendrier grégorien étendu indéfiniment dans les deux directions. Le 1er janvier de l'an 1 est appelé le jour numéro 1, le 2 janvier de l'an 1 est appelé le jour numéro 2, et ainsi de suite. Cela correspond à la définition du calendrier « grégorien proleptique » dans le livre *Calendrical Calculations* de Dershowitz et Reingold, où il est la base de tous les calculs. Référez-vous au livre pour les algorithmes de conversion entre calendriers grégorien proleptique et les autres systèmes.

`class` `datetime.`**`date`**`(`*year*, *month*, *day*`)`
: All arguments are required. Arguments must be integers in the following ranges :
  — `MINYEAR <= year <= MAXYEAR`
  — `1 <= month <= 12`
  — `1 <= day <= nombre de jours dans le mois et l'année donnés`
  Si un argument est donné en dehors de ces intervalles, une `valueError` est levée.

Autres constructeurs, méthodes de classe :

`classmethod` `date.`**`today`**`()`
: Renvoie la date locale courante. Cela est équivalent à `date.fromtimestamp(time.time())`.

`classmethod` `date.`**`fromtimestamp`**`(`*timestamp*`)`
: Renvoie la date locale correspondant à l'horodatage (*timestamp* en anglais) *POSIX*, tel que renvoyé par *time.time()*. Elle peut lever une *OverflowError*, si l'horodatage est en dehors des bornes gérées par la fonction C `localtime()` de la plateforme, et une *OSError* en cas d'échec de `localtime()`. Il est commun d'être

restreint aux années entre 1970 et 2038. Notez que sur les systèmes non *POSIX* qui incluent les secondes de décalage dans leur notion d'horodatage, ces secondes sont ignorées par `fromtimestamp()`.

Modifié dans la version 3.3 : Lève une `OverflowError` plutôt qu'une `ValueError` si l'horodatage (*timestamp* en anglais) est en dehors des bornes gérées par la fonction C `localtime()` de la plateforme. Lève une `OSError` plutôt qu'une `ValueError` en cas d'échec de `localtime()`.

classmethod `date.`**fromordinal**(*ordinal*)

Renvoie la date correspondant à l'ordinal grégorien proleptique, où le 1er janvier de l'an 1 a l'ordinal 1. `ValueError` est levée à moins que `1 <= ordinal <= date.max.toordinal()`. Pour toute date *d*, `date.fromordinal(d.toordinal()) == d`.

classmethod `date.`**fromisoformat**(*date_string*)

Renvoie une `date` correspondant à *date_string* dans le format émis par `date.isoformat()`. Spécifiquement, cette fonction gère des chaînes dans le(s) format(s) `YYYY-MM-DD`.

> **Prudence :** Ceci n'implémente pas l'analyse de chaînes ISO 8601 arbitraires, ceci est seulement destiné à réaliser l'opération inverse de `date.isoformat()`.

Nouveau dans la version 3.7.

Attributs de la classe :

`date.`**min**

La plus vieille date représentable, `date(MINYEAR, 1, 1)`.

`date.`**max**

La dernière date représentable, `date(MAXYEAR, 12, 31)`.

`date.`**resolution**

La plus petite différence possible entre deux objets dates non-égaux, `timedelta(days=1)`.

Attributs de l'instance (en lecture seule) :

`date.`**year**

Entre `MINYEAR` et `MAXYEAR` inclus.

`date.`**month**

Entre 1 et 12 inclus.

`date.`**day**

Entre 1 et le nombre de jours du mois donné de l'année donnée.

Opérations gérées :

Opération	Résultat
`date2 = date1 + timedelta`	*date2* est décalée de `timedelta.days` jours par rapport à *date1*. (1)
`date2 = date1 - timedelta`	Calcule *date2* de façon à avoir `date2 + timedelta == date1`. (2)
`timedelta = date1 - date2`	(3)
`date1 < date2`	*date1* est considérée comme inférieure à *date2* quand *date1* précède *date2* dans le temps. (4)

Notes :

(1) *date2* est déplacée en avant dans le temps si `timedelta.days > 0`, ou en arrière si `timedelta.days < 0`. Après quoi `date2 - date1 == timedelta.days`. `timedelta.seconds` et `timedelta.microseconds` sont ignorés. Une `OverflowError` est levée si `date2.year` devait être inférieure à `MINYEAR` ou supérieure à `MAXYEAR`.

(2) `timedelta.seconds` et `timedelta.microseconds` sont ignorés.

(3) Cela est exact, et ne peut pas dépasser les bornes. `timedelta.seconds` et `timedelta.microseconds` valent `0`, et `date2 + timedelta == date1` après cela.

(4) En d'autres termes, `date1 < date2` si et seulement si `date1.toordinal() < date2.toordinal()`. La comparaison de dates lève une *TypeError* si l'autre opérande n'est pas un objet *date*. Cependant, `NotImplemented` est renvoyé à la place si l'autre opérande a un attribut `timetuple()`. Cela permet à d'autres types d'objets dates d'avoir une chance d'implémenter une comparaison entre types différents. Sinon, quand un objet *date* est comparé à un objet d'un type différent, une *TypeError* est levée à moins que la comparaison soit == ou !=. Ces derniers cas renvoient respectivement *False* et *True*.

Les dates peuvent être utilisées en tant que clés de dictionnaires. Dans un contexte booléen, tous les objets *date* sont considérés comme vrais.

Méthodes de l'instance :

`date.`**`replace`**(*year=self.year*, *month=self.month*, *day=self.day*)
Renvoie une date avec la même valeur, excepté pour les valeurs spécifiées par arguments nommés. Par exemple, si `d == date(2002, 12, 31)`, alors `d.replace(day=26) == date(2002, 12, 26)`.

`date.`**`timetuple`**()
Renvoie une *time.struct_time* telle que renvoyée par *time.localtime()*. Les heures, minutes et secondes valent 0, et le *flag DST* (heure d'été) est −1. `d.timetuple()` est équivalent à `time.struct_time((d.year, d.month, d.day, 0, 0, 0, d.weekday(), yday, -1))`, où `yday = d.toordinal() - date(d.year, 1, 1).toordinal() + 1` est le numéro du jour dans l'année courante, commençant avec `1` pour le 1er janvier.

`date.`**`toordinal`**()
Renvoie l'ordinal grégorien proleptique de la date, où le 1er janvier de l'an 1 a l'ordinal 1. Pour tout objet *date* *d*, `date.fromordinal(d.toordinal()) == d`.

`date.`**`weekday`**()
Renvoie le jour de la semaine sous forme de nombre, où lundi vaut 0 et dimanche vaut 6. Par exemple, `date(2002, 12, 4).weekday() == 2`, un mercredi. Voir aussi *isoweekday()*.

`date.`**`isoweekday`**()
Renvoie le jour de la semaine sous forme de nombre, où lundi vaut 1 et dimanche vaut 7. Par exemple, `date(2002, 12, 4).isoweekday() == 3`, un mercredi. Voir aussi *weekday()*, *isocalendar()*.

`date.`**`isocalendar`**()
Renvoie un *tuple* de 3 éléments, (année ISO, numéro de semaine ISO, jour de la semaine ISO).

Le calendrier ISO est une variante largement utilisée du calendrier grégorien. Voir https://www.staff.science.uu.nl/~gent0113/calendar/isocalendar.htm pour une bonne explication.

Une année ISO est composée de 52 ou 53 semaines pleines, où chaque semaine débute un lundi et se termine un dimanche. La première semaine d'une année ISO est la première semaine calendaire (grégorienne) de l'année comportant un jeudi. Elle est appelée la semaine numéro 1, et l'année ISO de ce mercredi est la même que son année grégorienne.

Par exemple, l'année 2004 débute un jeudi, donc la première semaine de l'année ISO 2004 débute le lundi 29 décembre 2003 et se termine le dimanche 4 janvier 2004, ainsi `date(2003, 12, 29).isocalendar() == (2004, 1, 1)` et `date(2004, 1, 4).isocalendar() == (2004, 1, 7)`.

`date.`**`isoformat`**()
Renvoie une chaîne de caractères représentant la date au format ISO 8601, "YYYY-MM-DD". Par exemple, `date(2002, 12, 4).isoformat() == '2002-12-04'`.

`date.`**`__str__`**()
Pour une date *d*, `str(d)` est équivalent à `d.isoformat()`.

`date.`**`ctime`**()
Renvoie une chaîne de caractères représentant la date, par exemple `date(2002, 12, 4).ctime() == 'Wed Dec 4 00:00:00 2002'`. `d.ctime()` est équivalent à `time.ctime(time.mktime(d.timetuple()))` sur les plateformes où la fonction C native `ctime()` (que *time.ctime()* invoque, mais pas *date.ctime()*) est conforme au standard C.

`date.`**`strftime`**(*format*)
Renvoie une chaîne de caractères représentant la date, contrôlée par une chaîne de formatage explicite. Les

codes de formatage se référant aux heures, minutes ou secondes auront pour valeur 0. Pour une liste complète des directives de formatage, voir *Comportement de strftime() et strptime()*.

`date.__format__`(*format*)
Identique à `date.strftime()`. Cela permet de spécifier une chaîne de formatage pour un objet `date` dans une chaîne de formatage littérale et à l'utilisation de `str.format()`. Pour une liste complète des directives de formatage, voir *Comportement de strftime() et strptime()*.

Exemple de décompte des jours avant un évènement :

```
>>> import time
>>> from datetime import date
>>> today = date.today()
>>> today
datetime.date(2007, 12, 5)
>>> today == date.fromtimestamp(time.time())
True
>>> my_birthday = date(today.year, 6, 24)
>>> if my_birthday < today:
...     my_birthday = my_birthday.replace(year=today.year + 1)
>>> my_birthday
datetime.date(2008, 6, 24)
>>> time_to_birthday = abs(my_birthday - today)
>>> time_to_birthday.days
202
```

Exemple d'utilisation de la classe `date` :

```
>>> from datetime import date
>>> d = date.fromordinal(730920) # 730920th day after 1. 1. 0001
>>> d
datetime.date(2002, 3, 11)
>>> t = d.timetuple()
>>> for i in t:
...     print(i)
2002                # year
3                   # month
11                  # day
0
0
0
0                   # weekday (0 = Monday)
70                  # 70th day in the year
-1
>>> ic = d.isocalendar()
>>> for i in ic:
...     print(i)
2002                # ISO year
11                  # ISO week number
1                   # ISO day number ( 1 = Monday )
>>> d.isoformat()
'2002-03-11'
>>> d.strftime("%d/%m/%y")
'11/03/02'
>>> d.strftime("%A %d. %B %Y")
'Monday 11. March 2002'
>>> 'The {1} is {0:%d}, the {2} is {0:%B}.'.format(d, "day", "month")
'The day is 11, the month is March.'
```

8.1.4 Objets datetime

Un objet *datetime* est un objet comportant toutes les informations d'un objet *date* et d'un objet *time*. Comme un objet *date*, un objet *datetime* utilise l'actuel calendrier Grégorien étendu vers le passé et le futur ; comme un objet time, un objet *datetime* suppose qu'il y a exactement 3600*24 secondes chaque jour.

Constructeur :

class datetime.**datetime**(*year*, *month*, *day*, *hour=0*, *minute=0*, *second=0*, *microsecond=0*, *tzinfo=None*, *, *fold=0*)

The year, month and day arguments are required. *tzinfo* may be None, or an instance of a *tzinfo* subclass. The remaining arguments must be integers in the following ranges :

— MINYEAR <= year <= MAXYEAR,
— 1 <= month <= 12,
— 1 <= day <= nombre de jours dans le mois donné de l'année donnée,
— 0 <= hour < 24,
— 0 <= minute < 60,
— 0 <= second < 60,
— 0 <= microsecond < 1000000,
— fold in [0, 1].

Si un argument est donné en dehors de ces intervalles, une valueError est levée.

Nouveau dans la version 3.6 : Ajout de l'argument fold.

Autres constructeurs, méthodes de classe :

classmethod datetime.**today**()

Renvoie le *datetime* local courant, avec *tzinfo* à None. Cela est équivalent à datetime.fromtimestamp(time.time()). Voir aussi *now()*, *fromtimestamp()*.

classmethod datetime.**now**(*tz=None*)

Renvoie la date et l'heure courantes locales. Si l'argument optionnel *tz* est None ou n'est pas spécifié, la méthode est similaire à *today()*, mais, si possible, apporte plus de précisions que ce qui peut être trouvé à travers un horodatage *time.time()* (par exemple, cela peut être possible sur des plateformes fournissant la fonction C gettimeofday()).

Si *tz* n'est pas None, il doit être une instance d'une sous-classe *tzinfo*, et la date et l'heure courantes sont converties vers le fuseau horaire *tz*. Dans ce cas le résultat est équivalent à tz.fromutc(datetime.utcnow().replace(tzinfo=tz)). Voir aussi *today()*, *utcnow()*.

classmethod datetime.**utcnow**()

Renvoie la date et l'heure UTC courantes, avec *tzinfo* à None. C'est semblable à *now()*, mais renvoie la date et l'heure UTC courantes, comme un objet *datetime* naïf. Un *datetime* UTC courant avisé peut être obtenu en appelant datetime.now(timezone.utc). Voir aussi *now()*.

classmethod datetime.**fromtimestamp**(*timestamp*, *tz=None*)

Renvoie la date et l'heure locales correspondant à l'horodatage (*timestamp* en anglais) *POSIX*, comme renvoyé par *time.time()*. Si l'argument optionnel *tz* est None ou n'est pas spécifié, l'horodatage est converti vers la date et l'heure locales de la plateforme, et l'objet *datetime* renvoyé est naïf.

Si *tz* n'est pas None, il doit être une instance d'une sous-classe *tzinfo*, et l'horodatage (*timestamp* en anglais) est converti vers le fuseau horaire *tz*. Dans ce cas le résultat est équivalent à tz.fromutc(datetime.utcfromtimestamp(timestamp).replace(tzinfo=tz)).

fromtimestamp() peut lever une *OverflowError*, si l'horodatage est en dehors de l'intervalle de valeurs gérées par les fonctions C localtime() ou gmtime() de la plateforme, et une *OSError* en cas d'échec de localtime() ou gmtime(). Il est courant d'être restreint aux années de 1970 à 2038. Notez que sur les systèmes non *POSIX* qui incluent les secondes intercalaires dans leur notion d'horodatage, les secondes intercalaires sont ignorées par *fromtimestamp()*, et il est alors possible d'avoir deux horodatages différant d'une seconde produisant un objet *datetime* identique. Voir aussi *utcfromtimestamp()*.

Modifié dans la version 3.3 : Lève une *OverflowError* plutôt qu'une *ValueError* si l'horodatage est en dehors de l'intervalle de valeurs gérées par les fonctions C localtime() ou gmtime() de la plateforme. Lève une *OSError* plutôt qu'une *ValueError* en cas d'échec de localtime() ou gmtime().

Modifié dans la version 3.6 : *fromtimestamp()* peut renvoyer des instances avec l'attribut *fold* à 1.

classmethod datetime.**utcfromtimestamp**(*timestamp*)

Renvoie le *datetime* UTC correspondant à l'horodatage (*timestamp* en anglais) *POSIX*, avec *tzinfo* à None. Cela peut lever une *OverflowError*, si l'horodatage est en dehors de l'intervalle de valeurs gérées par la fonction C gmtime() de la plateforme, et une *OSError* en cas d'échec de gmtime(). Il est courant d'être restreint aux années de 1970 à 2038.

Pour obtenir un objet *datetime* avisé, appelez *fromtimestamp()* :

```
datetime.fromtimestamp(timestamp, timezone.utc)
```

Sur les plateformes respectant *POSIX*, cela est équivalent à l'expression suivante :

```
datetime(1970, 1, 1, tzinfo=timezone.utc) + timedelta(seconds=timestamp)
```

excepté que la dernière formule gère l'intervalle complet des années entre *MINYEAR* et *MAXYEAR* incluses.

Modifié dans la version 3.3 : Lève une *OverflowError* plutôt qu'une *ValueError* si l'horodatage est en dehors de l'intervalle de valeurs gérées par la fonction C gmtime() de la plateforme. Lève une *OSError* plutôt qu'une *ValueError* en cas d'échec de gmtime().

classmethod datetime.**fromordinal**(*ordinal*)

Renvoie le *datetime* correspondant à l'ordinal du calendrier grégorien proleptique, où le 1er janvier de l'an 1 a l'ordinal 1. Une *ValueError* est levée à moins que 1 <= ordinal <= datetime.max.toordinal(). Les heures, minutes, secondes et microsecondes du résultat valent toutes 0, et *tzinfo* est None.

classmethod datetime.**combine**(*date*, *time*, *tzinfo=self.tzinfo*)

Renvoie un nouvel objet *datetime* dont les composants de date sont égaux à ceux de l'objet *date* donné, et donc les composants de temps sont égaux à ceux de l'objet *time* donné. Si l'argument *tzinfo* est fourni, sa valeur est utilisée pour initialiser l'attribut *tzinfo* du résultat, autrement l'attribut *tzinfo* de l'argument *time* est utilisé.

Pour tout objet *datetime* *d*", *"d == datetime.combine(d.date(), d.time(), d.tzinfo)"*. *Si *date* est un objet *datetime*, ses composants de temps et attributs *tzinfo* sont ignorés.

Modifié dans la version 3.6 : Ajout de l'argument *tzinfo*.

classmethod datetime.**fromisoformat**(*date_string*)

Renvoie une *datetime* correspondant à *date_string* dans un des formats émis par *date.isoformat()* et *datetime.isoformat()*. Plus spécifiquement, cette fonction supporte des chaînes dans les format(s) YYYY-MM-DD[*HH[:MM[:SS[.mmm[mmm]]]][+HH:MM[:SS[.ffffff]]]], où * peut égaler n'importe quel caractère.

> **Prudence :** This does not support parsing arbitrary ISO 8601 strings - it is only intended as the inverse operation of *datetime.isoformat()*. A more full-featured ISO 8601 parser, dateutil.parser.isoparse is available in the third-party package dateutil.

Nouveau dans la version 3.7.

classmethod datetime.**strptime**(*date_string*, *format*)

Renvoie un *datetime* correspondant à la chaîne *date_string*, analysée conformément à *format*. Cela est équivalent à datetime(*(time.strptime(date_string, format)[0:6])). Une *ValueError* est levée si *date_string* et *format* ne peuvent être analysée par *time.strptime()* ou si elle renvoie une valeur qui n'est pas un *tuple-temps*. Pour une liste complète des directives de formatage, voir *Comportement de strftime() et strptime()*.

Attributs de la classe :

datetime.**min**

Le plus ancien *datetime* représentable, datetime(MINYEAR, 1, 1, tzinfo=None).

datetime.**max**

Le dernier *datetime* représentable, datetime(MAXYEAR, 12, 31, 23, 59, 59, 999999, tzinfo=None).

datetime.**resolution**
La plus petite différence possible entre deux objets *datetime* non-égaux, `timedelta(microseconds=1)`.

Attributs de l'instance (en lecture seule) :

datetime.**year**
Entre *MINYEAR* et *MAXYEAR* inclus.

datetime.**month**
Entre 1 et 12 inclus.

datetime.**day**
Entre 1 et le nombre de jours du mois donné de l'année donnée.

datetime.**hour**
Dans `range(24)`.

datetime.**minute**
Dans `range(60)`.

datetime.**second**
Dans `range(60)`.

datetime.**microsecond**
Dans `range(1000000)`.

datetime.**tzinfo**
L'objet passé en tant que paramètre *tzinfo* du constructeur de la classe *datetime* ou `None` si aucun n'a été donné.

datetime.**fold**
`0` ou `1`. Utilisé pour désambiguïser les heures dans un intervalle répété. (Un intervalle répété apparaît quand l'horloge est retardée à la fin de l'heure d'été ou quand le décalage UTC du fuseau courant et décrémenté pour des raisons politiques.) La valeur 0 (1) représente le plus ancien (récent) des deux moments représentés par la même heure.
Nouveau dans la version 3.6.

Opérations gérées :

Opération	Résultat
`datetime2 = datetime1 + timedelta`	(1)
`datetime2 = datetime1 - timedelta`	(2)
`timedelta = datetime1 - datetime2`	(3)
`datetime1 < datetime2`	Compare *datetime* à *datetime*. (4)

(1) *datetime2* est décalé d'une durée *timedelta* par rapport à *datetime1*, en avant dans le temps si `timedelta.days > 0`, ou en arrière si `timedelta.days < 0`. Le résultat a le même attribut *tzinfo* que le *datetime* d'entrée, et *datetime2 - datetime1 == timedelta* après l'opération. Une *OverflowError* est levée si *datetime2.year* devait être inférieure à *MINYEAR* ou supérieure à *MAXYEAR*. Notez qu'aucun ajustement de fuseau horaire n'est réalisé même si l'entrée est avisée.

(2) Calcule *datetime2* tel que `datetime2 + timedelta == datetime1`. Comme pour l'addition, le résultat a le même attribut *tzinfo* que le *datetime* d'entrée, et aucun ajustement de fuseau horaire n'est réalisé même si l'entrée est avisée.

(3) La soustraction d'un *datetime* à un autre *datetime* n'est définie que si les deux opérandes sont naïfs, ou s'ils sont les deux avisés. Si l'un est avisé et que l'autre est naïf, une *TypeError* est levée.
Si les deux sont naïfs, ou que les deux sont avisés et ont le même attribut *tzinfo*, les attributs *tzinfo* sont ignorés, et le résultat est un objet *timedelta* *t* tel que `datetime2 + t == datetime1`. Aucun ajustement de fuseau horaire n'a lieu dans ce cas.
Si les deux sont avisés mais ont des attributs *tzinfo* différents, `a-b` agit comme si *a* et *b* étaient premièrement convertis vers des *datetimes* UTC naïfs. Le résultat est `(a.replace(tzinfo=None) - a.utcoffset()) - (b.replace(tzinfo=None) - b.utcoffset())` à l'exception que l'implémentation ne produit jamais de débordement.

(4) *datetime1* est considéré inférieur à *datetime2* quand il le précède dans le temps.

Si un opérande est naïf et l'autre avisé, une `TypeError` est levée si une comparaison d'ordre est attendue. Pour les comparaisons d'égalité, les instances naïves ne sont jamais égales aux instances avisées.

Si les deux opérandes sont avisés, et ont le même attribut `tzinfo`, l'attribut commun `tzinfo` est ignoré et les *datetimes* de base sont comparés. Si les deux opérandes sont avisés et ont des attributs `tzinfo` différents, les opérandes sont premièrement ajustés en soustrayant leurs décalages UTC (obtenus depuis `self.utcoffset()`).

Modifié dans la version 3.3 : Les comparaisons d'égalité entre des instances `datetime` naïves et avisées ne lèvent pas de `TypeError`.

Note : Afin d'empêcher la comparaison de retomber sur le schéma par défaut de comparaison des adresses des objets, la comparaison *datetime* lève normalement une `TypeError` si l'autre opérande n'est pas aussi un objet `datetime`. Cependant, `NotImplemented` est renvoyé à la place si l'autre opérande a un attribut `timetuple()`. Cela permet à d'autres types d'objets dates d'implémenter la comparaison entre types mixtes. Sinon, quand un objet `datetime` est comparé à un objet d'un type différent, une `TypeError` est levée à moins que la comparaison soit == ou !=. Ces derniers cas renvoient respectivement `False` et `True`.

Les objets `datetime` peuvent être utilisés comme clés de dictionnaires. Dans les contextes booléens, tous les objets `datetime` sont considérés vrais.

Méthodes de l'instance :

`datetime.`**`date`**`()`
Renvoie un objet `date` avec les mêmes année, mois et jour.

`datetime.`**`time`**`()`
Renvoie un objet `time` avec les mêmes heure, minute, seconde, microseconde et *fold*. `tzinfo` est `None`. Voir aussi la méthode `timetz()`.

Modifié dans la version 3.6 : La valeur *fold* est copiée vers l'objet `time` renvoyé.

`datetime.`**`timetz`**`()`
Renvoie un objet `time` avec les mêmes attributs heure, minute, seconde, microseconde, *fold* et *tzinfo*. Voir aussi la méthode `time()`.

Modifié dans la version 3.6 : La valeur *fold* est copiée vers l'objet `time` renvoyé.

`datetime.`**`replace`**`(`*year=self.year*, *month=self.month*, *day=self.day*, *hour=self.hour*, *minute=self.minute*, *second=self.second*, *microsecond=self.microsecond*, *tzinfo=self.tzinfo*, * *fold=0*`)`
Renvoie un *datetime* avec les mêmes attributs, exceptés ceux dont de nouvelles valeurs sont données par les arguments nommés correspondant. Notez que `tzinfo=None` peut être spécifié pour créer un *datetime* naïf depuis un *datetime* avisé sans conversion de la date ou de l'heure.

Nouveau dans la version 3.6 : Ajout de l'argument `fold`.

`datetime.`**`astimezone`**`(`*tz=None*`)`
Renvoie un objet `datetime` avec un nouvel attribut `tzinfo` valant *tz*, ajustant la date et l'heure pour que le résultat soit le même temps UTC que *self*, mais dans le temps local au fuseau *tz*.

Si fourni, *tz* doit être une instance d'une sous-classe `tzinfo`, et ses méthodes `utcoffset()` et `dst()` ne doivent pas renvoyer `None`. Si *self* est naïf, Python considère que le temps est exprimé dans le fuseau horaire du système.

Si appelé sans arguments (ou si `tz=None`) le fuseau horaire local du système est utilisé comme fuseau horaire cible. L'attribut `.tzinfo` de l'instance *datetime* convertie aura pour valeur une instance de `timezone` avec le nom de fuseau et le décalage obtenus depuis l'OS.

Si `self.tzinfo` est *tz*, `self.astimezone(tz)` est égal à *self* : aucun ajustement de date ou d'heure n'est réalisé. Sinon le résultat est le temps local dans le fuseau *tz* représentant le même temps UTC que *self* : après `astz = dt.astimezone(tz)`, `astz - astz.utcoffset()` aura les mêmes données de date et d'heure que `dt - dt.utcoffset()`.

Si vous voulez seulement associer un fuseau horaire *tz* à un *datetime dt* sans ajustement des données de date et d'heure, utilisez `dt.replace(tzinfo=tz)`. Si vous voulez seulement supprimer le fuseau horaire d'un *datetime dt* avisé sans conversion des données de date et d'heure, utilisez `dt.replace(tzinfo=None)`.

Notez que la méthode par défaut *tzinfo.fromutc()* peut être redéfinie dans une sous-classe *tzinfo* pour affecter le résultat renvoyé par *astimezone()*. En ignorant les cas d'erreurs, *astimezone()* se comporte comme :

```
def astimezone(self, tz):
    if self.tzinfo is tz:
        return self
    # Convert self to UTC, and attach the new time zone object.
    utc = (self - self.utcoffset()).replace(tzinfo=tz)
    # Convert from UTC to tz's local time.
    return tz.fromutc(utc)
```

Modifié dans la version 3.3 : *tz* peut maintenant être omis.

Modifié dans la version 3.6 : La méthode *astimezone()* peut maintenant être appelée sur des instances naïves qui sont supposées représenter un temps local au système.

datetime.**utcoffset**()

Si *tzinfo* est `None`, renvoie `None`, sinon renvoie `self.tzinfo.utcoffset(self)`, et lève une exception si l'expression précédente ne renvoie pas `None` ou un objet *timedelta* d'une magnitude inférieure à un jour.

Modifié dans la version 3.7 : Le décalage UTC peut aussi être autre chose qu'un ensemble de minutes.

datetime.**dst**()

Si *tzinfo* est `None`, renvoie `None`, sinon renvoie `self.tzinfo.dst(self)`, et lève une exception si l'expression précédente ne renvoie pas `None` ou un objet *timedelta* d'une magnitude inférieure à un jour.

Modifié dans la version 3.7 : Le décalage DST n'est pas restreint à des minutes entières.

datetime.**tzname**()

Si *tzinfo* est `None`, renvoie `None`, sinon renvoie `self.tzinfo.tzname(self)`, lève une exception si l'expression précédente ne renvoie pas `None` ou une chaîne de caractères,

datetime.**timetuple**()

Renvoie un *time.struct_time* comme renvoyé par *time.localtime()*. `d.timetuple()` est équivalent à `time.struct_time((d.year, d.month, d.day, d.hour, d.minute, d.second, d.weekday(), yday, dst))`, où `yday = d.toordinal() - date(d.year, 1, 1).toordinal() + 1` est le numéro de jour dans l'année courante commençant avec `1` pour le 1er janvier. L'option `tm_isdist` du résultat est attribuée selon la méthode *dst()* : si *tzinfo* est `None` ou que *dst()* renvoie `None`, `tm_isdst` est mise à `-1` ; sinon, si *dst()* renvoie une valeur non-nulle, `tm_isdst` est mise à `1` ; sinon `tm_isdst` est mise à `0`.

datetime.**utctimetuple**()

Si l'instance de *datetime* *d* est naïve, cela est équivalent à `d.timetuple()`, excepté que `tm_isdst` est forcé à 0 sans tenir compte de ce que renvoie `d.dst()`. L'heure d'été n'est jamais effective pour un temps UTC.

Si *d* est avisé, il est normalisé vers un temps UTC, en lui soustrayant `d.utcoffset()`, et un *time.struct_time* est renvoyé pour le temps normalisé. `tm_isdst` est forcé à 0. Notez qu'une *OverflowError* peut être levée si *d.year* vaut `MINYEAR``ou ``MAXYEAR` et que l'ajustement UTC fait dépasser les bornes.

datetime.**toordinal**()

Renvoie l'ordinal du calendrier géorgien proleptique de cette date. Identique à `self.date().toordinal()`.

datetime.**timestamp**()

Renvoie l'horodatage (*timestamp* en anglais) *POSIX* correspondant à l'instance *datetime*. La valeur renvoyée est un *float* similaire à ceux renvoyés par *time.time()*.

Les instances naïves de *datetime* sont supposées représenter un temps local et cette méthode se base sur la fonction C `mktime()` de la plateforme pour opérer la conversion. Comme *datetime* gère un intervalle de valeurs plus large que `mktime()` sur beaucoup de plateformes, cette méthode peut lever une *OverflowError* pour les temps trop éloignés dans le passé ou le futur.

Pour les instances *datetime* avisées, la valeur renvoyée est calculée comme suit :

```
(dt - datetime(1970, 1, 1, tzinfo=timezone.utc)).total_seconds()
```

Nouveau dans la version 3.3.

Modifié dans la version 3.6 : La méthode *timestamp()* utilise l'attribut *fold* pour désambiguïser le temps dans un intervalle répété.

Note : Il n'y a pas de méthode pour obtenir l'horodatage (*timestamp* en anglais) *POSIX* directement depuis une instance *datetime* naïve représentant un temps UTC. Si votre application utilise cette convention et que le fuseau horaire de votre système est UTC, vous pouvez obtenir l'horodatage *POSIX* en fournissant `tzinfo=timezone.utc` :

```
timestamp = dt.replace(tzinfo=timezone.utc).timestamp()
```

ou en calculant l'horodatage (*timestamp* en anglais) directement :

```
timestamp = (dt - datetime(1970, 1, 1)) / timedelta(seconds=1)
```

`datetime.`**`weekday`**`()`

Renvoie le jour de la semaine sous forme de nombre, où lundi vaut 0 et dimanche vaut 6. Identique à `self.date().weekday()`. Voir aussi *isoweekday()*.

`datetime.`**`isoweekday`**`()`

Renvoie le jour de la semaine sous forme de nombre, où lundi vaut 1 et dimanche vaut 7. Identique à `self.date().isoweekday()`. Voir aussi *weekday()*, *isocalendar()*.

`datetime.`**`isocalendar`**`()`

Renvoie un *tuple* de 3 éléments, (année ISO, numéro de semaine ISO, jour de la semaine ISO). Identique à `self.date().isocalendar()`.

`datetime.`**`isoformat`**`(`*sep='T'*, *timespec='auto'*`)`

Renvoie une chaîne représentant la date et l'heure au format ISO 8601, *YYYY-MM-DDTHH :MM :SS.ffffff* ou, si *microsecond* vaut 0, *YYYY-MM-DDTHH :MM :SS*

Si *utcoffset()* ne renvoie pas `None`, une chaîne est ajoutée, donnant le décalage UTC : *YYYY-MM-DDTHH :MM :SS.ffffff+HH :MM[:SS[.ffffff]]* ou, si *microsecond* vaut 0, *YYYY-MM-DDTHH :MM :SS+HH :MM[:SS[.ffffff]]*.

L'argument optionnel *sep* (valant par défaut `'T'`) est un séparateur d'un caractère, placé entre les portions du résultat correspondant à la date et à l'heure. Par exemple,

```
>>> from datetime import tzinfo, timedelta, datetime
>>> class TZ(tzinfo):
...     def utcoffset(self, dt): return timedelta(minutes=-399)
...
>>> datetime(2002, 12, 25, tzinfo=TZ()).isoformat(' ')
'2002-12-25 00:00:00-06:39'
```

L'argument optionnel *timespec* spécifie le nombre de composants additionnels de temps à inclure (par défaut `'auto'`). Il peut valoir l'une des valeurs suivantes :

— `'auto'` : Identique à `'seconds'` si *microsecond* vaut 0, à `'microseconds'` sinon.
— `'hours'` : Inclut *hour* au format à deux chiffres HH.
— `'minutes'` : Inclut *hour* et *minute* au format HH :MM.
— `'seconds'` : Inclut *hour*, *minute* et *second* au format `HH:MM:SS`.
— `'milliseconds'` : Inclut le temps complet, mais tronque la partie fractionnaire des millisecondes, au format `HH:MM:SS.sss`.
— `'microseconds'` : Inclut le temps complet, au format `HH:MM:SS.ffffff`.

Note : Les composants de temps exclus sont tronqués et non arrondis.

Une *ValueError* sera levée en cas d'argument *timespec* invalide.

```
>>> from datetime import datetime
>>> datetime.now().isoformat(timespec='minutes')
'2002-12-25T00:00'
>>> dt = datetime(2015, 1, 1, 12, 30, 59, 0)
>>> dt.isoformat(timespec='microseconds')
'2015-01-01T12:30:59.000000'
```

Nouveau dans la version 3.6 : Ajout de l'argument *timespec*.

`datetime.__str__()`
Pour une instance *d* de *datetime*, `str(d)` est équivalent à `d.isoformat(' ')`.

`datetime.ctime()`
Renvoie une chaîne représentant la date et l'heure, par exemple `datetime(2002, 12, 4, 20, 30, 40).ctime() == 'Wed Dec 4 20:30:40 2002'`. `d.ctime()` est équivalent à `time.ctime(time.mktime(d.timetuple()))` sur les plateformes où la fonction C native `ctime()` (invoquée par *time.ctime()* mais pas par *datetime.ctime()*) est conforme au standard C.

`datetime.strftime`(*format*)
Renvoie une chaîne représentant la date et l'heure, contrôlée par une chaîne de format explicite. Pour une liste complète des directives de formatage, voir *Comportement de strftime() et strptime()*.

`datetime.__format__`(*format*)
Identique à *datetime.strftime()*. Cela permet de spécifier une chaîne de format pour un objet *datetime* dans une chaîne de formatage littérale et en utilisant *str.format()*. Pour une liste complète des directives de formatage, voir *Comportement de strftime() et strptime()*.

Exemples d'utilisation des objets *datetime* :

```
>>> from datetime import datetime, date, time
>>> # Using datetime.combine()
>>> d = date(2005, 7, 14)
>>> t = time(12, 30)
>>> datetime.combine(d, t)
datetime.datetime(2005, 7, 14, 12, 30)
>>> # Using datetime.now() or datetime.utcnow()
>>> datetime.now()
datetime.datetime(2007, 12, 6, 16, 29, 43, 79043)   # GMT +1
>>> datetime.utcnow()
datetime.datetime(2007, 12, 6, 15, 29, 43, 79060)
>>> # Using datetime.strptime()
>>> dt = datetime.strptime("21/11/06 16:30", "%d/%m/%y %H:%M")
>>> dt
datetime.datetime(2006, 11, 21, 16, 30)
>>> # Using datetime.timetuple() to get tuple of all attributes
>>> tt = dt.timetuple()
>>> for it in tt:
...     print(it)
...
2006    # year
11      # month
21      # day
16      # hour
30      # minute
0       # second
1       # weekday (0 = Monday)
325     # number of days since 1st January
-1      # dst - method tzinfo.dst() returned None
>>> # Date in ISO format
>>> ic = dt.isocalendar()
>>> for it in ic:
...     print(it)
...
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
2006    # ISO year
47      # ISO week
2       # ISO weekday
>>> # Formatting datetime
>>> dt.strftime("%A, %d. %B %Y %I:%M%p")
'Tuesday, 21. November 2006 04:30PM'
>>> 'The {1} is {0:%d}, the {2} is {0:%B}, the {3} is {0:%I:%M%p}.'.format(dt, "day
↪", "month", "time")
'The day is 21, the month is November, the time is 04:30PM.'
```

Utilisation de *datetime* avec *tzinfo* :

```
>>> from datetime import timedelta, datetime, tzinfo, timezone
>>> class KabulTz(tzinfo):
...     # Kabul used +4 until 1945, when they moved to +4:30
...     UTC_MOVE_DATE = datetime(1944, 12, 31, 20, tzinfo=timezone.utc)
...     def utcoffset(self, dt):
...         if dt.year < 1945:
...             return timedelta(hours=4)
...         elif (1945, 1, 1, 0, 0) <= dt.timetuple()[:5] < (1945, 1, 1, 0, 30):
...             # If dt falls in the imaginary range, use fold to decide how
...             # to resolve. See PEP495
...             return timedelta(hours=4, minutes=(30 if dt.fold else 0))
...         else:
...             return timedelta(hours=4, minutes=30)
...
...     def fromutc(self, dt):
...         # A custom implementation is required for fromutc as
...         # the input to this function is a datetime with utc values
...         # but with a tzinfo set to self
...         # See datetime.astimezone or fromtimestamp
...
...         # Follow same validations as in datetime.tzinfo
...         if not isinstance(dt, datetime):
...             raise TypeError("fromutc() requires a datetime argument")
...         if dt.tzinfo is not self:
...             raise ValueError("dt.tzinfo is not self")
...
...         if dt.replace(tzinfo=timezone.utc) >= self.UTC_MOVE_DATE:
...             return dt + timedelta(hours=4, minutes=30)
...         else:
...             return dt + timedelta(hours=4)
...
...     def dst(self, dt):
...         return timedelta(0)
...
...     def tzname(self, dt):
...         if dt >= self.UTC_MOVE_DATE:
...             return "+04:30"
...         else:
...             return "+04"
...
...     def __repr__(self):
...         return f"{self.__class__.__name__}()"
...
>>> tz1 = KabulTz()
>>> # Datetime before the change
>>> dt1 = datetime(1900, 11, 21, 16, 30, tzinfo=tz1)
>>> print(dt1.utcoffset())
4:00:00
>>> # Datetime after the change
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
>>> dt2 = datetime(2006, 6, 14, 13, 0, tzinfo=tz1)
>>> print(dt2.utcoffset())
4:30:00
>>> # Convert datetime to another time zone
>>> dt3 = dt2.astimezone(timezone.utc)
>>> dt3
datetime.datetime(2006, 6, 14, 8, 30, tzinfo=datetime.timezone.utc)
>>> dt2
datetime.datetime(2006, 6, 14, 13, 0, tzinfo=KabulTz())
>>> dt2.utctimetuple() == dt3.utctimetuple()
True
```

8.1.5 Objets `time`

Un objet *time* représente une heure (locale) du jour, indépendante de tout jour particulier, et sujette à des ajustements par un objet *tzinfo*.

class datetime.**time**(*hour=0*, *minute=0*, *second=0*, *microsecond=0*, *tzinfo=None*, *, *fold=0*)

All arguments are optional. *tzinfo* may be None, or an instance of a *tzinfo* subclass. The remaining arguments must be integers in the following ranges :

— 0 <= hour < 24,

— 0 <= minute < 60,

— 0 <= second < 60,

— 0 <= microsecond < 1000000,

— fold in [0, 1].

Si un argument est fourni en dehors de ces bornes, une *ValueError* est levée. Ils valent tous 0 par défaut, à l'exception de *tzinfo* qui vaut *None*.

Attributs de la classe :

time.**min**

Le plus petit objet *time* représentable, time(0, 0, 0, 0).

time.**max**

Le plus grand objet *time* représentable, time(23, 59, 59, 999999).

time.**resolution**

La plus petite différence possible entre deux objets *time* non-égaux, timedelta(microseconds=1), notez cependant que les objets *time* n'implémentent pas d'opérations arithmétiques.

Attributs de l'instance (en lecture seule) :

time.**hour**

Dans range(24).

time.**minute**

Dans range(60).

time.**second**

Dans range(60).

time.**microsecond**

Dans range(1000000).

time.**tzinfo**

L'objet passé comme argument *tzinfo* au constructeur de *time*, ou None si aucune valeur n'a été passée.

time.**fold**

0 ou 1. Utilisé pour désambiguïser les heures dans un intervalle répété. (Un intervalle répété apparaît quand l'horloge est retardée à la fin de l'heure d'été ou quand le décalage UTC du fuseau courant et décrémenté pour des raisons politiques.) La valeur 0 (1) représente le plus ancien (récent) des deux moments représentés par la même heure.

Nouveau dans la version 3.6.

Opérations gérées :

— comparaison d'un *time* avec un autre *time*, où *a* est considéré inférieur à *b* s'il le précède dans le temps. Si un opérande est naïf et l'autre avisé, et qu'une relation d'ordre est attendue, une *TypeError* est levée. Pour les égalités, les instances naïves ne sont jamais égales aux instances avisées.
Si les deux opérandes sont avisés, et ont le même attribut *tzinfo*, l'attribut commun *tzinfo* est ignoré et les temps de base sont comparés. Si les deux opérandes sont avisés et ont des attributs *tzinfo* différents, ils sont d'abord ajustés en leur soustrayant leurs décalages UTC (obtenus à l'aide de `self.utcoffset()`).
Afin d'empêcher les comparaisons de types mixtes de retomber sur la comparaison par défaut par l'adresse de l'objet, quand un objet *time* est comparé à un objet de type différent, une *TypeError* est levée à moins que la comparaison soit == ou !=. Ces derniers cas renvoient respectivement *False* et *True*.
Modifié dans la version 3.3 : Les comparaisons d'égalité entre instances de *time* naïves et avisées ne lèvent pas de *TypeError*.

— hachage, utilisation comme clef de dictionnaire

— sérialisation (*pickling*) efficace

Dans un contexte booléen, un objet *time* est toujours considéré comme vrai.

Modifié dans la version 3.5 : Avant Python 3.5, un objet *time* était considéré comme faux s'il représentait minuit en UTC. Ce comportement était considéré comme obscur et propice aux erreurs, il a été supprimé en Python 3.5. Voir bpo-13936 pour les détails complets.

Autre constructeur :

classmethod time.**fromisoformat**(*time_string*)

Renvoie une *time* correspondant à *time_string* dans l'un des formats émis par *time.isoformat()*. Plus spécifiquement, cette fonction est compatible avec des chaînes dans le(s) format(s) `HH[:MM[:SS[.fff[fff]]]][+HH:MM[:SS[.ffffff]]]`.

> **Prudence :** Ceci ne gère pas l'analyse arbitraire de chaînes ISO 8601, ceci est seulement destiné à l'opération inverse de *time.isoformat()*.

Nouveau dans la version 3.7.

Méthodes de l'instance :

time.**replace**(*hour=self.hour*, *minute=self.minute*, *second=self.second*, *microsecond=self.microsecond*, *tzinfo=self.tzinfo*, * *fold=0*)

Renvoie un objet *time* avec la même valeur, à l'exception des attributs dont une nouvelle valeur est spécifiée par les arguments nommés. Notez que `tzinfo=None` peut être spécifié pour créer une instance *time* naïve à partir d'une instance *time* avisée, sans conversion des données de temps.

Nouveau dans la version 3.6 : Ajout de l'argument `fold`.

time.**isoformat**(*timespec='auto'*)

Renvoie une chaîne représentant l'heure au format ISO 8601, `HH:MM:SS.ffffff` ou, si *microsecond* vaut 0, `HH:MM:SS` Si *utcoffset()* ne renvoie pas `None`, une chaîne est ajoutée, donnant le décalage UTC : `HH:MM:SS.ffffff+HH:MM[:SS[.ffffff]]` ou, si `self.microsecond` vaut 0, `HH:MM:SS+HH:MM[:SS[.ffffff]]`.

L'argument optionnel *timespec* spécifie le nombre de composants additionnels de temps à inclure (par défaut `'auto'`). Il peut valoir l'une des valeurs suivantes :

— `'auto'` : Identique à `'seconds'` si *microsecond* vaut 0, à `'microseconds'` sinon.

— `'hours'` : Inclut *hour* au format à deux chiffres HH.

— `'minutes'` : Inclut *hour* et *minute* au format HH :MM.

— `'seconds'` : Inclut *hour*, *minute* et *second* au format `HH:MM:SS`.

— `'milliseconds'` : Inclut le temps complet, mais tronque la partie fractionnaire des millisecondes, au format `HH:MM:SS.sss`.

— `'microseconds'` : Inclut le temps complet, au format `HH:MM:SS.ffffff`.

> **Note :** Les composants de temps exclus sont tronqués et non arrondis.

Une *ValueError* sera levée en cas d'argument *timespec* invalide.

```
>>> from datetime import time
>>> time(hour=12, minute=34, second=56, microsecond=123456).isoformat(timespec=
↪'minutes')
'12:34'
>>> dt = time(hour=12, minute=34, second=56, microsecond=0)
>>> dt.isoformat(timespec='microseconds')
'12:34:56.000000'
>>> dt.isoformat(timespec='auto')
'12:34:56'
```

Nouveau dans la version 3.6 : Ajout de l'argument *timespec*.

`time.__str__()`
Pour un temps *t*, `str(t)` est équivalent à `t.isoformat()`.

`time.strftime(format)`
Renvoie une chaîne de caractères représentant la date, contrôlée par une chaîne de formatage explicite. Pour une liste complète des directives de formatage, voir *Comportement de strftime() et strptime()*.

`time.__format__(format)`
Identique à `time.strftime()`. Cela permet de spécifier une chaîne de formatage pour un objet `time` dans une chaîne de formatage littérale et à l'utilisation de `str.format()`. Pour une liste complète des directives de formatage, voir *Comportement de strftime() et strptime()*.

`time.utcoffset()`
Si `tzinfo` est `None`, renvoie `None`, sinon renvoie `self.tzinfo.utcoffset(None)`, et lève une exception si l'expression précédente ne renvoie pas `None` ou un objet `timedelta` d'une magnitude inférieure à un jour.

Modifié dans la version 3.7 : Le décalage UTC peut aussi être autre chose qu'un ensemble de minutes.

`time.dst()`
Si `tzinfo` est `None`, renvoie `None`, sinon renvoie `self.tzinfo.dst(None)`, et lève une exception si l'expression précédente ne renvoie pas `None` ou un objet `timedelta` d'une magnitude inférieure à un jour.

Modifié dans la version 3.7 : Le décalage DST n'est pas restreint à des minutes entières.

`time.tzname()`
Si `tzinfo` est `None`, renvoie `None`, sinon renvoie `self.tzinfo.tzname(None)`, et lève une exception si l'expression précédente ne renvoie pas `None` ou une chaîne de caractères.

Exemple :

```
>>> from datetime import time, tzinfo, timedelta
>>> class TZ1(tzinfo):
...     def utcoffset(self, dt):
...         return timedelta(hours=1)
...     def dst(self, dt):
...         return timedelta(0)
...     def tzname(self,dt):
...         return "+01:00"
...     def  __repr__(self):
...         return f"{self.__class__.__name__}()"
...
>>> t = time(12, 10, 30, tzinfo=TZ1())
>>> t
datetime.time(12, 10, 30, tzinfo=TZ1())
>>> t.isoformat()
'12:10:30+01:00'
>>> t.dst()
datetime.timedelta(0)
>>> t.tzname()
'+01:00'
>>> t.strftime("%H:%M:%S %Z")
'12:10:30 +01:00'
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
>>> 'The {} is {:%H:%M}.'.format("time", t)
'The time is 12:10.'
```

8.1.6 Objets `tzinfo`

class datetime.**tzinfo**

Cette classe est une classe abstraite, signifiant qu'elle ne doit pas être instanciée directement. Vous devez en dériver une sous-classe concrète, et (au minimum) fournir des implémentations aux méthodes standard *tzinfo* requises par les méthodes de *datetime* que vous utilisez. Le module *datetime* fournit une simple sous-classe concrète de *tzinfo*, *timezone*, qui peut peut représenter des fuseaux horaires avec des décalages fixes par rapport à UTC, tels qu'UTC lui-même ou les nord-américains EST et EDT.

Une instance (d'une sous-classe concrète) de *tzinfo* peut être passée aux constructeurs des objets *datetime* et *time*. Les objets en question voient leurs attributs comme étant en temps local, et l'objet *tzinfo* contient des méthodes pour obtenir le décalage du temps local par rapport à UTC, le nom du fuseau horaire, le décalage d'heure d'été, tous relatifs à un objet de date ou d'heure qui leur est passé.

Prérequis spécifique au *picklng* : Une sous-classe *tzinfo* doit avoir une méthode `__init__()` qui peut être appelée sans arguments, sans quoi un objet sérialisé ne pourrait pas toujours être désérialisé. C'est un prérequis technique qui pourrait être assoupli dans le futur.

Une sous-classe concrète de *tzinfo* peut devoir implémenter les méthodes suivantes. Les méthodes réellement nécessaires dépendent de l'utilisation qui est faite des objets *datetime* avisés. Dans le doute, implémentez-les toutes.

tzinfo.**utcoffset**(*dt*)

Renvoie le décalage entre le temps local et UTC, comme un objet *timedelta* qui est positif à l'est d'UTC. Si le temps local se situe à l'ouest d'UTC, le décalage doit être négatif. Notez que cela est prévu pour être le décalage total par rapport à UTC ; par exemple, si un objet *tzinfo* représente à la fois un fuseau horaire et son ajustement à l'heure d'été, *utcoffset()* devrait renvoyer leur somme. Si le décalage UTC n'est pas connu, renvoie `None`. Sinon, la valeur renvoyée doit être un objet *timedelta* compris strictement entre `-timedelta(hours=24)` et `timedelta(hours=24)` (la magnitude du décalage doit être inférieure à un jour). La plupart des implémentations de *utcoffset()* ressembleront probablement à l'une des deux suivantes :

```
return CONSTANT                 # fixed-offset class
return CONSTANT + self.dst(dt)  # daylight-aware class
```

Si *utcoffset()* ne renvoie pas `None`, *dst()* ne doit pas non plus renvoyer `None`.

L'implémentation par défaut de *utcoffset()* lève une *NotImplementedError*.

Modifié dans la version 3.7 : Le décalage UTC peut aussi être autre chose qu'un ensemble de minutes.

tzinfo.**dst**(*dt*)

Renvoie l'ajustement d'heure d'été (DST, *daylight saving time*), comme un objet *timedelta* ou `None` si l'information n'est pas connue. Renvoie `timedelta(0)` si l'heure d'été n'est pas effective. Si elle est effective, renvoie un décalage sous forme d'un objet *timedelta* (voir *utcoffset()* pour les détails). Notez que ce décalage, si applicable, est déjà compris dans le décalage UTC renvoyé par *utcoffset()*, il n'est donc pas nécessaire de faire appel à *dst()* à moins que vous ne souhaitiez obtenir les informations séparément. Par exemple, *datetime.timetuple()* appelle la méthode *dst()* de son attribut *tzinfo* pour déterminer si l'option `tm_isdst` doit être activée, et *tzinfo.fromutc()* fait appel à *dst()* pour tenir compte des heures d'été quand elle traverse des fuseaux horaires.

Une instance *tz* d'une sous-classe *tzinfo* convenant à la fois pour une heure standard et une heure d'été doit être cohérente :

`tz.utcoffset(dt) - tz.dst(dt)`

doit renvoyer le même résultat pour tout objet *datetime* *dt* avec `dt.tzinfo == tz` Pour les sous-classes saines de *tzinfo*, cette expression calcule le « décalage standard » du fuseau horaire, qui ne doit pas dépendre de la date ou de l'heure, mais seulement de la position géographique. L'implémentation de *datetime.astimezone()* se base là-dessus, mais ne peut pas détecter les violations ; il est de la responsabilité du programmeur de l'assurer. Si une sous-classe *tzinfo* ne le garantit pas, il doit être possible de redéfinir

l'implémentation par défaut de *tzinfo.fromutc()* pour tout de même fonctionner correctement avec `astimezone()`.

La plupart des implémentations de *dst()* ressembleront probablement à l'une des deux suivantes :

```
def dst(self, dt):
    # a fixed-offset class:  doesn't account for DST
    return timedelta(0)
```

ou :

```
def dst(self, dt):
    # Code to set dston and dstoff to the time zone's DST
    # transition times based on the input dt.year, and expressed
    # in standard local time.  Then

    if dston <= dt.replace(tzinfo=None) < dstoff:
        return timedelta(hours=1)
    else:
        return timedelta(0)
```

L'implémentation par défaut de *dst()* lève une *NotImplementedError*.

Modifié dans la version 3.7 : Le décalage DST n'est pas restreint à des minutes entières.

`tzinfo.`**`tzname`**`(`*dt*`)`

Renvoie le nom du fuseau horaire correspondant à l'objet *datetime* *dt*, sous forme d'une chaîne de caractères. rien n'est défini sur les noms par le module *datetime*, et il n'est pas nécessaire que ces noms signifient quelque chose en particulier. Par exemple, « *GMT* », « *UTC* », « *-500* », « *-5 :00* », « *EDT* », « *US/Eastern* » et « *America/New York* » sont toutes des valeurs de retour valides. Renvoie `None` si un nom est inconnu. Notez qu'il s'agit d'une méthode et non d'une chaîne fixée en amont, parce que les sous-classes de *tzinfo* peuvent souhaiter renvoyer des noms différents en fonction de valeurs de *dt* spécifiques, en particulier si la classe *tzinfo* tient compte de l'heure d'été.

L'implémentation par défaut de *tzname()* lève une *NotImplementedError*.

Ces méthodes sont appelées par les objets *datetime* et *time*, en réponse à leurs méthodes aux mêmes noms. Un objet *datetime* se passe lui-même en tant qu'argument, et un objet *time* passe `None`. Les méthodes des sous-classes *tzinfo* doivent alors être prêtes à recevoir un argument `None` pour *dt*, ou une instance de *datetime*.

Quand `None` est passé, il est de la responsabilité du *designer* de la classe de choisir la meilleure réponse. Par exemple, renvoyer `None` est approprié si la classe souhaite signaler que les objets de temps ne participent pas au protocole *tzinfo*. Il peut être plus utile pour `utcoffset(None)` de renvoyer le décalage UTC standard, comme il n'existe aucune autre convention pour obtenir ce décalage.

Quand un objet *datetime* est passé en réponse à une méthode de *datetime*, `dt.tzinfo` est le même objet que *self*. Les méthodes de *tzinfo* peuvent se baser là-dessus, à moins que le code utilisateur appelle directement des méthodes de *tzinfo*. L'intention est que les méthodes de *tzinfo* interprètent *dt* comme étant le temps local, et n'aient pas à se soucier des objets dans d'autres fuseaux horaires.

Il y a une dernière méthode de *tzinfo* que les sous-classes peuvent vouloir redéfinir :

`tzinfo.`**`fromutc`**`(`*dt*`)`

Elle est appelée par l'implémentation par défaut de *datetime.astimezone()*. Quand appelée depuis cette méthode, `dt.tzinfo` est *self*, et les données de date et d'heure de *dt* sont vues comme exprimant un temps UTC. Le rôle de *fromutc()* est d'ajuster les données de date et d'heure, renvoyant un objet *datetime* équivalent à *self*, dans le temps local.

La plupart des sous-classes *tzinfo* doivent être en mesure d'hériter sans problème de l'implémentation par défaut de *fromutc()*. Elle est suffisamment robuste pour gérer les fuseaux horaires à décalage fixe, et les fuseaux représentant à la fois des heures standards et d'été, et ce même si le décalage de l'heure d'été est différent suivant les années. Un exemple de fuseau horaire qui ne serait pas géré correctement dans tous les cas par l'implémentation par défaut de *fromutc()* en est un où le décalage standard (par rapport à UTC) dépend de valeurs spécifiques de date et d'heure passées, ce qui peut arriver pour des raisons politiques. Les implémentations par défaut de `astimezone()` et *fromutc()* peuvent ne pas produire les résultats attendus si le résultat est l'une des heures affectées par le changement d'heure.

En omettant le code des cas d'erreurs, l'implémentation par défaut de *fromutc()* se comporte comme suit :

```
def fromutc(self, dt):
    # raise ValueError error if dt.tzinfo is not self
    dtoff = dt.utcoffset()
    dtdst = dt.dst()
    # raise ValueError if dtoff is None or dtdst is None
    delta = dtoff - dtdst  # this is self's standard offset
    if delta:
        dt += delta   # convert to standard local time
        dtdst = dt.dst()
        # raise ValueError if dtdst is None
    if dtdst:
        return dt + dtdst
    else:
        return dt
```

Dans le fichier `tzinfo_examples.py` il y a des exemples de *tzinfo* classes :

```
from datetime import tzinfo, timedelta, datetime

ZERO = timedelta(0)
HOUR = timedelta(hours=1)
SECOND = timedelta(seconds=1)

# A class capturing the platform's idea of local time.
# (May result in wrong values on historical times in
#  timezones where UTC offset and/or the DST rules had
#  changed in the past.)
import time as _time

STDOFFSET = timedelta(seconds = -_time.timezone)
if _time.daylight:
    DSTOFFSET = timedelta(seconds = -_time.altzone)
else:
    DSTOFFSET = STDOFFSET

DSTDIFF = DSTOFFSET - STDOFFSET

class LocalTimezone(tzinfo):

    def fromutc(self, dt):
        assert dt.tzinfo is self
        stamp = (dt - datetime(1970, 1, 1, tzinfo=self)) // SECOND
        args = _time.localtime(stamp)[:6]
        dst_diff = DSTDIFF // SECOND
        # Detect fold
        fold = (args == _time.localtime(stamp - dst_diff))
        return datetime(*args, microsecond=dt.microsecond,
                        tzinfo=self, fold=fold)

    def utcoffset(self, dt):
        if self._isdst(dt):
            return DSTOFFSET
        else:
            return STDOFFSET

    def dst(self, dt):
        if self._isdst(dt):
            return DSTDIFF
        else:
            return ZERO

    def tzname(self, dt):
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
        return _time.tzname[self._isdst(dt)]

    def _isdst(self, dt):
        tt = (dt.year, dt.month, dt.day,
              dt.hour, dt.minute, dt.second,
              dt.weekday(), 0, 0)
        stamp = _time.mktime(tt)
        tt = _time.localtime(stamp)
        return tt.tm_isdst > 0

Local = LocalTimezone()


# A complete implementation of current DST rules for major US time zones.

def first_sunday_on_or_after(dt):
    days_to_go = 6 - dt.weekday()
    if days_to_go:
        dt += timedelta(days_to_go)
    return dt


# US DST Rules
#
# This is a simplified (i.e., wrong for a few cases) set of rules for US
# DST start and end times. For a complete and up-to-date set of DST rules
# and timezone definitions, visit the Olson Database (or try pytz):
# http://www.twinsun.com/tz/tz-link.htm
# http://sourceforge.net/projects/pytz/ (might not be up-to-date)
#
# In the US, since 2007, DST starts at 2am (standard time) on the second
# Sunday in March, which is the first Sunday on or after Mar 8.
DSTSTART_2007 = datetime(1, 3, 8, 2)
# and ends at 2am (DST time) on the first Sunday of Nov.
DSTEND_2007 = datetime(1, 11, 1, 2)
# From 1987 to 2006, DST used to start at 2am (standard time) on the first
# Sunday in April and to end at 2am (DST time) on the last
# Sunday of October, which is the first Sunday on or after Oct 25.
DSTSTART_1987_2006 = datetime(1, 4, 1, 2)
DSTEND_1987_2006 = datetime(1, 10, 25, 2)
# From 1967 to 1986, DST used to start at 2am (standard time) on the last
# Sunday in April (the one on or after April 24) and to end at 2am (DST time)
# on the last Sunday of October, which is the first Sunday
# on or after Oct 25.
DSTSTART_1967_1986 = datetime(1, 4, 24, 2)
DSTEND_1967_1986 = DSTEND_1987_2006

def us_dst_range(year):
    # Find start and end times for US DST. For years before 1967, return
    # start = end for no DST.
    if 2006 < year:
        dststart, dstend = DSTSTART_2007, DSTEND_2007
    elif 1986 < year < 2007:
        dststart, dstend = DSTSTART_1987_2006, DSTEND_1987_2006
    elif 1966 < year < 1987:
        dststart, dstend = DSTSTART_1967_1986, DSTEND_1967_1986
    else:
        return (datetime(year, 1, 1), ) * 2

    start = first_sunday_on_or_after(dststart.replace(year=year))
    end = first_sunday_on_or_after(dstend.replace(year=year))
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
    return start, end


class USTimeZone(tzinfo):

    def __init__(self, hours, reprname, stdname, dstname):
        self.stdoffset = timedelta(hours=hours)
        self.reprname = reprname
        self.stdname = stdname
        self.dstname = dstname

    def __repr__(self):
        return self.reprname

    def tzname(self, dt):
        if self.dst(dt):
            return self.dstname
        else:
            return self.stdname

    def utcoffset(self, dt):
        return self.stdoffset + self.dst(dt)

    def dst(self, dt):
        if dt is None or dt.tzinfo is None:
            # An exception may be sensible here, in one or both cases.
            # It depends on how you want to treat them.  The default
            # fromutc() implementation (called by the default astimezone()
            # implementation) passes a datetime with dt.tzinfo is self.
            return ZERO
        assert dt.tzinfo is self
        start, end = us_dst_range(dt.year)
        # Can't compare naive to aware objects, so strip the timezone from
        # dt first.
        dt = dt.replace(tzinfo=None)
        if start + HOUR <= dt < end - HOUR:
            # DST is in effect.
            return HOUR
        if end - HOUR <= dt < end:
            # Fold (an ambiguous hour): use dt.fold to disambiguate.
            return ZERO if dt.fold else HOUR
        if start <= dt < start + HOUR:
            # Gap (a non-existent hour): reverse the fold rule.
            return HOUR if dt.fold else ZERO
        # DST is off.
        return ZERO

    def fromutc(self, dt):
        assert dt.tzinfo is self
        start, end = us_dst_range(dt.year)
        start = start.replace(tzinfo=self)
        end = end.replace(tzinfo=self)
        std_time = dt + self.stdoffset
        dst_time = std_time + HOUR
        if end <= dst_time < end + HOUR:
            # Repeated hour
            return std_time.replace(fold=1)
        if std_time < start or dst_time >= end:
            # Standard time
            return std_time
        if start <= std_time < end - HOUR:
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
            # Daylight saving time
            return dst_time


Eastern  = USTimeZone(-5, "Eastern",  "EST", "EDT")
Central  = USTimeZone(-6, "Central",  "CST", "CDT")
Mountain = USTimeZone(-7, "Mountain", "MST", "MDT")
Pacific  = USTimeZone(-8, "Pacific",  "PST", "PDT")
```

Notez que, deux fois par an, on rencontre des subtilités inévitables dans les sous-classes de *tzinfo* représentant à la fois des heures standard et d'été, au passage de l'une à l'autre. Concrètement, considérez le fuseau de l'est des États-Unis (UTC -0500), où EDT (heure d'été) débute à la minute qui suit 1 :59 (EST) le second dimanche de mars, et se termine à la minute qui suit 1 :59 (EDT) le premier dimanche de novembre :

```
  UTC    3:MM  4:MM  5:MM  6:MM  7:MM  8:MM
  EST   22:MM 23:MM  0:MM  1:MM  2:MM  3:MM
  EDT   23:MM  0:MM  1:MM  2:MM  3:MM  4:MM

start   22:MM 23:MM  0:MM  1:MM  3:MM  4:MM

  end   23:MM  0:MM  1:MM  1:MM  2:MM  3:MM
```

Quand l'heure d'été débute (la ligne « *start* »), l'horloge locale passe de 1 :59 à 3 :00. Une heure de la forme 2 :MM n'a pas vraiment de sens ce jour là, donc `astimezone(Eastern)` ne délivrera pas de résultat avec `hour == 2` pour le jour où débute l'heure d'été. Par exemple, lors de la transition du printemps 2016, nous obtenons

```
>>> from datetime import datetime, timezone
>>> from tzinfo_examples import HOUR, Eastern
>>> u0 = datetime(2016, 3, 13, 5, tzinfo=timezone.utc)
>>> for i in range(4):
...     u = u0 + i*HOUR
...     t = u.astimezone(Eastern)
...     print(u.time(), 'UTC =', t.time(), t.tzname())
...
05:00:00 UTC = 00:00:00 EST
06:00:00 UTC = 01:00:00 EST
07:00:00 UTC = 03:00:00 EDT
08:00:00 UTC = 04:00:00 EDT
```

Quand l'heure d'été se termine (la ligne « *end* »), il y a potentiellement un problème pire que cela : il y a une heure qui ne peut pas être exprimée sans ambiguïté en temps local : la dernière heure de l'heure d'été. Dans l'est des États-Unis, l'heure d'été se termine sur les heures de la forme 5 :MM UTC. L'horloge locale passe de 1 :59 (heure d'été) à 1 :00 (heure standard) à nouveau. Les heures locales de la forme 1 :MM sont ambiguës. `astimezone()` imite le comportement des horloges locales en associant deux heures UTC adjacentes à la même heure locale. Dans notre exemple, les temps UTC de la forme 5 :MM et 6 :MM sont tous deux associés à 1 :MM quand convertis vers ce fuseau, mais les heures les plus anciennes ont l'attribut *fold* à 0 et les plus récentes l'ont à 1. Par exemple, lors de la transition de l'automne 2016, nous obtenons

```
>>> u0 = datetime(2016, 11, 6, 4, tzinfo=timezone.utc)
>>> for i in range(4):
...     u = u0 + i*HOUR
...     t = u.astimezone(Eastern)
...     print(u.time(), 'UTC =', t.time(), t.tzname(), t.fold)
...
04:00:00 UTC = 00:00:00 EDT 0
05:00:00 UTC = 01:00:00 EDT 0
06:00:00 UTC = 01:00:00 EST 1
07:00:00 UTC = 02:00:00 EST 0
```

Notez que deux instances *datetime* qui ne diffèrent que par la valeur de leur attribut *fold* sont considérées égales dans les comparaisons.

Les applications qui ne peuvent pas gérer ces ambiguïtés doivent vérifier explicitement la valeur de l'attribut *fold* ou éviter d'utiliser des sous-classes *tzinfo* hybrides ; il n'y a aucune ambiguïté lors de l'utilisation de la classe *timezone*, ou toute autre sous-classe de *tzinfo* à décalage fixe (comme une classe représentant uniquement le fuseau EST (de décalage fixe *-5h*) ou uniquement EDT (*-4h*)).

Voir aussi :

dateutil.tz La bibliothèque standard contient la classe *timezone* pour gérer des décalages fixes par rapport à UTC et `timezone.utc` comme instance du fuseau horaire UTC.

La bibliothèque *dateutils.tz* apporte à Python la *base de données de fuseaux horaires IANA* (*IANA timezone database*, aussi appelée base de données Olson) , et son utilisation est recommandée.

Base de données des fuseaux horaires de l'IANA La *Time Zone Database* (souvent appelée *tz*, *tzdata* ou *zoneinfo*) contient les codes et les données représentant l'historique du temps local pour un grand nombre d'emplacements représentatifs autour du globe. Elle est mise à jour périodiquement, pour refléter les changements opérés par des politiques sur les bornes du fuseau, les décalages UTC, et les règles de passage à l'heure d'été.

8.1.7 Objets `timezone`

La classe *timezone* est une sous-classe de *tzinfo*, où chaque instance représente un fuseau horaire défini par un décalage fixe par rapport à UTC. Notez que les que les objets de cette classe ne peuvent pas être utilisés pour représenter les informations de fuseaux horaires dans des emplacements où plusieurs décalages sont utilisés au cours de l'année ou où des changements historiques ont été opérés sur le temps civil.

class datetime.**timezone**(*offset*, *name=None*)

L'argument *offset* doit être spécifié comme un objet *timedelta* représentant la différence entre le temps local et UTC. Il doit être strictement compris entre `-timedelta(hours=24)` et `timedelta(hours=24)`, autrement une *ValueError* est levée.

L'argument *name* est optionnel. Si spécifié, il doit être une chaîne de caractères qui sera utilisée comme valeur de retour de la méthode *datetime.tzname()*.

Nouveau dans la version 3.2.

Modifié dans la version 3.7 : Le décalage UTC peut aussi être autre chose qu'un ensemble de minutes.

`timezone.`**utcoffset**(*dt*)

Renvoie la valeur fixe spécifiée à la création de l'instance de *timezone*. L'argument *dt* est ignoré. La valeur de retour est une instance *timedelta* égale à la différence entre le temps local et UTC.

Modifié dans la version 3.7 : Le décalage UTC peut aussi être autre chose qu'un ensemble de minutes.

`timezone.`**tzname**(*dt*)

Renvoie la valeur fixe spécifiée à la création de l'instance de *timezone*. Si *name* n'est pas fourni au constructeur, le nom renvoyé par `tzname(dt)` est généré comme suit à partir de la valeur de `offset`. Si *offset* vaut `timedelta(0)`, le nom sera « UTC », autrement le nom sera une chaîne de la forme "UTC±HH :MM", où ± est le signe d'`offset`, et HH et MM sont respectivement les représentations à deux chiffres de `offset.hours` et `offset.minutes`.

Modifié dans la version 3.6 : Le nom généré à partir de `offset=timedelta(0)` est maintenant "UTC" plutôt que "UTC+00 :00".

`timezone.`**dst**(*dt*)

Renvoie toujours `None`.

`timezone.`**fromutc**(*dt*)

Renvoie `dt + offset`. L'argument *dt* doit être une instance avisée de *datetime*, avec `tzinfo` valant `self`.

Attributs de la classe :

`timezone.`**utc**

Le fuseau horaire UTC, `timezone(timedelta(0))`.

8.1.8 Comportement de `strftime()` et `strptime()`

Les objets *date*, *datetime* et *time* comportent tous une méthode `strftime(format)`, pour créer une représentation du temps sous forme d'une chaîne de caractères, contrôlée par une chaîne de formatage explicite. Grossièrement, `d.strftime(fmt)` se comporte comme la fonction `time.strftime(fmt, d.timetuple())` du module *time*, bien que tous les objets ne comportent pas de méthode `timetuple()`.

Inversement, la méthode de classe *datetime.strptime()* crée un objet *datetime* à partir d'une représentation de date et heure et d'une chaîne de formatage correspondante. `datetime.strptime(date_string, format)` est équivalent à `datetime(*(time.strptime(date_string, format)[0:6]))`, sauf quand le format inclut une composante en-dessous de la seconde ou une information de fuseau horaire ; ces composantes sont gérées par `datetime.strptime` mais sont ignorées par `time.strptime`.

Pour les objets *time*, les codes de formatage pour l'année, le mois et le jour ne devraient pas être utilisés, puisque les objets de temps ne possèdent pas de telles valeurs. S'ils sont tout de même utilisés, `1900` est substitué à l'année, et `1` au mois et au jour.

Pour les objets *date*, les codes de formatage pour les heures, minutes, secondes et microsecondes ne devraient pas être utilisés, puisque les objets *date* ne possèdent pas de telles valeurs. S'ils sont tous de même utilisés, ils sont substitués par `0`.

Pour la méthode *datetime.strptime()*, la valeur par défaut est `1900-01-01T00:00:00.000` : tous les composants non spécifiés dans la chaîne de formatage seront retirés de la valeur par défaut. [2]

L'ensemble complet des codes de formatage implémentés varie selon les plateformes, parce que Python appelle la fonction `strftime()` de la bibliothèque C de la plateforme, et les variations sont courantes. Pour voir un ensemble complet des codes de formatage implémentés par votre plateforme, consultez la documentation de *strftime(3)*.

Pour la même raison, la gestion des chaînes contenant des caractères (ou points) Unicode qui ne peuvent pas être représentés dans la *locale* actuelle dépend aussi de la plateforme. Sur certaines plateformes, ces caractères sont conservés tels quels dans la sortie, alors que sur d'autres plateformes `strftime` lève une *UnicodeError* ou renvoie une chaîne vide.

La liste suivante est la liste de tous les codes de formatage requis par le standard C (version 1989), ils fonctionnent sur toutes les plateformes possédant une implémentation de C standard. Notez que la version 1999 du standard C a ajouté des codes de formatage additionnels.

2. Passer `datetime.strptime('Feb 29', '%b %d')` ne marchera pas car `1900` n'est pas une année bissextile.

Directive	Signification	Exemple	Notes
`%a`	Jour de la semaine abrégé dans la langue locale.	Sun, Mon, ..., Sat (en_US); Lu, Ma, ..., Di (*fr_FR*)	(1)
`%A`	Jour de la semaine complet dans la langue locale.	*Sunday*, *Monday*, ..., *Saturday* (*en_US*); Lundi, Mardi, ..., Dimanche (*fr_FR*)	(1)
`%w`	Jour de la semaine en chiffre, avec 0 pour le dimanche et 6 pour le samedi.	0, 1, ..., 6	
`%d`	Jour du mois sur deux chiffres.	01, 02, ..., 31	(9)
`%b`	Nom du mois abrégé dans la langue locale.	Jan, Feb, ..., Dec (*en_US*); janv., févr., ..., déc. (*fr_FR*)	(1)
`%B`	Nom complet du mois dans la langue locale.	*January*, *February*, ..., *December* (*en_US*); janvier, février, ..., décembre (*fr_FR*)	(1)
`%m`	Numéro du mois sur deux chiffres.	01, 02, ..., 12	(9)
`%y`	Année sur deux chiffres (sans le siècle).	00, 01, ..., 99	(9)
`%Y`	Année complète sur quatre chiffres.	0001, 0002, ..., 2013, 2014, ..., 9998, 9999	(2)
`%H`	Heure à deux chiffres de 00 à 23.	00, 01, ..., 23	(9)
`%I`	Heure à deux chiffres pour les horloges 12h (01 à 12).	01, 02, ..., 12	(9)
`%p`	Équivalent local à AM/PM.	AM, PM (en_US); am, pm (de_DE)	(1), (3)
`%M`	Minutes sur deux chiffres.	00, 01, ..., 59	(9)
`%S`	Secondes sur deux chiffres.	00, 01, ..., 59	(4), (9)
`%f`	Microsecondes sur 6 chiffres.	000000, 000001, ..., 999999	(5)
`%z`	Décalage UTC sous la forme `±HHMM[SS[.ffffff]]` (chaîne vide si l'instance est naïve).	(vide), +0000, -0400, +1030, +063415, -030712.345216	(6)
`%Z`	Nom du fuseau horaire (chaîne vide si l'instance est naïve).	(vide), UTC, EST, CST	
`%j`	Numéro du jour dans l'année sur trois chiffres.	001, 002, ..., 366	(9)

Plusieurs directives additionnelles non requises par le standard *C89* sont incluses par commodité. Ces paramètres correspondent tous aux valeurs de dates ISO 8601. Ils peuvent ne pas être disponibles sur toutes les plateformes quand utilisés avec la méthode `strftime()`. Les directives ISO 8601 d'année et de semaine ne sont pas interchangeables avec les directives d'année et de semaine précédentes. Appeler `strptime()` avec des directives ISO 8601 incomplètes ou ambiguës lèvera une *ValueError*.

Directive	Signification	Exemple	Notes
`%G`	Année complète ISO 8601 représentant l'année contenant la plus grande partie de la semaine ISO (`%V`).	0001, 0002, ..., 2013, 2014, ..., 9998, 9999	(8)
`%u`	Jour de la semaine ISO 8601 où 1 correspond au lundi.	1, 2, ..., 7	
`%V`	Numéro de la semaine ISO 8601, avec lundi étant le premier jour de la semaine. La semaine 01 est la semaine contenant le 4 janvier.	01, 02, ..., 53	(8), (9)

Nouveau dans la version 3.6 : `%G`, `%u` et `%V` ont été ajoutés.

Notes :

(1) Comme le format dépend de la locale courante, les assomptions sur la valeur de retour doivent être prises soigneusement. L'ordre des champs variera (par exemple, « mois/jour/année » versus « année/mois/jour »), et le retour pourrait contenir des caractères Unicode encodés en utilisant l'encodage par défaut de la locale (par exemple, si la locale courante est `ja_JP`, l'encodage par défaut pourrait être `eucJP`, `SJIS` ou `utf-8` ; utilisez *locale.getlocale()* pour déterminer l'encodage de la locale courante).

(2) La méthode `strptime()` peut analyser toutes les années de l'intervalle [1, 9999], mais toutes les années < 1000 doivent être représentées sur quatre chiffres.

Modifié dans la version 3.2 : Dans les versions précédentes, la méthode `strftime()` était limitée aux années >= 1900.

Modifié dans la version 3.3 : En version 3.2, la méthode `strftime()` était limitée aux années >= 1000.

(3) Quand utilisée avec la méthode `strptime()`, la directive `%p` n'affecte l'heure extraite que si la directive `%I` est utilisée pour analyser l'heure.

(4) À l'inverse du module *time*, le module *datetime* ne gère pas les secondes intercalaires.

(5) Quand utilisée avec la méthode `strptime()`, la directive `%f` accepte un nombre de 1 à 6 chiffres, où des zéros seront ajoutés à droite jusqu'à former un nombre de 6 chiffres. `%f` est une extension de l'ensemble des caractères de formatage du standard C (mais implémentée séparément dans les objets *datetime*, la rendant ainsi toujours disponible).

(6) Pour les objets naïfs, les codes de formatage `%z` et `%Z` sont remplacés par des chaînes vides.

Pour un objet avisé :

`%z` Le résultat de `utcoffset()` est transformé en une chaîne sous la forme `±HHMM[SS[.uuuuuu]]`, où `HH` est une chaîne de deux chiffres donnant le nombre d'heures du décalage UTC, où `MM` est une chaîne de deux chiffres donnant le nombre de minutes du décalage UTC, où `SS` est une chaîne de deux chiffres donnant le nombre de secondes du décalage UTC et où `ffffff` est une chaîne de six chiffres donnant le nombre en micro-secondes du décalage UTC. Par exemple, si `utcoffset()` renvoie `timedelta(hours=-3, minutes=-30)`, `%z` est remplacé par la chaîne *'-0330'*.

Modifié dans la version 3.7 : Le décalage UTC peut aussi être autre chose qu'un ensemble de minutes.

Modifié dans la version 3.7 : Quand la directive `%z` est soumise à la méthode `strptime()`, le décalage UTC peut avoir une colonne comme séparateur entre les heures, minutes et secondes. Par exemple, `'+01:00:00'`, est analysé comme un décalage d'une heure. Par ailleurs, `'Z'` est identique à `'+00:00'`.

`%Z` Si `tzname()` renvoie `None`, `%Z` est remplacé par une chaîne vide. Autrement `%Z` est remplacé par la valeur renvoyée, qui doit être une chaîne.

Modifié dans la version 3.2 : Quand la directive `%z` est fournie à la méthode `strptime()`, un objet *datetime* avisé est construit. L'attribut `tzinfo` du résultat aura pour valeur une instance de *timezone*.

(7) Quand ces directives sont utilisées avec la méthode `strptime()`, `%U` et `%W` ne sont utilisées dans les calculs que si le jour de la semaine et l'année calendaire (`%Y`) sont spécifiés.

(8) De façon similaire à `%U` et `%W`, `%v` n'est utilisé dans les calculs que lorsque le jour de la semaine et l'année ISO (`%G`) sont spécifiés dans la chaîne de formatage `strptime()`. Notez aussi que `%G` et `%Y` ne sont pas interchangeables.

(9) Quand cette directive est utilisée avec la méthode `strptime()`, le zéro d'entête est optionnel pour les formats `%d`, `%m`, `%H`, `%I`, `%M`, `%S`, `%J`, `%U`, `%W` et `%V`. Le format `%y` requiert un zéro en entête.

Notes

8.2 `calendar` — Fonctions calendaires générales

Code source : Lib/calendar.py

Ce module permet d'afficher un calendrier comme le fait le programme Unix **`cal`**, et il fournit des fonctions utiles relatives au calendrier. Par défaut, ces calendriers ont le lundi comme premier jour de la semaine et le dimanche comme dernier jour. Utilisez *`setfirstweekday()`* pour définir le premier jour de la semaine à dimanche (6) ou à tout autre jour de la semaine. Les paramètres pour spécifier les dates sont donnés sous forme de nombres entiers. Voir aussi les modules *`datetime`* et *`time`*.

Les fonctions et les classes définies dans ce module utilisent un calendrier idéalisé, le calendrier grégorien actuel s'étendant indéfiniment dans les deux sens. Cela correspond à la définition du calendrier grégorien proleptique dans le livre de Dershowitz et Reingold « *Calendrical Calculations* », œuvre dans lequel il est le calendrier de référence de tous les calculs. Les années zéros et les années négatives sont interprétées comme prescrit par la norme ISO 8601. L'année 0 est 1 avant JC, l'année *-1* est 2 avant JC et ainsi de suite.

class calendar.**Calendar**(*firstweekday=0*)

Crée un objet *`Calendar`*. *firstweekday* est un entier spécifiant le premier jour de la semaine, valant par défaut `0` (lundi), pouvant aller jusqu'à `6` (dimanche).

L'objet *`Calendar`* fournit plusieurs méthodes pouvant être utilisées pour préparer les données du calendrier pour le formatage. Cette classe ne fait pas de formatage elle-même. Il s'agit du travail des sous-classes.

Les instances de *`Calendar`* ont les méthodes suivantes :

iterweekdays()

Renvoie un itérateur sur les numéros des jours d'une semaine. La première valeur est donc la même que la valeur de la propriété *`firstweekday`*.

itermonthdates(*year*, *month*)

Renvoie un itérateur sur les jours du mois *month* (1 à 12) de l'année *year*. Cet itérateur renvoie tous les jours du mois (sous forme d'instances de *`datetime.date`*) ainsi que tous les jours avant le début du mois et après la fin du mois nécessaires pour obtenir des semaines complètes.

itermonthdays(*year*, *month*)

Renvoie un itérateur sur les jours du mois *month* de l'année *year*, comme *`itermonthdates()`*, sans être limité par l'intervalle de *`datetime.date`*. Les jours renvoyés sont simplement les numéros des jours du mois. Pour les jours en dehors du mois spécifié, le numéro du jour est `0`.

itermonthdays2(*year*, *month*)

Renvoie un itérateur sur les jours du mois *month* de l'année *year* comme *`itermonthdates()`*, sans être limité par la plage *`datetime.date`*. Les jours renvoyés sont des paires composées du numéro du jour dans le mois et du numéro du jour dans la semaine.

itermonthdays3(*year*, *month*)

Renvoie un itérateur sur les jours du *month* de l'année *year*, comme *`itermonthdates()`*, sans être limité par l'intervalle de *`datetime.date`*. Les jours sont renvoyés sous forme de triplets composés du numéro de l'année, du mois et du jour dans le mois.

Nouveau dans la version 3.7.

itermonthdays4(*year*, *month*)

Renvoie un itérateur sur les jours du mois *month* de l'année *year*, comme *`itermonthdates()`*, sans être limité par l'intervalle de *`datetime.date`*. Le jours sont renvoyés sous forme de quadruplets contenant le numéro de l'année, du mois, du jour du mois et du jour de la semaine.

Nouveau dans la version 3.7.

monthdatescalendar(*year*, *month*)
Renvoie la liste des semaines complètes du mois *month* de l'année *year*. Les semaines sont des listes de sept objets `datetime.date`.

monthdays2calendar(*year*, *month*)
Renvoie la liste des semaines complètes du mois *month* de l'année *year*. Les semaines sont des listes de sept paires contenant le numéro du jour dans le mois et du numéro du jour dans la semaine.

monthdayscalendar(*year*, *month*)
Renvoie la liste des semaines complètes du mois *month* de l'année *year*. Les semaines sont une liste de sept numéros de jours.

yeardatescalendar(*year*, *width=3*)
Renvoie ce qu'il faut pour afficher correctement une année. La valeur renvoyée est une liste de lignes de mois. Chaque ligne mensuelle contient jusqu'à *width* mois (avec une valeur par défaut à 3). Chaque mois contient de 4 à 6 semaines et chaque semaine 1 à 7 jours. Les jours sont des objets `datetime.date`.

yeardays2calendar(*year*, *width=3*)
Renvoie ce qu'il faut pour afficher correctement une année, (similaire à `yeardatescalendar()`). Les listes des semaines contiennent des paires contenant le numéro du jour du mois et le numéro du jour de la semaine. Les numéro des jours en dehors de ce mois sont à zéro.

yeardayscalendar(*year*, *width=3*)
Renvoie ce qu'il faut pour afficher correctement une année, (similaire à `yeardatescalendar()`). Les listes de semaines contiennent des numéros de jours. Les numéros de jours en dehors de ce mois sont de zéro.

class calendar.**TextCalendar**(*firstweekday=0*)
Cette classe peut être utilisée pour générer des calendriers en texte brut.

Les instances `TextCalendar` exposent les méthodes suivantes :

formatmonth(*theyear*, *themonth*, *w=0*, *l=0*)
Donne le calendrier d'un mois dans une chaîne multi-ligne. Si *w* est fourni, il spécifie la largeur des colonnes de date, qui sont centrées. Si *l* est donné, il spécifie le nombre de lignes que chaque semaine utilisera. Le résultat varie en fonction du premier jour de la semaine spécifié dans le constructeur ou défini par la méthode `setfirstweekday()`.

prmonth(*theyear*, *themonth*, *w=0*, *l=0*)
Affiche le calendrier d'un mois tel que renvoyé par `formatmonth()`.

formatyear(*theyear*, *w=2*, *l=1*, *c=6*, *m=3*)
Renvoie un calendrier de *m* colonnes pour une année entière sous forme de chaîne multi-ligne. Les paramètres facultatifs *w*, *l* et *c* correspondent respectivement à la largeur de la colonne date, les lignes par semaines, le nombre d'espace entre les colonnes de mois. Le résultat varie en fonction du premier jour de la semaine spécifié dans le constructeur ou défini par la méthode `setfirstweekday()`. La première année pour laquelle un calendrier peut être généré, dépend de la plateforme.

pryear(*theyear*, *w=2*, *l=1*, *c=6*, *m=3*)
Affiche le calendrier pour une année entière comme renvoyé par `formatyear()`.

class calendar.**HTMLCalendar**(*firstweekday=0*)
Cette classe peut être utilisée pour générer des calendriers HTML.

Les instances de `HTMLCalendar` utilisent les méthodes suivantes :

formatmonth(*theyear*, *themonth*, *withyear=True*)
Renvoie le calendrier d'un mois sous la forme d'une table HTML. Si *withyear* est vrai l'année sera inclue dans l'en-tête, sinon seul le nom du mois sera utilisé.

formatyear(*theyear*, *width=3*)
Renvoie le calendrier d'une année sous la forme d'une table HTML. *width* (par défaut à 3) spécifie le nombre de mois par ligne.

formatyearpage(*theyear*, *width=3*, *css='calendar.css'*, *encoding=None*)
Renvoie le calendrier d'une année sous la forme d'une page HTML complète. *width* (par défaut à 3) spécifie le nombre de mois par ligne. *css* est le nom de la feuille de style en cascade à utiliser. `None` peut être passé si aucune feuille de style ne doit être utilisée. *encoding* spécifie l'encodage à utiliser pour les données de sortie (par défaut l'encodage par défaut du système).

`HTMLCalendar` possède les attributs suivants que vous pouvez surcharger pour personnaliser les classes CSS utilisées par le calendrier :

cssclasses
Une liste de classes CSS utilisées pour chaque jour de la semaine. La liste par défaut de la classe est :

```
cssclasses = ["mon", "tue", "wed", "thu", "fri", "sat", "sun"]
```

davantage de styles peuvent être ajoutés pour chaque jour :

```
cssclasses = ["mon text-bold", "tue", "wed", "thu", "fri", "sat", "sun red
↪"]
```

Notez que la longueur de cette liste doit être de sept éléments.

cssclass_noday
La classe CSS pour le jour de la semaine apparaissant dans le mois précédent ou à venir.
Nouveau dans la version 3.7.

cssclasses_weekday_head
Une liste de classes CSS utilisées pour les noms des jours de la semaine dans la ligne d'en-tête. Par défaut les mêmes que *cssclasses*.
Nouveau dans la version 3.7.

cssclass_month_head
La classe CSS du mois en en-tête (utilisé par `formatmonthname()`). La valeur par défaut est `"month"`.
Nouveau dans la version 3.7.

cssclass_month
La classe CSS pour la table du mois entière (utilisé par *formatmonth()*). La valeur par défaut est `"month"`.
Nouveau dans la version 3.7.

cssclass_year
La classe CSS pour la table entière des tables de l'année (utilisé par *formatyear()*). La valeur par défaut est `"year"`.
Nouveau dans la version 3.7.

cssclass_year_head
La classe CSS pour l'en-tête de la table pour l'année entière (utilisé par *formatyear()*). La valeur par défaut est `"year"`.
Nouveau dans la version 3.7.

Notez que même si le nommage ci-dessus des attributs de classe est au singulier (p. ex. `cssclass_month cssclass_noday`), on peut remplacer la seule classe CSS par une liste de classes CSS séparées par une espace, par exemple :

```
"text-bold text-red"
```

Voici un exemple de comment peut être personnalisée `HTMLCalendar` :

```
class CustomHTMLCal(calendar.HTMLCalendar):
    cssclasses = [style + " text-nowrap" for style in
                  calendar.HTMLCalendar.cssclasses]
    cssclass_month_head = "text-center month-head"
    cssclass_month = "text-center month"
    cssclass_year = "text-italic lead"
```

class calendar.**LocaleTextCalendar**(*firstweekday=0*, *locale=None*)
Le constructeur de cette sous-classe de *TextCalendar* accepte un paramètre régional *locale* : une langue au format `"fr_FR.UTF-8"`, et renvoie les noms de mois et de jours de la semaine traduits dans cette langue. Si ce lieu possède un encodage, toutes les chaînes contenant des noms de mois ou de jours de la semaine seront renvoyées en Unicode.

class calendar.**LocaleHTMLCalendar**(*firstweekday=0*, *locale=None*)
Cette sous-classe de *HTMLCalendar* peut recevoir un nom de lieu dans le constructeur et renvoie les noms de mois et de jours de la semaine selon le lieu spécifié. Si ce lieu possède un encodage, toutes les chaînes contenant des noms de mois ou de jours de la semaine seront renvoyées en Unicode.

Note : Les méthodes `formatweekday()` et `formatmonthname()` de ces deux classes changent temporairement le paramètre régional courant pour le paramètre donné via *locale* . Comme le paramètre régional est un réglage de l'ensemble du processus, elles ne sont pas utilisables de manière sûre avec les programmes à fils d'exécution multiples.

Pour les calendriers texte simples ce module fournit les fonctions suivantes.

`calendar.`**`setfirstweekday`**(*weekday*)
Fixe le jour de la semaine (`0` pour lundi, `6` pour dimanche) qui débute chaque semaine. Les valeurs `MONDAY`, `TUESDAY`, `WEDNESDAY`, `THURSDAY`, `FRIDAY`, `SATURDAY`, et `SUNDAY` sont fournies par commodité. Par exemple, pour fixer le premier jour de la semaine à dimanche :

```
import calendar
calendar.setfirstweekday(calendar.SUNDAY)
```

`calendar.`**`firstweekday`**()
Renvoie le réglage courant pour le jour de la semaine débutant chaque semaine.

`calendar.`**`isleap`**(*year*)
Renvoie *`True`* si *year* est une année bissextile, sinon *`False`*.

`calendar.`**`leapdays`**(*y1*, *y2*)
Renvoie le nombre d'années bissextiles dans la période de *y1* à *y2* (non inclus), où *y1* et *y2* sont des années.
Cette fonction marche pour les périodes couvrant un changement de siècle.

`calendar.`**`weekday`**(*year*, *month*, *day*)
Renvoie le jour de la semaine (`0` pour lundi) pour *year* (`1970`-- ...), *month* (`1`--`12`), *day* (`1`--`31`).

`calendar.`**`weekheader`**(*n*)
Renvoie un en-tête contenant les jours de la semaine en abrégé. *n* spécifie la largeur en caractères pour un jour de la semaine.

`calendar.`**`monthrange`**(*year*, *month*)
Renvoie le jour de la semaine correspondant au premier jour du mois et le nombre de jours dans le mois, pour l'année *year* et le mois *month* spécifiés.

`calendar.`**`monthcalendar`**(*year*, *month*)
Returns a matrix representing a month's calendar. Each row represents a week; days outside of the month a represented by zeros. Each week begins with Monday unless set by *`setfirstweekday()`*.

`calendar.`**`prmonth`**(*theyear*, *themonth*, *w=0*, *l=0*)
Affiche le calendrier d'un mois tel que renvoyé par *`month()`*.

`calendar.`**`month`**(*theyear*, *themonth*, *w=0*, *l=0*)
Renvoie le calendrier d'un mois dans une chaîne multi-lignes en utilisant la méthode `formatmonth()` de la classe *`TextCalendar`*.

`calendar.`**`prcal`**(*year*, *w=0*, *l=0*, *c=6*, *m=3*)
Affiche le calendrier pour une année entière tel que renvoyé par *`calendar()`*.

`calendar.`**`calendar`**(*year*, *w=2*, *l=1*, *c=6*, *m=3*)
Renvoie un calendrier sur 3 colonnes pour une année entière dans une chaîne multi-lignes en utilisant la méthode `formatyear()` de la classe *`TextCalendar`*.

`calendar.`**`timegm`**(*tuple*)
Une fonction sans rapport mais pratique, qui prend un n-uplet temporel tel que celui renvoyé par la fonction *`gmtime()`* dans le module *`time`*, et renvoie la valeur d'horodatage Unix (*timestamp* en anglais) correspondante, en supposant une époque de 1970, et l'encodage POSIX. En fait, *`time.gmtime()`* et *`timegm()`* sont l'inverse l'un de l'autre.

Le module *`calendar`* exporte les attributs suivants :

`calendar.`**`day_name`**
Un tableau qui représente les jours de la semaine pour les paramètres régionaux actifs.

`calendar.`**`day_abbr`**
Un tableau qui représente les jours de la semaine en abrégé pour les paramètres régionaux actifs.

`calendar.`**`month_name`**
Un tableau qui représente les mois de l'année pour les paramètres régionaux actifs. Ceux-ci respectent la convention usuelle où janvier est le mois numéro 1, donc il a une longueur de 13 et `month_name[0]` est la chaîne vide.

`calendar.`**`month_abbr`**
Un tableau qui représente les mois de l'année en abrégé pour les paramètres régionaux actifs. Celui-ci respectent la convention usuelle où janvier est le mois numéro 1, donc il a une longueur de 13 et `month_name[0]` est la chaîne vide.

Voir aussi :

Module *`datetime`* Interface orientée objet pour les dates et les heures avec des fonctionnalités similaires au module *`time`*.

Module *`time`* Fonctions bas niveau relatives au temps.

8.3 `collections` — Types de données de conteneurs

Code source : Lib/collections/__init__.py

Ce module implémente des types de données de conteneurs spécialisés qui apportent des alternatives aux conteneurs natifs de Python plus généraux *`dict`*, *`list`*, *`set`* et *`tuple`*.

`namedtuple()`	fonction permettant de créer des sous-classes de `tuple` avec des champs nommés
`deque`	conteneur se comportant comme une liste avec des ajouts et retraits rapides à chaque extrémité
`ChainMap`	classe semblable aux dictionnaires qui crée une unique vue à partir de plusieurs dictionnaires
`Counter`	sous-classe de `dict` pour compter des objets hachables
`OrderedDict`	sous-classe de `dict` qui garde en mémoire l'ordre dans lequel les entrées ont été ajoutées
`defaultdict`	sous-classe de `dict` qui appelle une fonction de fabrication en cas de valeur manquante
`UserDict`	surcouche autour des objets dictionnaires pour faciliter l'héritage de `dict`
`UserList`	surcouche autour des objets listes pour faciliter l'héritage de `list`
`UserString`	surcouche autour des objets chaînes de caractères pour faciliter l'héritage de `str`

Deprecated since version 3.3, will be removed in version 3.9 : Moved *Classes de base abstraites de collections* to the *`collections.abc`* module. For backwards compatibility, they continue to be visible in this module through Python 3.8.

8.3.1 Objets `ChainMap`

Nouveau dans la version 3.3.

Le module fournit une classe *`ChainMap`* afin de réunir rapidement plusieurs dictionnaires en une unique entité. Cela est souvent plus rapide que de créer un nouveau dictionnaire et d'effectuer plusieurs appels de *`update()`*.

Cette classe peut être utilisée pour simuler des portées imbriquées, elle est aussi utile pour le *templating*.

`class` `collections.`**`ChainMap`**(**maps*)
Un objet *`ChainMap`* regroupe plusieurs dictionnaires (ou autres tableaux de correspondance) en une vue que l'on peut mettre à jour. Si le paramètre *maps* est vide, un dictionnaire vide est fourni de telle manière qu'une nouvelle chaîne possède toujours au moins un dictionnaire.

Les dictionnaires sous-jacents sont stockés dans une liste. Celle-ci est publique et peut être consultée ou mise à jour via l'attribut *maps*. Il n'y a pas d'autre état.

Les recherches s'effectuent successivement dans chaque dictionnaire jusqu'à la première clé correspondante. En revanche, les écritures, mises à jour et suppressions n'affectent que le premier dictionnaire.

Un objet *ChainMap* incorpore les dictionnaires sous-jacents par leur référence. Ainsi, si l'un d'eux est modifié, les changements affectent également la *ChainMap*.

Toutes les méthodes usuelles des dictionnaires sont gérées. De plus, cette classe fournit un attribut *maps*, une méthode pour créer de nouveaux sous-contextes et une propriété pour accéder à tous les dictionnaires sous-jacents excepté le premier :

maps

Liste de dictionnaires éditable par l'utilisateur et classée selon l'ordre de recherche. Il s'agit de l'unique état stocké et elle peut être modifiée pour changer l'ordre de recherche. La liste doit toujours contenir au moins un dictionnaire.

new_child(*m=None*)

Renvoie un nouvel objet *ChainMap* contenant un nouveau dictionnaire suivi par tous les autres de l'instance actuelle. Si `m` est spécifié, il devient le nouveau dictionnaire au début de la liste ; sinon, un dictionnaire vide est utilisé, de telle manière qu'appeler `d.new_child()` équivaut à appeler `ChainMap({}, *d.maps)`. Cette méthode est utile pour créer des sous-contextes qui peuvent être mis à jour sans altérer les valeurs dans les dictionnaires parents.

Modifié dans la version 3.4 : Ajout du paramètre optionnel `m`.

parents

Propriété qui renvoie un nouvel objet *ChainMap* contenant tous les dictionnaires de l'instance actuelle hormis le premier. Cette propriété est utile pour ignorer le premier dictionnaire dans les recherches ; son utilisation rappelle le mot-clé `nonlocal` (utilisé pour les *portées imbriquées*), ou bien la fonction native *super()*. Une référence à `d.parents` est équivalente à : `ChainMap(*d.maps[1:])`.

Notez que l'itération de *ChainMap()* se fait en parcourant les tableaux de correspondances du dernier jusqu'au premier :

```
>>> baseline = {'music': 'bach', 'art': 'rembrandt'}
>>> adjustments = {'art': 'van gogh', 'opera': 'carmen'}
>>> list(ChainMap(adjustments, baseline))
['music', 'art', 'opera']
```

Cela produit le même ordre qu'une suite d'appels à *dict.update()* en commençant par le dernier tableau de correspondances :

```
>>> combined = baseline.copy()
>>> combined.update(adjustments)
>>> list(combined)
['music', 'art', 'opera']
```

Voir aussi :

- La classe MultiContext dans le package CodeTools d'Enthought possède des options pour gérer l'écriture dans n'importe quel dictionnaire de la chaîne.
- La classe de contexte de Django pour la création de modèles est une chaîne de dictionnaires en lecture seule. Elle comporte également des fonctionnalités d'ajouts et de retraits de contextes similaires à la méthode *new_child()* et à la propriété *parents*.
- Le Cas pratique des contextes imbriqués a des options pour contrôler si les écritures et autres mutations ne s'appliquent qu'au premier ou à un autre dictionnaire de la chaîne.
- Une version grandement simplifiée de Chainmap en lecture seule.

Exemples et cas pratiques utilisant `ChainMap`

Cette partie montre diverses approches afin de travailler avec les dictionnaires chaînés.

Exemple 1 : simulation de la chaîne de recherche interne de Python :

```
import builtins
pylookup = ChainMap(locals(), globals(), vars(builtins))
```

Exemple 2 : spécification d'une hiérarchie pour les options : ligne de commande, variable d'environnement, valeurs par défaut :

```
import os, argparse

defaults = {'color': 'red', 'user': 'guest'}

parser = argparse.ArgumentParser()
parser.add_argument('-u', '--user')
parser.add_argument('-c', '--color')
namespace = parser.parse_args()
command_line_args = {k: v for k, v in vars(namespace).items() if v is not None}

combined = ChainMap(command_line_args, os.environ, defaults)
print(combined['color'])
print(combined['user'])
```

Exemple 3 : modèles pour simuler des contexte imbriqués avec la classe *ChainMap* :

```
c = ChainMap()          # Create root context
d = c.new_child()       # Create nested child context
e = c.new_child()       # Child of c, independent from d
e.maps[0]               # Current context dictionary -- like Python's locals()
e.maps[-1]              # Root context -- like Python's globals()
e.parents               # Enclosing context chain -- like Python's nonlocals

d['x'] = 1              # Set value in current context
d['x']                  # Get first key in the chain of contexts
del d['x']              # Delete from current context
list(d)                 # All nested values
k in d                  # Check all nested values
len(d)                  # Number of nested values
d.items()               # All nested items
dict(d)                 # Flatten into a regular dictionary
```

La classe *ChainMap* ne met à jour (écriture et suppression) que le premier dictionnaire de la chaîne, alors qu'une recherche inspecte toute la chaîne. Cependant, si l'on veut effectuer des écritures ou suppressions en profondeur, on peut facilement faire une sous-classe qui met à jour les clés trouvées de la chaîne en profondeur :

```
class DeepChainMap(ChainMap):
    'Variant of ChainMap that allows direct updates to inner scopes'

    def __setitem__(self, key, value):
        for mapping in self.maps:
            if key in mapping:
                mapping[key] = value
                return
        self.maps[0][key] = value

    def __delitem__(self, key):
        for mapping in self.maps:
            if key in mapping:
                del mapping[key]
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
                return
        raise KeyError(key)

>>> d = DeepChainMap({'zebra': 'black'}, {'elephant': 'blue'}, {'lion': 'yellow'})
>>> d['lion'] = 'orange'         # update an existing key two levels down
>>> d['snake'] = 'red'           # new keys get added to the topmost dict
>>> del d['elephant']            # remove an existing key one level down
>>> d                            # display result
DeepChainMap({'zebra': 'black', 'snake': 'red'}, {}, {'lion': 'orange'})
```

8.3.2 Objets `Counter`

Ce module fournit un outil pour effectuer rapidement et facilement des dénombrements. Par exemple :

```
>>> # Tally occurrences of words in a list
>>> cnt = Counter()
>>> for word in ['red', 'blue', 'red', 'green', 'blue', 'blue']:
...     cnt[word] += 1
>>> cnt
Counter({'blue': 3, 'red': 2, 'green': 1})

>>> # Find the ten most common words in Hamlet
>>> import re
>>> words = re.findall(r'\w+', open('hamlet.txt').read().lower())
>>> Counter(words).most_common(10)
[('the', 1143), ('and', 966), ('to', 762), ('of', 669), ('i', 631),
 ('you', 554),  ('a', 546), ('my', 514), ('hamlet', 471), ('in', 451)]
```

class collections.**Counter**([*iterable-or-mapping*])

La classe *Counter* est une sous-classe de *dict* qui permet le dénombrement d'objets hachables. Il s'agit d'une collection dans laquelle les éléments sont stockés comme des clés de dictionnaire et leurs nombres d'occurrences respectifs comme leurs valeurs. Ceux-ci peuvent être des entiers relatifs (positifs, négatifs ou nuls). La classe *Counter* est similaire aux sacs ou aux multiensembles dans d'autres langages.

Les éléments sont comptés à partir d'un itérable ou initialisés à partir d'un autre dictionnaire (ou compteur) :

```
>>> c = Counter()                           # a new, empty counter
>>> c = Counter('gallahad')                 # a new counter from an iterable
>>> c = Counter({'red': 4, 'blue': 2})      # a new counter from a mapping
>>> c = Counter(cats=4, dogs=8)             # a new counter from keyword args
```

Les objets Counter ont une interface de dictionnaire, à l'exception près qu'ils renvoient zéro au lieu de lever une exception *KeyError* pour des éléments manquants :

```
>>> c = Counter(['eggs', 'ham'])
>>> c['bacon']                              # count of a missing element is␣
↪zero
0
```

Mettre un comptage à zéro pour un élément ne le retire pas de l'objet Counter. Il faut utiliser `del` pour le supprimer complètement :

```
>>> c['sausage'] = 0                        # counter entry with a zero count
>>> del c['sausage']                        # del actually removes the entry
```

Nouveau dans la version 3.1.

En plus des méthodes disponibles pour tous les dictionnaires, les objets compteurs gèrent trois méthodes supplémentaires :

elements()

Renvoie un itérateur sur chaque élément en le répétant autant de fois que la valeur du compteur associé.

Les éléments sont renvoyés dans un ordre arbitraire. Si le comptage d'un élément est strictement inférieur à 1, alors *elements()* l'ignore.

```
>>> c = Counter(a=4, b=2, c=0, d=-2)
>>> sorted(c.elements())
['a', 'a', 'a', 'a', 'b', 'b']
```

most_common([*n*])

Renvoie une liste des *n* éléments les plus nombreux et leur valeur respective dans l'ordre décroissant. Si *n* n'est pas fourni ou vaut `None`, *most_common()* renvoie *tous* les éléments du compteur. Les éléments qui ont le même nombre d'occurrences sont ordonnés de manière arbitraire :

```
>>> Counter('abracadabra').most_common(3)
[('a', 5), ('r', 2), ('b', 2)]
```

subtract([*iterable-or-mapping*])

Les éléments sont soustraits à partir d'un itérable ou d'un autre dictionnaire (ou compteur). Cette méthode se comporte comme *dict.update()* mais soustrait les nombres d'occurrences au lieu de les remplacer. Les entrées et sorties peuvent être négatives ou nulles.

```
>>> c = Counter(a=4, b=2, c=0, d=-2)
>>> d = Counter(a=1, b=2, c=3, d=4)
>>> c.subtract(d)
>>> c
Counter({'a': 3, 'b': 0, 'c': -3, 'd': -6})
```

Nouveau dans la version 3.2.

Les méthodes usuelles des dictionnaires sont disponibles pour les objets *Counter* à l'exception de deux méthodes qui fonctionnent différemment pour les compteurs.

fromkeys(*iterable*)

Cette méthode de classe n'est pas implémentée pour les objets *Counter*.

update([*iterable-or-mapping*])

Les éléments sont comptés à partir d'un itérable ou ajoutés d'un autre dictionnaire (ou compteur). Cette méthode se comporte comme *dict.update()* mais additionne les nombres d'occurrences au lieu de les remplacer. De plus, l'itérable doit être une séquence d'éléments et non une séquence de paires `(clé, valeur)`.

Opérations usuelles sur les objets *Counter* :

```
sum(c.values())                 # total of all counts
c.clear()                       # reset all counts
list(c)                         # list unique elements
set(c)                          # convert to a set
dict(c)                         # convert to a regular dictionary
c.items()                       # convert to a list of (elem, cnt) pairs
Counter(dict(list_of_pairs))    # convert from a list of (elem, cnt) pairs
c.most_common()[:-n-1:-1]       # n least common elements
+c                              # remove zero and negative counts
```

Quelques opérations mathématiques sont fournies pour combiner des objets *Counter* afin de créer des multiensembles (des compteurs dont les dénombrements des éléments sont strictement supérieurs à zéro). Les additions et soustractions combinent les compteurs en ajoutant ou retranchant les nombres d'occurrences des éléments correspondants. Les intersections et unions renvoient les minimums et maximums des comptages correspondants. Chaque opération peut accepter des entrées avec des comptages relatifs, mais la sortie exclut les résultats avec des comptages négatifs ou nuls.

```
>>> c = Counter(a=3, b=1)
>>> d = Counter(a=1, b=2)
>>> c + d                       # add two counters together:  c[x] + d[x]
Counter({'a': 4, 'b': 3})
>>> c - d                       # subtract (keeping only positive counts)
Counter({'a': 2})
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
>>> c & d                       # intersection:  min(c[x], d[x])
Counter({'a': 1, 'b': 1})
>>> c | d                       # union:  max(c[x], d[x])
Counter({'a': 3, 'b': 2})
```

L'addition et la soustraction unaires (avec un seul terme) sont des raccourcis pour respectivement additionner un compteur avec un compteur vide ou et pour retrancher un compteur d'un compteur vide.

```
>>> c = Counter(a=2, b=-4)
>>> +c
Counter({'a': 2})
>>> -c
Counter({'b': 4})
```

Nouveau dans la version 3.3 : Ajout de la gestion des additions et soustractions unaires, et des remplacements dans les multiensembles.

Note : Les compteurs ont été conçus essentiellement pour fonctionner avec des entiers naturels pour représenter les dénombrements en cours ; cependant, les cas d'utilisation nécessitant d'autres types ou des valeurs négatives n'ont pas été écartés. Pour vous aider dans ces cas particuliers, cette section documente la plage minimale et les restrictions de type.

- La classe *Counter* est elle-même une sous-classe de dictionnaire sans restriction particulière sur ces clés ou valeurs. Les valeurs ont vocation à être des nombres représentants des comptages, mais il est *possible* de stocker n'importe quel type de valeur.
- La méthode *most_common()* exige uniquement que les valeurs soient ordonnables.
- Les opérations de remplacement telles que `c[key] += 1` exigent une valeur dont le type gère l'addition et la soustraction. Cela inclut donc les fractions, les flottants et les décimaux, y compris négatifs. Il en va de même pour *update()* et `substract()` qui acceptent des valeurs négatives ou nulles dans les entrées et sorties.
- Les méthodes de multiensembles sont uniquement conçues pour les cas d'utilisation avec des valeurs positives. Les entrées peuvent contenir des valeurs négatives ou nulles, mais seules les sorties avec des valeurs positives sont créées. Il n'y a pas de restriction de type, mais les types des valeurs doivent gérer l'addition, la soustraction et la comparaison.
- La méthode *elements()* exige des valeurs entières et ignore les valeurs négatives ou nulles.

Voir aussi :

- Bag class dans Smalltalk.
- L'article Wikipédia sur les multiensembles sur Wikipédia (ou l'article en anglais).
- Des guides et exemples à propos des multiensembles en C++.
- Pour les opérations mathématiques sur les multiensembles et leurs applications, voir *Knuth, Donald. The Art of Computer Programming Volume II, Section 4.6.3, Exercise 19*.
- Pour lister tous les multiensembles distincts de même taille parmi un ensemble donné d'éléments, voir *itertools.combinations_with_replacement()* :

```
map(Counter, combinations_with_replacement('ABC', 2)) # --> AA AB AC BB BC CC
```

8.3.3 Objets deque

class collections.**deque**([*iterable*[, *maxlen*]])

Renvoie un nouvel objet *deque* initialisé de gauche à droite (en utilisant *append()*) avec les données d'*iterable*. Si *iterable* n'est pas spécifié, alors la nouvelle *deque* est vide.

Les *deques* sont une généralisation des piles et des files (*deque* se prononce "*dèque*" et est l'abréviation de l'anglais *double-ended queue*) : il est possible d'ajouter et retirer des éléments par les deux bouts des *deques*. Celles-ci gèrent des ajouts et des retraits utilisables par de multiples fils d'exécution (*thread-safe*) et efficients du point de vue de la mémoire des deux côtés de la *deque*, avec approximativement la même performance en *O(1)* dans les deux sens.

Bien que les les objets *list* gèrent des opérations similaires, ils sont optimisés pour des opérations qui ne changent pas la taille de la liste. Les opérations `pop(0)` et `insert(0, v)` qui changent la taille et la position de la représentation des données sous-jacentes entraînent des coûts de déplacement de mémoire en *O(n)*.

Si *maxlen* n'est pas spécifié ou vaut *None*, les *deques* peuvent atteindre une taille arbitraire. Sinon, la *deque* est limitée par cette taille maximale. Une fois que celle-ci est atteinte, un ajout d'un ou plusieurs éléments engendre la suppression du nombre correspondant d'éléments à l'autre extrémité de la *deque*. Les *deques* à longueur limitée apportent des fonctionnalités similaire au filtre `tail` d'Unix. Elles sont aussi utiles pour le suivi de transactions et autres lots de données où seule l'activité récente est intéressante.

Les objets *deques* gèrent les méthodes suivantes :

append(*x*)
: Ajoute *x* à l'extrémité droite de la *deque*.

appendleft(*x*)
: Ajoute *x* à l'extrémité gauche de la *deque*.

clear()
: Supprime tous les éléments de la *deque* et la laisse avec une longueur de 0.

copy()
: Crée une copie superficielle de la *deque*.

  Nouveau dans la version 3.5.

count(*x*)
: Compte le nombre d'éléments de la *deque* égaux à *x*.

  Nouveau dans la version 3.2.

extend(*iterable*)
: Étend la *deque* en ajoutant les éléments de l'itérable en argument à son extrémité droite.

extendleft(*iterable*)
: Étend la *deque* en ajoutant les éléments d'*iterable* à son extrémité gauche. Dans ce cas, notez que la série d'ajouts inverse l'ordre des éléments de l'argument itérable.

index(*x*[, *start*[, *stop*]])
: Renvoie la position de *x* dans la *deque* (à partir de *start* inclus et jusqu'à *stop* exclus). Renvoie la première correspondance ou lève *ValueError* si aucune n'est trouvée.

  Nouveau dans la version 3.5.

insert(*i*, *x*)
: Insère *x* dans la *deque* à la position *i*.

  Si une insertion provoque un dépassement de la taille limitée d'une *deque*, alors elle lève une exception *IndexError*.

  Nouveau dans la version 3.5.

pop()
: Retire et renvoie un élément de l'extrémité droite de la *deque*. S'il n'y a aucun élément, lève une exception *IndexError*.

popleft()
: Retire et renvoie un élément de l'extrémité gauche de la *deque*. S'il n'y a aucun élément, lève une exception *IndexError*.

remove(*value*)
: Supprime la première occurrence de *value*. Si aucune occurrence n'est trouvée, lève une exception *ValueError*.

reverse()
Inverse le sens des éléments de la *deque* sans créer de copie et renvoie `None`.
Nouveau dans la version 3.2.

rotate(*n=1*)
Décale les éléments de la *deque* de *n* places vers la droite (le dernier élément revient au début). Si *n* est négatif, décale vers la gauche.
Quand la *deque* n'est pas vide, un décalage d'une place vers la droite équivaut à `d.appendleft(d.pop())` et un décalage d'une place vers la gauche est équivalent à `d.append(d.popleft())`.

Les objets *deques* fournissent également un attribut en lecture seule :

maxlen
La taille maximale d'une *deque*, ou `None` si illimitée.
Nouveau dans la version 3.1.

En plus des méthodes précédentes, les *deques* gèrent l'itération, la sérialisation, `len(d)`, `reversed(d)`, `copy.copy(d)`, `copy.deepcopy(d)`, le test d'appartenance avec l'opérateur `in`, et les références en indice comme `d[-1]`. L'accès par indice est en *O(1)* aux extrémités mais en *O(n)* au milieu. Pour des accès aléatoires rapides, il est préférable d'utiliser des listes.

Depuis la version 3.5, les *deques* gèrent `__add__()`, `__mul__()` et `__imul__()`.

Exemple :

```
>>> from collections import deque
>>> d = deque('ghi')                 # make a new deque with three items
>>> for elem in d:                   # iterate over the deque's elements
...     print(elem.upper())
G
H
I

>>> d.append('j')                    # add a new entry to the right side
>>> d.appendleft('f')                # add a new entry to the left side
>>> d                                # show the representation of the deque
deque(['f', 'g', 'h', 'i', 'j'])

>>> d.pop()                          # return and remove the rightmost item
'j'
>>> d.popleft()                      # return and remove the leftmost item
'f'
>>> list(d)                          # list the contents of the deque
['g', 'h', 'i']
>>> d[0]                             # peek at leftmost item
'g'
>>> d[-1]                            # peek at rightmost item
'i'

>>> list(reversed(d))                # list the contents of a deque in reverse
['i', 'h', 'g']
>>> 'h' in d                         # search the deque
True
>>> d.extend('jkl')                  # add multiple elements at once
>>> d
deque(['g', 'h', 'i', 'j', 'k', 'l'])
>>> d.rotate(1)                      # right rotation
>>> d
deque(['l', 'g', 'h', 'i', 'j', 'k'])
>>> d.rotate(-1)                     # left rotation
>>> d
deque(['g', 'h', 'i', 'j', 'k', 'l'])

>>> deque(reversed(d))               # make a new deque in reverse order
deque(['l', 'k', 'j', 'i', 'h', 'g'])
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
>>> d.clear()                           # empty the deque
>>> d.pop()                             # cannot pop from an empty deque
Traceback (most recent call last):
    File "<pyshell#6>", line 1, in -toplevel-
        d.pop()
IndexError: pop from an empty deque

>>> d.extendleft('abc')                 # extendleft() reverses the input order
>>> d
deque(['c', 'b', 'a'])
```

Cas pratiques utilisant deque

Cette partie montre diverses approches afin de travailler avec les *deques*.

Les *deques* à taille limitée apportent une fonctionnalité similaire au filtre `tail` d'Unix :

```
def tail(filename, n=10):
    'Return the last n lines of a file'
    with open(filename) as f:
        return deque(f, n)
```

Une autre approche d'utilisation des *deques* est de maintenir une séquence d'éléments récemment ajoutés en les ajoutant à droite et en retirant les anciens par la gauche :

```
def moving_average(iterable, n=3):
    # moving_average([40, 30, 50, 46, 39, 44]) --> 40.0 42.0 45.0 43.0
    # http://en.wikipedia.org/wiki/Moving_average
    it = iter(iterable)
    d = deque(itertools.islice(it, n-1))
    d.appendleft(0)
    s = sum(d)
    for elem in it:
        s += elem - d.popleft()
        d.append(elem)
        yield s / n
```

Un ordonnancement en round-robin peut être implémenté avec des entrées itérateurs stockées dans une *deque*. Les valeurs sont produites par l'itérateur actif en position zéro. Si cet itérateur est épuisé, il peut être retiré avec la méthode *popleft()* ; ou bien il peut être remis à la fin avec la méthode `rotate()` :

```
def roundrobin(*iterables):
    "roundrobin('ABC', 'D', 'EF') --> A D E B F C"
    iterators = deque(map(iter, iterables))
    while iterators:
        try:
            while True:
                yield next(iterators[0])
                iterators.rotate(-1)
        except StopIteration:
            # Remove an exhausted iterator.
            iterators.popleft()
```

La méthode *rotate()* apporte une façon d'implémenter la sélection d'intervalle (*slicing*) et les suppressions pour les `deques`. Par exemple, une implémentation de `del d[n]` en Python pur utilise la méthode `rotate()` pour mettre en position les éléments à éjecter :

```
def delete_nth(d, n):
    d.rotate(-n)
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
    d.popleft()
    d.rotate(n)
```

Pour implémenter le *slicing* pour les *deques*, il est possible d'utiliser une approche similaire en appliquant *rotate()* afin d'apporter un élément cible à l'extrémité gauche de la *deque*. On éjecte les anciennes entrées avec *popleft()* et on ajoute les nouvelles avec *extend()*, puis on inverse la rotation. Il est aisé d'implémenter les manipulations des piles inspirées du Forth telles que `dup`, `drop`, `swap`, `over`, `pick`, `rot` et `roll`.

8.3.4 Objets `defaultdict`

class collections.**defaultdict**([*default_factory*[, ...]])

Renvoie un nouvel objet qui se comporte comme un dictionnaire. *defaultdict* est une sous-classe de la la classe native *dict*. Elle surcharge une méthode et ajoute une variable d'instance modifiable. Les autres fonctionnalités sont les mêmes que celles des objets *dict* et ne sont pas documentées ici.

Le premier argument fournit la valeur initiale de l'attribut *default_factory* qui doit être un objet appelable sans paramètre ou `None`, sa valeur par défaut. Tous les autres arguments sont traités comme si on les passait au constructeur de *dict*, y compris les arguments nommés.

En plus des opérations usuelles de *dict*, les objets *defaultdict* gèrent les méthodes supplémentaires suivantes :

__missing__(*key*)

Si l'attribut *default_factory* est `None`, lève une exception *KeyError* avec *key* comme argument.

Si `default_fatory`` ne vaut pas `None`, cet attribut est appelé sans argument pour fournir une valeur par défaut pour la *key* demandée. Cette valeur est insérée dans le dictionnaire avec pour clé *key* et est renvoyée.

Si appeler *default_factory* lève une exception, celle-ci est transmise inchangée.

Cette méthode est appelée par la méthode `__getitem__()` de la classe *dict* lorsque la clé demandée n'est pas trouvée. Ce qu'elle renvoie ou lève est alors renvoyé ou levé par `__getitem__()`.

Remarquez que *__missing__()* n'est *pas* appelée pour les opérations autres que `__getitem__()`. Cela signifie que `get()` renvoie `None` comme les dictionnaires natifs dans les cas triviaux et n'utilise pas *default_factory*.

Les objets *defaultdict* gèrent la variable d'instance :

default_factory

Cet attribut est utilisé par la méthode *__missing__()* ; il est initialisé par le premier argument passé au constructeur, s'il est spécifié, sinon par `None`.

Exemples utilisant `defaultdict`

Utiliser *list* comme *default_factory* facilite le regroupement d'une séquence de paires clé-valeur en un dictionnaire de listes :

```
>>> s = [('yellow', 1), ('blue', 2), ('yellow', 3), ('blue', 4), ('red', 1)]
>>> d = defaultdict(list)
>>> for k, v in s:
...     d[k].append(v)
...
>>> sorted(d.items())
[('blue', [2, 4]), ('red', [1]), ('yellow', [1, 3])]
```

Lorsque chaque clé est rencontrée pour la première fois, elle n'est pas encore présente dans le dictionnaire, donc une entrée est automatiquement créée grâce à la fonction *default_factory* qui renvoie un objet *list* vide. L'opération `list.append()` ajoute la valeur à la nouvelle liste. Quand les clés sont à nouveau rencontrées, la recherche se déroule correctement (elle renvoie la liste de cette clé) et l'opération `list.append()` ajoute une autre valeur à la liste. Cette technique est plus simple et plus rapide qu'une technique équivalente utilisant *dict.setdefault()* :

```
>>> d = {}
>>> for k, v in s:
...     d.setdefault(k, []).append(v)
...
>>> sorted(d.items())
[('blue', [2, 4]), ('red', [1]), ('yellow', [1, 3])]
```

Utiliser *int* comme *default_factory* rend la classe *defaultdict* pratique pour le comptage (comme un sac ou multi-ensemble dans d'autres langages) :

```
>>> s = 'mississippi'
>>> d = defaultdict(int)
>>> for k in s:
...     d[k] += 1
...
>>> sorted(d.items())
[('i', 4), ('m', 1), ('p', 2), ('s', 4)]
```

Quand une lettre est rencontrée pour la première fois, elle n'est pas dans le dictionnaire, donc la fonction *default_factory* appelle *int()* pour mettre un nouveau compteur à zéro. L'incrémentation augmente ensuite le comptage pour chaque lettre.

La fonction *int()* qui retourne toujours zéro est simplement une fonction constante particulière. Un moyen plus flexible et rapide de créer une fonction constante est d'utiliser une fonction lambda qui peut fournir n'importe quelle valeur constante (pas seulement zéro) :

```
>>> def constant_factory(value):
...     return lambda: value
>>> d = defaultdict(constant_factory('<missing>'))
>>> d.update(name='John', action='ran')
>>> '%(name)s %(action)s to %(object)s' % d
'John ran to <missing>'
```

Utiliser *set* comme *default_factory* rend la classe *defaultdict* pratique pour créer un dictionnaire d'ensembles :

```
>>> s = [('red', 1), ('blue', 2), ('red', 3), ('blue', 4), ('red', 1), ('blue', 4)]
>>> d = defaultdict(set)
>>> for k, v in s:
...     d[k].add(v)
...
>>> sorted(d.items())
[('blue', {2, 4}), ('red', {1, 3})]
```

8.3.5 `namedtuple()` : fonction de construction pour *n-uplets* (*tuples*) avec des champs nommés

Les tuples nommés assignent une signification à chacun de leur élément, ce qui rend le code plus lisible et explicite. Ils peuvent être utilisés partout où les tuples natifs sont utilisés, et ils ajoutent la possibilité d'accéder à leurs champs grâce à leur nom au lieu de leur index de position.

`collections.`**`namedtuple`**(*typename*, *field_names*, *, *rename=False*, *defaults=None*, *module=None*)

Renvoie une nouvelle sous-classe de `tuple` appelée *typename*. Elle est utilisée pour créer des objets se comportant comme les *tuples* qui ont des champs accessibles par recherche d'attribut en plus d'être indexables et itérables. Les instances de cette sous-classe possèdent aussi une *docstring* explicite (avec *type_name* et les *field_names*) et une méthode `__repr__()` pratique qui liste le contenu du tuple au format `nom=valeur`.

field_names peut être une séquence de chaînes de caractères telle que `['x', 'y']` ou bien une unique chaîne de caractères où les noms de champs sont séparés par un espace et/ou une virgule, par exemple `'x y'` ou `'x, y'`.

N'importe quel identifiant Python peut être utilisé pour un nom de champ hormis ceux commençant par un tiret bas. Les identifiants valides peuvent contenir des lettres, des chiffres (sauf en première position) et des tirets bas (sauf en première position). Un identifiant ne peut pas être un *keyword* tel que `class`, `for`, `return`, `global`, `pass` ou `raise`.

Si *rename* vaut `True`, alors les noms de champs invalides sont automatiquement renommés en noms positionnels. Par exemple, `['abc', 'def', 'ghi', 'abc']` est converti en `['abc, '_1', 'ghi', '_3']` afin d'éliminer le mot-clé `def` et le doublon de `abc`.

defaults peut être `None` ou un *iterable* de valeurs par défaut. Comme les champs avec une valeur par défaut doivent être définis après les champs sans valeur par défaut, les *defaults* sont appliqués aux paramètres les plus à droite. Par exemple, si les noms des champs sont `['x', 'y', 'z']` et les valeurs par défaut `(1, 2)`, alors `x` est un argument obligatoire tandis que `y` et `y` valent par défaut `1` et `2`.

Si *module* est spécifié, alors il est assigné à l'attribut `__module__` du tuple nommé.

Les instances de tuples nommés n'ont pas de dictionnaires propres, elles sont donc légères et ne requièrent pas plus de mémoire que les tuples natifs.

Modifié dans la version 3.1 : Gestion de *rename*.

Modifié dans la version 3.6 : Les paramètres *verbose* et *rename* deviennent des *arguments obligatoirement nommés*.

Modifié dans la version 3.6 : Ajout du paramètre *module*.

Modifié dans la version 3.7 : Suppression du paramètre *verbose* et de l'attribut `_source`.

Modifié dans la version 3.7 : Ajout du paramètre *defaults* et de l'attribut `_field_defaults`.

```
>>> # Basic example
>>> Point = namedtuple('Point', ['x', 'y'])
>>> p = Point(11, y=22)     # instantiate with positional or keyword arguments
>>> p[0] + p[1]             # indexable like the plain tuple (11, 22)
33
>>> x, y = p                # unpack like a regular tuple
>>> x, y
(11, 22)
>>> p.x + p.y               # fields also accessible by name
33
>>> p                       # readable __repr__ with a name=value style
Point(x=11, y=22)
```

Les tuples nommés sont particulièrement utiles pour associer des noms de champs à des tuples renvoyés par les modules *csv* ou *sqlite3* :

```
EmployeeRecord = namedtuple('EmployeeRecord', 'name, age, title, department,␣
↪paygrade')

import csv
for emp in map(EmployeeRecord._make, csv.reader(open("employees.csv", "rb"))):
    print(emp.name, emp.title)

import sqlite3
conn = sqlite3.connect('/companydata')
cursor = conn.cursor()
cursor.execute('SELECT name, age, title, department, paygrade FROM employees')
for emp in map(EmployeeRecord._make, cursor.fetchall()):
    print(emp.name, emp.title)
```

En plus des méthodes héritées de `tuple`, les tuples nommés implémentent trois méthodes et deux attributs supplémentaires. Pour éviter les conflits avec noms de champs, leurs noms commencent par un tiret bas.

classmethod somenamedtuple.**_make**(*iterable*)

Méthode de classe qui construit une nouvelle instance à partir d'une séquence ou d'un itérable existant.

```
>>> t = [11, 22]
>>> Point._make(t)
Point(x=11, y=22)
```

somenamedtuple.**_asdict**()
Renvoie un nouveau *dict* qui associe chaque nom de champ à sa valeur correspondante :

```
>>> p = Point(x=11, y=22)
>>> p._asdict()
OrderedDict([('x', 11), ('y', 22)])
```

Modifié dans la version 3.1 : Renvoie un *OrderedDict* au lieu d'un *dict* natif.

somenamedtuple.**_replace**(***kwargs*)
Renvoie une nouvelle instance du tuple nommé en remplaçant les champs spécifiés par leurs nouvelles valeurs :

```
>>> p = Point(x=11, y=22)
>>> p._replace(x=33)
Point(x=33, y=22)

>>> for partnum, record in inventory.items():
...     inventory[partnum] = record._replace(price=newprices[partnum],␣
↪timestamp=time.now())
```

somenamedtuple.**_fields**
Tuple de chaînes de caractères listant les noms de champs. Pratique pour l'introspection et pour créer de nouveaux types de tuples nommés à partir d'existants.

```
>>> p._fields            # view the field names
('x', 'y')

>>> Color = namedtuple('Color', 'red green blue')
>>> Pixel = namedtuple('Pixel', Point._fields + Color._fields)
>>> Pixel(11, 22, 128, 255, 0)
Pixel(x=11, y=22, red=128, green=255, blue=0)
```

somenamedtuple.**_field_defaults**
Dictionnaire qui assigne les valeurs par défaut aux noms des champs.

```
>>> Account = namedtuple('Account', ['type', 'balance'], defaults=[0])
>>> Account._field_defaults
{'balance': 0}
>>> Account('premium')
Account(type='premium', balance=0)
```

Pour récupérer un champ dont le nom est une chaîne de caractères, utilisez la fonction *getattr()* :

```
>>> getattr(p, 'x')
11
```

Pour convertir un dictionnaire en tuple nommé, utilisez l'opérateur double-étoile (comme expliqué dans tut-unpacking-arguments) :

```
>>> d = {'x': 11, 'y': 22}
>>> Point(**d)
Point(x=11, y=22)
```

Il est aisé d'ajouter ou de modifier les fonctionnalités des tuples nommés grâce à l'héritage puisqu'il s'agit de simples classes. Voici comment ajouter un champ calculé avec une longueur fixe d'affichage :

```
>>> class Point(namedtuple('Point', ['x', 'y'])):
...     __slots__ = ()
...     @property
...     def hypot(self):
...         return (self.x ** 2 + self.y ** 2) ** 0.5
...     def __str__(self):
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
...         return 'Point: x=%6.3f  y=%6.3f  hypot=%6.3f' % (self.x, self.y, self.
↪hypot)

>>> for p in Point(3, 4), Point(14, 5/7):
...     print(p)
Point: x= 3.000  y= 4.000  hypot= 5.000
Point: x=14.000  y= 0.714  hypot=14.018
```

La sous-classe ci-dessus définit `__slots__` comme un tuple vide. Cela permet de garder une emprunte mémoire faible en empêchant la création de dictionnaire d'instance.

L'héritage n'est pas pertinent pour ajouter de nouveaux champs. Il est préférable de simplement créer un nouveau type de tuple nommé avec l'attribut *_fields* :

```
>>> Point3D = namedtuple('Point3D', Point._fields + ('z',))
```

Les *docstrings* peuvent être personnalisées en modifiant directement l'attribut `__doc__` :

```
>>> Book = namedtuple('Book', ['id', 'title', 'authors'])
>>> Book.__doc__ += ': Hardcover book in active collection'
>>> Book.id.__doc__ = '13-digit ISBN'
>>> Book.title.__doc__ = 'Title of first printing'
>>> Book.authors.__doc__ = 'List of authors sorted by last name'
```

Modifié dans la version 3.5 : La propriété devient éditable.

Les valeurs par défaut peuvent être implémentées en utilisant *_replace()* pour personnaliser une instance prototype :

```
>>> Account = namedtuple('Account', 'owner balance transaction_count')
>>> default_account = Account('<owner name>', 0.0, 0)
>>> johns_account = default_account._replace(owner='John')
>>> janes_account = default_account._replace(owner='Jane')
```

Voir aussi :

— Voir *typing.NamedTuple()* pour un moyen d'ajouter des indications de type pour les tuples nommés. Cela propose aussi une notation élégante utilisant le mot-clé `class` :

```
class Component(NamedTuple):
    part_number: int
    weight: float
    description: Optional[str] = None
```

— Voir *types.SimpleNamespace()* pour un espace de nommage muable basé sur un dictionnaire sous-jacent à la place d'un tuple.

— Le module *dataclasses* fournit un décorateur et des fonctions pour ajouter automatiquement des méthodes spéciales générées aux classes définies par l'utilisateur.

8.3.6 Objets `OrderedDict`

Les dictionnaires ordonnés sont des dictionnaires comme les autres mais possèdent des capacités supplémentaires pour s'ordonner. Ils sont maintenant moins importants puisque la classe native *dict* sait se souvenir de l'ordre d'insertion (cette fonctionnalité a été garantie par Python 3.7).

Quelques différences persistent vis-à-vis de *dict* :

— Les *dict* classiques ont été conçus pour être performants dans les opérations de correspondance. Garder une trace de l'ordre d'insertion était secondaire.

— Les *OrderedDict* ont été conçus pour être performants dans les opérations de ré-arrangement. L'occupation mémoire, la vitesse de parcours et les performances de mise à jour étaient secondaires.

— Algorithmiquement, *OrderedDict* gère mieux les ré-arrangements fréquents que *dict*. Ceci la rend adaptée pour suivre les accès les plus récents (par exemple pour implémenter un cache LRU pour *Least Recently Used* en anglais).
— Le test d'égalité de *OrderedDict* vérifie si l'ordre correspond.
— La méthode `popitem()` de *OrderedDict* possède une signature différente. Elle accepte un argument optionnel pour spécifier quel élément doit être enlevé.
— *OrderedDict* possède une méthode `move_to_end()` pour déplacer efficacement un élément à la fin.
— Avant Python 3.8, *dict* n'a pas de méthode `__reversed__()`.

class `collections.`**OrderedDict**(*[items]*)

Renvoie une instance d'une sous-classe de *dict* qui possède des méthodes spécialisées pour redéfinir l'ordre du dictionnaire.

Nouveau dans la version 3.1.

popitem(*last=True*)

La méthode *popitem()* pour les dictionnaires ordonnés retire et renvoie une paire `(clé, valeur)`. Les paires sont renvoyées comme pour une pile, c'est-à-dire dernier entré, premier sorti (en anglais LIFO) si *last* vaut `True`. Si *last* vaut `False`, alors les paires sont renvoyées comme pour une file, c'est-à-dire premier entré, premier sorti (en anglais FIFO (first-in, first-out)).

move_to_end(*key*, *last=True*)

Déplace une clé *key* existante à l'une des deux extrémités du dictionnaire : à droite si *last* vaut `True` (comportement par défaut) ou à gauche sinon. Lève une exception *KeyError* si la clé *key* n'est pas trouvée :

```
>>> d = OrderedDict.fromkeys('abcde')
>>> d.move_to_end('b')
>>> ''.join(d.keys())
'acdeb'
>>> d.move_to_end('b', last=False)
>>> ''.join(d.keys())
'bacde'
```

Nouveau dans la version 3.2.

En plus des méthodes usuelles des dictionnaires, les dictionnaires ordonnés gèrent l'itération en sens inverse grâce à *reversed()*.

Les tests d'égalité entre deux objets *OrderedDict* sont sensibles à l'ordre et sont implémentés comme ceci : `list(od1.items()) == list(od2.items())`. Les tests d'égalité entre un objet *OrderedDict* et un objet *Mapping* ne sont pas sensibles à l'ordre (comme les dictionnaires natifs). Cela permet substituer des objets *OrderedDict* partout où les dictionnaires natifs sont utilisés.

Modifié dans la version 3.5 : Les *vues* d'éléments, de clés et de valeurs de *OrderedDict* gèrent maintenant l'itération en sens inverse en utilisant *reversed()*.

Modifié dans la version 3.6 : Suite à l'acceptation de la **PEP 468**, l'ordre des arguments nommés passés au constructeur et à la méthode `update()` de *OrderedDict* est conservé.

Exemples et cas pratiques utilisant `OrderDict`

Il est facile de créer une variante de dictionnaire ordonné qui retient l'ordre dans lequel les clés ont été insérées *en dernier*. Si une nouvelle entrée écrase une existante, la position d'insertion d'origine est modifiée et déplacée à la fin :

```
class LastUpdatedOrderedDict(OrderedDict):
    'Store items in the order the keys were last added'

    def __setitem__(self, key, value):
        super().__setitem__(key, value)
        super().move_to_end(key)
```

Un *OrderedDict* peut aussi être utile pour implémenter des variantes de *functools.lru_cache()* :

```
class LRU(OrderedDict):
    'Limit size, evicting the least recently looked-up key when full'

    def __init__(self, maxsize=128, *args, **kwds):
        self.maxsize = maxsize
        super().__init__(*args, **kwds)

    def __getitem__(self, key):
        value = super().__getitem__(key)
        self.move_to_end(key)
        return value

    def __setitem__(self, key, value):
        super().__setitem__(key, value)
        if len(self) > self.maxsize:
            oldest = next(iter(self))
            del self[oldest]
```

8.3.7 Objets `UserDict`

La classe *`UserDict`* se comporte comme une surcouche autour des dictionnaires. L'utilité de cette classe est réduite car on peut maintenant hériter directement de *`dict`*. Cependant, il peut être plus facile de travailler avec celle-ci car le dictionnaire sous-jacent est accessible comme attribut.

class collections.**UserDict**([*initialdata*])

Classe simulant un dictionnaire. Les instances de *`UserDict`* possèdent un attribut *`data`* où est stocké leur contenu sous forme de dictionnaire natif. Si *initialdata* est spécifié, alors *`data`* est initialisé avec son contenu. Remarquez qu'une référence vers *initialdata* n'est pas conservée, ce qui permet de l'utiliser pour d'autres tâches.

En plus de gérer les méthodes et opérations des dictionnaires, les instance de *`UserDict`* fournissent l'attribut suivant :

data

Un dictionnaire natif où est stocké le contenu de la classe *`UserDict`*.

8.3.8 Objets `UserList`

Cette classe agit comme une surcouche autour des objets `list`. C'est une classe mère utile pour vos classes listes-compatibles qui peuvent en hériter et surcharger les méthodes existantes ou en ajouter de nouvelles. Ainsi, on peut ajouter de nouveaux comportements aux listes.

L'utilité de cette classe a été partiellement réduite par la possibilité d'hériter directement de *`list`*. Cependant, il peut être plus facile de travailler avec cette classe car la liste sous-jacente est accessible via un attribut.

class collections.**UserList**([*list*])

Classe simulant une liste. Les instances de *`UserList`* possèdent un attribut *`UserList`* où est stocké leur contenu sous forme de liste native. Il est initialement une copie de *list*, ou `[]` par défaut. *list* peut être un itérable, par exemple une liste native ou un objet *`UserList`*.

En plus de gérer les méthodes et opérations des séquences muables, les instances de *`UserList`* possèdent l'attribut suivant :

data

Un objet *`list`* natif utilisé pour stocker le contenu de la classe *`UserList`*.

Prérequis pour l'héritage : Les sous-classe de *`UserList`* doivent implémenter un constructeur qui peut être appelé avec zéro ou un argument. Les opérations sur les listes qui renvoient une nouvelle séquence essayent de créer une instance de la classe courante. C'est pour cela que le constructeur doit pouvoir être appelé avec un unique paramètre, un objet séquence utilisé comme source de données.

Si une classe fille ne remplit pas cette condition, toutes les méthodes spéciales gérées par cette classe devront être implémentées à nouveau. Merci de consulter les sources pour obtenir des informations sur les méthodes qui doivent être fournies dans ce cas.

8.3.9 Objets `UserString`

La classe *`UserString`* agit comme une surcouche autour des objets `str`. L'utilité de cette classe a été partiellement réduite par la possibilité d'hériter directement de *`str`*. Cependant, il peut être plus facile de travailler avec cette classe car la chaîne de caractère sous-jacente est accessible via un attribut.

class `collections.`**UserString**(*seq*)

Classe simulant une chaîne de caractères. Les instances de *`UserString`* possèdent un attribut *`data`* où est stocké leur contenu sous forme de chaîne de caractères native. Le contenu de l'instance est initialement une copie de *seq*, qui peut être n'importe quel objet convertible en chaîne de caractère avec la fonction native *`str()`*.

En plus de gérer les méthodes et opérations sur les chaînes de caractères, les instances de *`UserString`* possèdent l'attribut suivant :

data

Un objet *`str`* natif utilisé pour stocker le contenu de la classe *`UserString`*.

Modifié dans la version 3.5 : Nouvelles méthodes `__getnewargs__`, `__rmod__`, `casefold`, `format_map`, `isprintable` et `maketrans`.

8.4 `collections.abc` --- Classes de base abstraites pour les conteneurs

Nouveau dans la version 3.3 : Auparavant, ce module faisait partie du module *`collections`*.

Code source : Lib/_collections_abc.py

Ce module fournit *des classes de base abstraites* qui peuvent être utilisées pour vérifier si une classe fournit une interface particulière (par exemple, savoir s'il s'agit d'un hachable ou d'une table de correspondance).

8.4.1 Classes de base abstraites de collections

Le module collections apporte les *ABC* suivantes :

ABC	Hérite de	Méthodes abstraites	Méthodes *mixin*
Container		`__contains__`	
Hashable		`__hash__`	
Iterable		`__iter__`	
Iterator	*Iterable*	`__next__`	`__iter__`
Reversible	*Iterable*	`__reversed__`	
Generator	*Iterator*	`send`, `throw`	`close`, `__iter__`, `__next__`
Sized		`__len__`	
Callable		`__call__`	
Collection	*Sized*, *Iterable*, *Container*	`__contains__`, `__iter__`, `__len__`	
Sequence	*Reversible*, *Collection*	`__getitem__`, `__len__`	`__contains__`, `__iter__`, `__reversed__`, `index` et `count`
MutableSequence	*Sequence*	`__getitem__`, `__setitem__`, `__delitem__`, `__len__`, `insert`	Méthodes héritées de *Sequence*, et `append`, `reverse`, `extend`, `pop`, `remove` et `__iadd__`
ByteString	*Sequence*	`__getitem__`, `__len__`	Méthodes héritées de *Sequence*
Set	*Collection*	`__contains__`, `__iter__`, `__len__`	`__le__`, `__lt__`, `__eq__`, `__ne__`, `__gt__`, `__ge__`, `__and__`, `__or__`, `__sub__`, `__xor__` et `isdisjoint`
MutableSet	*Set*	`__contains__`, `__iter__`, `__len__`, `add`, `discard`	Méthodes héritées de *Set*, et `clear`, `pop`, `remove`, `__ior__`, `__iand__`, `__ixor__` et `__isub__`
Mapping	*Collection*	`__getitem__`, `__iter__`, `__len__`	`__contains__`, `keys`, `items`, `values`, `get`, `__eq__` et `__ne__`
MutableMapping	*Mapping*	`__getitem__`, `__setitem__`, `__delitem__`, `__iter__`, `__len__`	Méthodes héritées de *Mapping*, et `pop`, `popitem`, `clear`, `update` et `setdefault`
MappingView	*Sized*		`__len__`
ItemsView	*MappingView*, *Set*		`__contains__`, `__iter__`
KeysView	*MappingView*, *Set*		`__contains__`, `__iter__`
ValuesView	*MappingView*, *Collection*		`__contains__`, `__iter__`
Awaitable		`__await__`	
Coroutine	*Awaitable*	`send`, `throw`	`close`
AsyncIterable		`__aiter__`	
AsyncIterator	*AsyncIterable*	`__anext__`	`__aiter__`
AsyncGenerator	*AsyncIterator*	`asend`, `athrow`	`aclose`, `__aiter__`, `__anext__`

class collections.abc.**Container**
class collections.abc.**Hashable**
class collections.abc.**Sized**
class collections.abc.**Callable**

ABC pour les classes qui définissent respectivement les méthodes `__contains__()`, `__hash__()`, `__len__()` et `__call__()`.

class collections.abc.**Iterable**

ABC pour les classes qui définissent la méthode `__iter__()`.

Évaluer `isinstance(obj, Iterable)` détecte les classes qui sont enregistrées comme *Iterable* ou qui possèdent une méthode `__iter__()`, mais ne détecte pas les classes qui itèrent avec la méthode

__getitem__(). Le seul moyen fiable de déterminer si un objet est *itérable* est d'appeler iter(obj).

class collections.abc.**Collection**
ABC pour les classes de conteneurs itérables et *sized*.
Nouveau dans la version 3.6.

class collections.abc.**Iterator**
ABC pour les classes qui définissent les méthodes *__iter__()* et *__next__()*. Voir aussi la définition d'*itérateur*.

class collections.abc.**Reversible**
ABC pour les classes d'itérables qui implémentent également la méthode __reversed__().
Nouveau dans la version 3.6.

class collections.abc.**Generator**
ABC pour les classes de générateurs qui implémentent le protocole défini dans la **PEP 342** qui étend les itérateurs avec les méthodes send(), throw() et close(). Voir aussi la définition de *générateur*.
Nouveau dans la version 3.5.

class collections.abc.**Sequence**
class collections.abc.**MutableSequence**
class collections.abc.**ByteString**
ABC pour les *séquences* immuables et muables.
Note pour l'implémentation : quelques méthodes *mixin*, comme __iter__(), __reversed__() et index(), font des appels répétés à la méthode sous-jacente __getitem__(). Ainsi, si __getitem__() est implémentée avec une vitesse d'accès constante, les méthodes *mixin* auront une performance linéaire ; cependant, si elle est linéaire, les *mixin* auront une performance quadratique, il serait alors judicieux de les surcharger.
Modifié dans la version 3.5 : La méthode index() a ajouté le support des arguments *start* et *stop*.

class collections.abc.**Set**
class collections.abc.**MutableSet**
ABC pour les ensembles immuables et muables.

class collections.abc.**Mapping**
class collections.abc.**MutableMapping**
ABC pour les *tables de correspondances* immuables et muables.

class collections.abc.**MappingView**
class collections.abc.**ItemsView**
class collections.abc.**KeysView**
class collections.abc.**ValuesView**
ABC pour les *vues* de *mappings* (tableaux de correspondances), d'éléments, de clés et de valeurs.

class collections.abc.**Awaitable**
ABC pour les objets *awaitables*, qui peuvent être utilisés dans les expressions await. Les implémentations personnalisées doivent définir la méthode __await__().
Les objets *coroutines* et les instances de l'ABC *Coroutine* sont tous des instances de cette ABC.

Note : En CPython, les coroutines basées sur les générateurs (les générateurs décorés avec *types.coroutine()* ou *asyncio.coroutine()*) sont *awaitables*, bien qu'elles n'aient pas de méthode __await__(). Évaluer isinstance(gencoro, Awaitable) où gencoro est un générateur décoré va renvoyer False. Utilisez *inspect.isawaitable()* pour les détecter.

Nouveau dans la version 3.5.

class collections.abc.**Coroutine**
ABC pour les classes compatibles avec les coroutines. Elles implémentent les méthodes suivantes, définies dans coroutine-objects : send(), throw() et close(). Les implémentations personnalisées doivent également fournir __await__(). Toutes les instances de *Coroutine* sont également des instances de *Awaitable*. Voir aussi la définition de *coroutine*.

Note : En CPython, les coroutines basées sur les générateurs (les générateurs décorés avec *types.coroutine()* ou *asyncio.coroutine()*) sont *awaitables*, bien qu'elles n'aient pas de méthode `__await__()`. Évaluer `isinstance(gencoro, Corourine)` où `gencoro` est un générateur décoré va renvoyer `False`. Utilisez *inspect.isawaitable()* pour les détecter.

Nouveau dans la version 3.5.

class collections.abc.**AsyncIterable**
ABC pour les classes qui définissent la méthode `__aiter__`. Voir aussi la définition d'*itérable asynchrone*.
Nouveau dans la version 3.5.

class collections.abc.**AsyncIterator**
ABC pour les classes qui définissent les méthodes `__aiter__` et `__anext__`. Voir aussi la définition d'*itérateur asynchrone*.
Nouveau dans la version 3.5.

class collections.abc.**AsyncGenerator**
ABC pour les classes de générateurs asynchrones qui implémentent le protocole défini dans la **PEP 525** et dans la **PEP 492**.
Nouveau dans la version 3.6.

Ces ABC permettent de demander à des classes ou à des instances si elles fournissent des fonctionnalités particulières, par exemple :

```
size = None
if isinstance(myvar, collections.abc.Sized):
    size = len(myvar)
```

Une partie des ABC sont également utiles en tant que *mixins* : cela rend plus facile le développement de classes qui gèrent des API de conteneurs. Par exemple, pour écrire une classe qui gère l'API entière de *Set*, il est uniquement nécessaire de fournir les trois méthodes sous-jacentes abstraites `__contains__()`, `__iter__()` et `__len__()`. L'ABC apporte les méthodes restantes, comme `__and__()` et `isdisjoint()` :

```
class ListBasedSet(collections.abc.Set):
    ''' Alternate set implementation favoring space over speed
        and not requiring the set elements to be hashable. '''
    def __init__(self, iterable):
        self.elements = lst = []
        for value in iterable:
            if value not in lst:
                lst.append(value)

    def __iter__(self):
        return iter(self.elements)

    def __contains__(self, value):
        return value in self.elements

    def __len__(self):
        return len(self.elements)

s1 = ListBasedSet('abcdef')
s2 = ListBasedSet('defghi')
overlap = s1 & s2            # The __and__() method is supported automatically
```

Notes à propos de l'utilisation de *Set* et *MutableSet* comme *mixin* :

(1) Comme une partie des opérations sur les ensembles créent de nouveaux ensembles, les méthodes *mixins* par défaut ont besoin d'un moyen de créer de nouvelles instances à partir d'un itérable. Le constructeur de classe est supposé avoir une signature de la forme `ClassName(iterable)`. Cette supposition est faite par une méthode de classe interne appelée `_from_iterable()` qui appelle `cls(iterable)` pour construire un nouvel ensemble. Si le *Set* *mixin* est utilisé dans une classe avec un constructeur de signature différente,

vous devrez surcharger `_from_iterable()` avec une méthode de classe qui peut construire de nouvelles instances à partir d'un argument itérable.

(2) Pour surcharger les comparaisons (a priori pour la rapidité, puisque la sémantique est fixe), il faut redéfinir `__le__()` et `__ge__()`, puis les autres opérations seront automatiquement adaptées.

(3) La classe *mixin* `Set` apporte une méthode `_hash()` pour calculer une valeur de hachage pour l'ensemble ; cependant `__hash__()` n'est pas défini car tous les ensembles ne sont pas hachables ou immuables. Pour rendre un ensemble hachable en utilisant les *mixins*, héritez de `Set()` et de `Hashable()`, puis définissez `__hash__ = Set._hash`.

Voir aussi :

— OrderedSet recipe pour un exemple construit sur `MutableSet`.
— Pour plus d'informations à propos des ABC, voir le module `abc` et la **PEP 3119**.

8.5 `heapq` — File de priorité basée sur un tas

Code source : Lib/heapq.py

Ce module expose une implémentation de l'algorithme de file de priorité, basée sur un tas.

Les tas sont des arbres binaires pour lesquels chaque valeur portée par un nœud est inférieure ou égale à celle de ses deux fils. Cette implémentation utilise des tableaux pour lesquels `tas[k] <= tas[2*k+1]` et `tas[k] <= tas[2*k+2]` pour tout *k*, en commençant la numérotation à zéro. Pour contenter l'opérateur de comparaison, les éléments inexistants sont considérés comme porteur d'une valeur infinie. L'intérêt du tas est que son plus petit élément est toujours la racine, `tas[0]`.

L'API ci-dessous diffère de la file de priorité classique par deux aspects : (a) l'indiçage commence à zéro. Cela complexifie légèrement la relation entre l'indice d'un nœud et les indices de ses fils mais est alignée avec l'indiçage commençant à zéro que Python utilise. (b) La méthode *pop* renvoie le plus petit élément et non le plus grand (appelé « tas-min » dans les manuels scolaires ; le « tas-max » étant généralement plus courant dans la littérature car il permet le classement sans tampon).

Ces deux points permettent d'aborder le tas comme une liste Python standard sans surprise : `heap[0]` est le plus petit élément et `heap.sort()` conserve l'invariant du tas !

Pour créer un tas, utilisez une liste initialisée à `[]` ou bien utilisez une liste existante et transformez la en tas à l'aide de la fonction `heapify()`.

Les fonctions suivantes sont fournies :

`heapq.`**`heappush`**(*heap*, *item*)
Introduit la valeur *item* dans le tas *heap*, en conservant l'invariance du tas.

`heapq.`**`heappop`**(*heap*)
Extraie le plus petit élément de *heap* en préservant l'invariant du tas. Si le tas est vide, une exception `IndexError` est levée. Pour accéder au plus petit élément sans le retirer, utilisez `heap[0]`.

`heapq.`**`heappushpop`**(*heap*, *item*)
Introduit l'élément *item* dans le tas, puis extraie le plus petit élément de *heap*. Cette action combinée est plus efficace que `heappush()` suivie par un appel séparé à `heappop()`.

`heapq.`**`heapify`**(*x*)
Transforme une liste *x* en un tas, sans utiliser de tampon et en temps linéaire.

`heapq.`**`heapreplace`**(*heap*, *item*)
Extraie le plus petit élément de *heap* et introduit le nouvel élément *item*. La taille du tas ne change pas. Si le tas est vide, une exception `IndexError` est levée.

Cette opération en une étape est plus efficace qu'un appel à `heappop()` suivi d'un appel à `heappush()` et est plus appropriée lorsque le tas est de taille fixe. La combinaison *pop*/*push* renvoie toujours un élément du tas et le remplace par *item*.

La valeur renvoyée peut être plus grande que l'élément *item* ajouté. Si cela n'est pas souhaitable, utilisez plutôt `heappushpop()` à la place. Sa combinaison *push*/*pop* renvoie le plus petit élément des deux valeurs et laisse la plus grande sur le tas.

Ce module contient également trois fonctions génériques utilisant les tas.

`heapq.`**`merge`**(**iterables*, *key=None*, *reverse=False*)

Fusionne plusieurs entrées ordonnées en une unique sortie ordonnée (par exemple, fusionne des entrées datées provenant de multiples journaux applicatifs). Renvoie un *iterator* sur les valeurs ordonnées.

Similaire à `sorted(itertools.chain(*iterables))` mais renvoie un itérable, ne stocke pas toutes les données en mémoire en une fois et suppose que chaque flux d'entrée est déjà classé (en ordre croissant).

A deux arguments optionnels qui doivent être fournis par mot clef.

key spécifie une *key function* d'un argument utilisée pour extraire une clef de comparaison de chaque élément de la liste. La valeur par défaut est `None` (compare les éléments directement).

reverse est une valeur booléenne. Si elle est `True`, la liste d'éléments est fusionnée comme si toutes les comparaisons étaient inversées. Pour obtenir un comportement similaire à `sorted(itertools.chain(*iterables), reverse=True)`, tous les itérables doivent être classés par ordre décroissant.

Modifié dans la version 3.5 : Ajout des paramètres optionnels *key* et *reverse*.

`heapq.`**`nlargest`**(*n*, *iterable*, *key=None*)

Renvoie une liste contenant les *n* plus grands éléments du jeu de données défini par *iterable*. Si l'option *key* est fournie, celle-ci spécifie une fonction à un argument qui est utilisée pour extraire la clé de comparaison de chaque élément dans *iterable* (par exemple, `key=str.lower`). Équivalent à : `sorted(iterable, key=key, reverse=True)[:n]`.

`heapq.`**`nsmallest`**(*n*, *iterable*, *key=None*)

Renvoie une liste contenant les *n* plus petits éléments du jeu de données défini par *iterable*. Si l'option *key* est fournie, celle-ci spécifie une fonction à un argument qui est utilisée pour extraire la clé de comparaison de chaque élément dans *iterable* (par exemple, `key=str.lower`). Équivalent à : `sorted(iterable, key=key)[:n]`.

Les deux fonctions précédentes sont les plus efficaces pour des petites valeurs de *n*. Pour de grandes valeurs, il est préférable d'utiliser la fonction `sorted()`. En outre, lorsque `n==1`, il est plus efficace d'utiliser les fonctions natives `min()` et `max()`. Si vous devez utiliser ces fonctions de façon répétée, il est préférable de transformer l'itérable en tas.

8.5.1 Exemples simples

Un tri par tas peut être implémenté en introduisant toutes les valeurs dans un tas puis en effectuant l'extraction des éléments un par un :

```
>>> def heapsort(iterable):
...     h = []
...     for value in iterable:
...         heappush(h, value)
...     return [heappop(h) for i in range(len(h))]
...
>>> heapsort([1, 3, 5, 7, 9, 2, 4, 6, 8, 0])
[0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9]
```

Ceci est similaire à `sorted(iterable)` mais, contrairement à `sorted()`, cette implémentation n'est pas stable.

Les éléments d'un tas peuvent être des *n*-uplets. C'est pratique pour assigner des valeurs de comparaison (par exemple, des priorités de tâches) en plus de l'élément qui est suivi :

```
>>> h = []
>>> heappush(h, (5, 'write code'))
>>> heappush(h, (7, 'release product'))
>>> heappush(h, (1, 'write spec'))
>>> heappush(h, (3, 'create tests'))
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
>>> heappop(h)
(1, 'write spec')
```

8.5.2 Notes d'implémentation de la file de priorité

Une file de priorité est une application courante des tas et présente plusieurs défis d'implémentation :

- Stabilité du classement : comment s'assurer que deux tâches avec la même priorité sont renvoyées dans l'ordre de leur ajout ?
- La comparaison des couples (priorité, tâche) échoue si les priorités sont identiques et que les tâches n'ont pas de relation d'ordre par défaut.
- Si la priorité d'une tâche change, comment la déplacer à sa nouvelle position dans le tas ?
- Si une tâche en attente doit être supprimée, comment la trouver et la supprimer de la file ?

Une solution aux deux premiers problèmes consiste à stocker les entrées sous forme de liste à 3 éléments incluant la priorité, le numéro d'ajout et la tâche. Le numéro d'ajout sert à briser les égalités de telle sorte que deux tâches avec la même priorité sont renvoyées dans l'ordre de leur insertion. Puisque deux tâches ne peuvent jamais avoir le même numéro d'ajout, la comparaison des triplets ne va jamais chercher à comparer des tâches entre elles.

Une autre solution au fait que les tâches ne possèdent pas de relation d'ordre est de créer une classe d'encapsulation qui ignore l'élément tâche et ne compare que le champ priorité :

```
from dataclasses import dataclass, field
from typing import Any

@dataclass(order=True)
class PrioritizedItem:
    priority: int
    item: Any=field(compare=False)
```

Le problème restant consiste à trouver une tâche en attente et modifier sa priorité ou la supprimer. Trouver une tâche peut être réalisé à l'aide d'un dictionnaire pointant vers une entrée dans la file.

Supprimer une entrée ou changer sa priorité est plus difficile puisque cela romprait l'invariant de la structure de tas. Une solution possible est de marquer l'entrée comme supprimée et d'ajouter une nouvelle entrée avec sa priorité modifiée :

```
pq = []                         # list of entries arranged in a heap
entry_finder = {}               # mapping of tasks to entries
REMOVED = '<removed-task>'      # placeholder for a removed task
counter = itertools.count()     # unique sequence count

def add_task(task, priority=0):
    'Add a new task or update the priority of an existing task'
    if task in entry_finder:
        remove_task(task)
    count = next(counter)
    entry = [priority, count, task]
    entry_finder[task] = entry
    heappush(pq, entry)

def remove_task(task):
    'Mark an existing task as REMOVED.  Raise KeyError if not found.'
    entry = entry_finder.pop(task)
    entry[-1] = REMOVED

def pop_task():
    'Remove and return the lowest priority task. Raise KeyError if empty.'
    while pq:
        priority, count, task = heappop(pq)
        if task is not REMOVED:
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
            del entry_finder[task]
            return task
    raise KeyError('pop from an empty priority queue')
```

8.5.3 Théorie

Les tas sont des tableaux pour lesquels `a[k] <= a[2*k+1]` et `a[k] <= a[2*k+2]` pour tout *k* en comptant les éléments à partir de 0. Pour simplifier la comparaison, les éléments inexistants sont considérés comme étant infinis. L'intérêt des tas est que `a[0]` est toujours leur plus petit élément.

L'invariant étrange ci-dessus est une représentation efficace en mémoire d'un tournoi. Les nombres ci-dessous sont *k* et non `a[k]` :

```
                                0

             1                                  2

      3             4                5               6

  7       8       9       10      11      12      13      14

15 16   17 18   19 20   21 22   23 24   25 26   27 28   29 30
```

Dans l'arbre ci-dessus, chaque nœud *k* a pour enfants `2*k+1` et `2*k+2`. Dans les tournois binaires habituels dans les compétitions sportives, chaque nœud est le vainqueur des deux nœuds inférieurs et nous pouvons tracer le chemin du vainqueur le long de l'arbre afin de voir qui étaient ses adversaires. Cependant, dans de nombreuses applications informatiques de ces tournois, nous n'avons pas besoin de produire l'historique du vainqueur. Afin d'occuper moins de mémoire, on remplace le vainqueur lors de sa promotion par un autre élément à un plus bas niveau. La règle devient alors qu'un nœud et les deux nœuds qu'il chapeaute contiennent trois éléments différents, mais le nœud supérieur « gagne » contre les deux nœuds inférieurs.

Si cet invariant de tas est vérifié à tout instant, alors l'élément à l'indice 0 est le vainqueur global. L'algorithme le plus simple pour le retirer et trouver le vainqueur « suivant » consiste à déplacer un perdant (par exemple le nœud 30 dans le diagramme ci-dessus) à la position 0, puis à faire redescendre cette nouvelle racine dans l'arbre en échangeant sa valeur avec celle d'un de ses fils jusqu'à ce que l'invariant soit rétabli. Cette approche a un coût logarithmique par rapport au nombre total d'éléments dans l'arbre. En itérant sur tous les éléments, le classement s'effectue en O(n log n) opérations.

Une propriété agréable de cet algorithme est qu'il est possible d'insérer efficacement de nouveaux éléments en cours de classement, du moment que les éléments insérés ne sont pas « meilleurs » que le dernier élément qui a été extrait. Ceci s'avère très utile dans des simulations où l'arbre contient la liste des événements arrivants et que la condition de « victoire » est le plus petit temps d'exécution planifié. Lorsqu'un événement programme l'exécution d'autres événements, ceux-ci sont planifiés pour le futur et peuvent donc rejoindre le tas. Ainsi, le tas est une bonne structure pour implémenter un ordonnanceur (et c'est ce que j'ai utilisé pour mon séquenceur MIDI ☺).

Plusieurs structures ont été étudiées en détail pour implémenter des ordonnanceurs et les tas sont bien adaptés : ils sont raisonnablement rapides, leur vitesse est presque constante et le pire cas ne diffère pas trop du cas moyen. S'il existe des représentations qui sont plus efficaces en général, les pires cas peuvent être terriblement mauvais.

Les tas sont également très utiles pour ordonner les données sur de gros disques. Vous savez probablement qu'un gros tri implique la production de séquences pré-classées (dont la taille est généralement liée à la quantité de mémoire CPU disponible), suivie par une passe de fusion qui est généralement organisée de façon très intelligente [1]. Il est très important que le classement initial produise des séquences les plus longues possibles. Les tournois sont une bonne façon d'arriver à ce résultat. Si, en utilisant toute la mémoire disponible pour stocker un tournoi, vous remplacez et

1. Les algorithmes de répartition de charge pour les disques, courants de nos jours, sont plus embêtants qu'utiles, en raison de la capacité des disques à réaliser des accès aléatoires. Sur les périphériques qui ne peuvent faire que de la lecture séquentielle, comme les gros lecteurs à bandes, le besoin était différent et il fallait être malin pour s'assurer (bien à l'avance) que chaque mouvement de bande serait le plus efficace possible (c'est-à-dire participerait au mieux à l'« avancée » de la fusion). Certaines cassettes pouvaient même lire à l'envers et cela était aussi utilisé pour éviter de remonter dans le temps. Croyez-moi, les bons tris sur bandes étaient spectaculaires à regarder ! Depuis la nuit des temps, trier a toujours été le Grand Art ! ☺

faites percoler les éléments qui s'avèrent acceptables pour la séquence courante, vous produirez des séquences d'une taille égale au double de la mémoire pour une entrée aléatoire et bien mieux pour une entrée approximativement triée.

Qui plus est, si vous écrivez l'élément 0 sur le disque et que vous recevez en entrée un élément qui n'est pas adapté au tournoi actuel (parce que sa valeur « gagne » par rapport à la dernière valeur de sortie), alors il ne peut pas être stocké dans le tas donc la taille de ce dernier diminue. La mémoire libérée peut être réutilisée immédiatement pour progressivement construire un deuxième tas, qui croit à la même vitesse que le premier décroît. Lorsque le premier tas a complètement disparu, vous échangez les tas et démarrez une nouvelle séquence. Malin et plutôt efficace !

Pour résumer, les tas sont des structures de données qu'il est bon de connaître. Je les utilise dans quelques applications et je pense qu'il est bon de garder le module *heap* sous le coude. ☺

Notes

8.6 `bisect` — Algorithme de bissection de listes

Code source : Lib/bisect.py

Ce module fournit des outils pour maintenir une liste triée sans avoir à la trier à chaque insertion. Il pourrait être plus rapide que l'approche classique pour de longues listes d'éléments dont les opérations de comparaison sont lourdes. Le module se nomme *bisect* car il utilise une approche simple par bissection. Si vous voulez un exemple de cet algorithme, le mieux est d'aller lire le code source de ce module (les conditions sur les limites y étant justes !).

Les fonctions suivantes sont fournies :

`bisect.`**`bisect_left`**(*a*, *x*, *lo=0*, *hi=len(a)*)
: Trouve le point d'insertion de *x* dans *a* permettant de conserver l'ordre. Les paramètres *lo* et *hi* permettent de limiter les emplacements à vérifier dans la liste, par défaut toute la liste est utilisée. Si *x* est déjà présent dans *a*, le point d'insertion proposé sera avant (à gauche) de l'entrée existante. Si *a* est déjà triée, la valeur renvoyée peut directement être utilisée comme premier paramètre de `list.insert()`.

  Le point d'insertion renvoyé, *i*, coupe la liste *a* en deux moitiés telles que, pour la moitié de gauche : `all(val < x for val in a[lo:i])`, et pour la partie de droite : `all(val >= x for val in a[i:hi])`.

`bisect.`**`bisect_right`**(*a*, *x*, *lo=0*, *hi=len(a)*)
`bisect.`**`bisect`**(*a*, *x*, *lo=0*, *hi=len(a)*)
: Semblable à *bisect_left()*, mais renvoie un point d'insertion après (à droite) d'une potentielle entrée existante valant *x* dans *a*.

  Le point d'insertion renvoyé, *i*, coupe la liste *a* en deux moitiés telles que, pour la moitié de gauche : `all(val <= x for val in a[lo:i])` et pour la moitié de droite : `all(val > x for val in a[i:hi])`.

`bisect.`**`insort_left`**(*a*, *x*, *lo=0*, *hi=len(a)*)
: Insère *x* dans *a* en conservant le tri. C'est l'équivalent de `a.insert(bisect.bisect_left(a, x, lo, hi), x)`, tant que *a* est déjà triée. Gardez en tête que bien que la recherche ne coûte que O(log n), l'insertion coûte O(n).

`bisect.`**`insort_right`**(*a*, *x*, *lo=0*, *hi=len(a)*)
`bisect.`**`insort`**(*a*, *x*, *lo=0*, *hi=len(a)*)
: Similaire à *insort_left()*, mais en insérant *x* dans *a* après une potentielle entrée existante égale à *x*.

Voir aussi :

SortedCollection recipe utilise le module *bisect* pour construire une classe collection exposant des méthodes de recherches naturelles et gérant une fonction clef. Les clefs sont pré-calculées pour économiser des appels inutiles à la fonction clef durant les recherches.

8.6.1 Chercher dans des listes triées

Les fonctions *bisect()* ci-dessus sont utiles pour insérer des éléments, mais peuvent être étranges et peu naturelles à utiliser pour rechercher des éléments. Les cinq fonctions suivantes montrent comment les transformer en recherche plus classique pour les listes triées :

```
def index(a, x):
    'Locate the leftmost value exactly equal to x'
    i = bisect_left(a, x)
    if i != len(a) and a[i] == x:
        return i
    raise ValueError

def find_lt(a, x):
    'Find rightmost value less than x'
    i = bisect_left(a, x)
    if i:
        return a[i-1]
    raise ValueError

def find_le(a, x):
    'Find rightmost value less than or equal to x'
    i = bisect_right(a, x)
    if i:
        return a[i-1]
    raise ValueError

def find_gt(a, x):
    'Find leftmost value greater than x'
    i = bisect_right(a, x)
    if i != len(a):
        return a[i]
    raise ValueError

def find_ge(a, x):
    'Find leftmost item greater than or equal to x'
    i = bisect_left(a, x)
    if i != len(a):
        return a[i]
    raise ValueError
```

8.6.2 Autres Exemples

La fonction *bisect()* peut être utile pour des recherches dans des tableaux de nombres. Cet exemple utilise *bisect()* pour rechercher la note (sous forme de lettre) correspondant à un note sous forme de points, en se basant sur une échelle prédéfinie : plus de 90 vaut 'A', de 80 à 89 vaut 'B', etc… :

```
>>> def grade(score, breakpoints=[60, 70, 80, 90], grades='FDCBA'):
...     i = bisect(breakpoints, score)
...     return grades[i]
...
>>> [grade(score) for score in [33, 99, 77, 70, 89, 90, 100]]
['F', 'A', 'C', 'C', 'B', 'A', 'A']
```

Contrairement à la fonction *sorted()*, ça n'aurait pas de sens pour la fonction *bisect()* d'avoir un paramètre *key* ou *reversed*, qui conduiraient à une utilisation inefficace (des appels successifs à la fonction *bisect* n'auraient aucun moyen de se "souvenir" des recherches de clef précédentes).

Il est préférable d'utiliser une liste de clefs pré-calculée pour chercher l'index de l'enregistrement en question :

```
>>> data = [('red', 5), ('blue', 1), ('yellow', 8), ('black', 0)]
>>> data.sort(key=lambda r: r[1])
>>> keys = [r[1] for r in data]         # precomputed list of keys
>>> data[bisect_left(keys, 0)]
('black', 0)
>>> data[bisect_left(keys, 1)]
('blue', 1)
>>> data[bisect_left(keys, 5)]
('red', 5)
>>> data[bisect_left(keys, 8)]
('yellow', 8)
```

8.7 `array` — Tableaux efficaces de valeurs numériques

Ce module définit un type d'objet qui permet de représenter de façon compacte un tableau (*array*) de valeurs élémentaires : caractères, entiers, flottants. Les tableaux sont de type séquence et se comportent de manière très similaire aux listes, sauf que les types d'objets qui y sont stockés sont limités. Le type est spécifié au moment de la création de l'objet en utilisant *type code*, qui est un caractère unique. Voir ci-dessous pour la définition des types :

Code d'indication du type	Type C	Type Python	Taille minimum en octets	Notes
`'b'`	`signed char`	*int*	1	
`'B'`	`unsigned char`	*int*	1	
`'u'`	Py_UNICODE	Caractère Unicode	2	(1)
`'h'`	`signed short`	*int*	2	
`'H'`	`unsigned short`	*int*	2	
`'i'`	`signed int`	*int*	2	
`'I'`	`unsigned int`	*int*	2	
`'l'`	`signed long`	*int*	4	
`'L'`	`unsigned long`	*int*	4	
`'q'`	`signed long long`	*int*	8	
`'Q'`	`unsigned long long`	*int*	8	
`'f'`	*float*	*float*	4	
`'d'`	double	*float*	8	

Notes :

(1) Le code de type `'u'` correspond au type obsolète de Python caractère Unicode (`Py_UNICODE` de type `wchar_t`). Selon la plateforme, il peut être 16 bits ou 32 bits.

`'u'` sera supprimé avec le reste de l'API `Py_UNICODE`.

Deprecated since version 3.3, will be removed in version 4.0.

La représentation réelle des valeurs est déterminée par l'architecture de la machine (à proprement parler, par l'implémentation C). La taille réelle est accessible via l'attribut `itemsize`.

Le module définit le type suivant :

class `array.`**array**(*typecode*[, *initializer*])

Un nouveau tableau dont les éléments sont limités par *typecode*, et initialisés par la valeur optionnelle *initializer*, qui peut être une liste, un *bytes-like object*, ou un itérable sur des éléments du type approprié.

Si le paramètre *initializer* est une liste ou une chaîne de caractères, il est passé à la méthode `fromlist()`, `frombytes()` ou `fromunicode()` du tableau (voir ci-dessous) pour ajouter les éléments initiaux du tableau. Si c'est un itérable, il est passé à la méthode `extend()`.

array.**typecodes**
Une chaîne avec tous les codes de types disponibles.

Les objets de tableau supportent les opérations classiques de séquence : indiçage, découpage, concaténation et multiplication. Lors de l'utilisation de tranche, la valeur assignée doit être un tableau du même type ; dans tous les autres cas, l'exception *TypeError* est levée. Les objets de tableau implémentent également l'interface tampon, et peuvent être utilisés partout où *bytes-like objects* sont supportés.

Les éléments de données et méthodes suivants sont également supportés :

array.**typecode**
Le code (de type Python caractère) utilisé pour spécifier le type des éléments du tableau.

array.**itemsize**
La longueur en octets d'un élément du tableau dans la représentation interne.

array.**append**(*x*)
Ajoute un nouvel élément avec la valeur *x* à la fin du tableau.

array.**buffer_info**()
Renvoie un tuple `(address, length)` indiquant l'adresse mémoire courante et la longueur en éléments du tampon utilisé pour contenir le contenu du tableau. La taille du tampon mémoire en octets peut être calculée par `array.buffer_info()[1] * array.itemsize`. Ceci est parfois utile lorsque vous travaillez sur des interfaces E/S de bas niveau (et intrinsèquement dangereuses) qui nécessitent des adresses mémoire, telles que certaines opérations `ioctl()`. Les nombres renvoyés sont valides tant que le tableau existe et qu'aucune opération qui modifie sa taille ne lui est appliquée.

Note : Lors de l'utilisation d'objets tableaux provenant de codes écrits en C ou C++ (le seul moyen d'utiliser efficacement ces informations), il est plus logique d'utiliser l'interface tampon supportée par les objets tableaux. Cette méthode est maintenue pour des raisons de rétrocompatibilité et devrait être évitée dans un nouveau code. L'interface tampon est documentée dans bufferobjects.

---

array.**byteswap**()
Boutisme de tous les éléments du tableau. Ceci n'est pris en charge que pour les valeurs de 1, 2, 4 ou 8 octets ; pour les autres types de valeur, *RuntimeError* est levée. Il est utile lors de la lecture de données à partir d'un fichier écrit sur une machine avec un ordre d'octets différent.

array.**count**(*x*)
Renvoi le nombre d'occurrences de *x* dans le tableau.

array.**extend**(*iterable*)
Ajoute les éléments de *iterable* à la fin du tableau. Si *iterable* est un autre tableau, il doit le même code d'indication du type ; dans le cas contraire, *TypeError* sera levée. Si *iterable* n'est pas un tableau, il doit être itérable et ces éléments doivent être du bon type pour être ajoutés dans le tableau.

array.**frombytes**(*s*)
Ajoute des éléments de la chaîne, interprétant la chaîne comme un tableau de valeurs machine (comme si elle avait été lue depuis le fichier en utilisant la méthode `from file()`).

Nouveau dans la version 3.2 : *fromstring()* est renommée en *frombytes()* pour plus de lisibilité.

array.**fromfile**(*f*, *n*)
Lit *n* éléments (en tant que valeurs machine) du *file object* *f* et les ajouter à la fin du tableau. Si moins de *n* éléments sont disponibles, *EOFError* est levée, mais les éléments qui étaient disponibles sont tout de même insérés dans le tableau. *f* doit être un objet fichier natif ; quelque chose d'autre avec une méthode `read()` ne suffit pas.

array.**fromlist**(*list*)
Ajoute les éléments de la liste. C'est l'équivalent de `for x in list: a.append(x)` sauf que s'il y a une erreur de type, le tableau est inchangé.

array.**fromstring**()
Alias obsolète de *frombytes()*.

Deprecated since version 3.2, will be removed in version 3.9.

`array.`**`fromunicode`**`(`*s*`)`
Étend ce tableau avec les données de la chaîne Unicode donnée. Le tableau doit être de type `'u'` ; sinon *`ValueError`* est levée. Utiliser `array.frombytes(unicodestring.encode(enc))` pour ajouter des données Unicode à un tableau d'un autre type.

`array.`**`index`**`(`*x*`)`
Renvoie le plus petit *i* tel que *i* est l'index de la première occurrence de *x* dans le tableau.

`array.`**`insert`**`(`*i*, *x*`)`
Ajoute un nouvel élément avec la valeur *x* dans le tableau avant la position *i*. Les valeurs négatives sont traitées relativement à la fin du tableau.

`array.`**`pop`**`(`[*i*]`)`
Supprime l'élément du tableau avec l'index *i* et le renvoie. L'argument optionnel par défaut est à `-1`, de sorte que par défaut le dernier élément est supprimé et renvoyé.

`array.`**`remove`**`(`*x*`)`
Supprime la première occurrence de *x* du tableau.

`array.`**`reverse`**`()`
Inverse l'ordre des éléments du tableau.

`array.`**`tobytes`**`()`
Convertit le tableau en un tableau de valeurs machine et renvoie la représentation en octets (la même séquence d'octets qui serait écrite par la méthode *`tofile()`*).

Nouveau dans la version 3.2 : *`tostring()`* est renommé en *`tobytes()`* pour plus de lisibilité.

`array.`**`tofile`**`(`*f*`)`
Écrit tous les éléments (en tant que valeurs machine) du *file object* *f*.

`array.`**`tolist`**`()`
Convertit le tableau en une liste ordinaire avec les mêmes éléments.

`array.`**`tostring`**`()`
Alias obsolète de *`tobytes()`*.

Deprecated since version 3.2, will be removed in version 3.9.

`array.`**`tounicode`**`()`
Convertit le tableau en une chaîne Unicode. Le tableau doit être un tableau de type `'u'` ; sinon *`ValueError`* est levée. Utilisez `array.tobytes().decode(enc)` pour obtenir une chaîne Unicode depuis un tableau de tout autre type.

Quand un objet tableau est affiché ou converti en chaîne, il est représenté en tant que `array(typecode, initializer)`. *initializer* est omis si le tableau est vide, sinon c'est une chaine si le *typecode* est `'u'`, sinon c'est une liste de nombres. Il est garanti que la chaîne puisse être convertie en un tableau avec le même type et la même valeur en utilisant *`eval()`*, tant que la classe *`array`* a été importée en utilisant `from array import array`. Exemples :

```
array('l')
array('u', 'hello \u2641')
array('l', [1, 2, 3, 4, 5])
array('d', [1.0, 2.0, 3.14])
```

Voir aussi :

Module *`struct`* Empaquetage et dépaquetage de données binaires hétérogènes.

Module *`xdrlib`* Empaquetage et dépaquetage des données XDR (External Data Representation) telles qu'elles sont utilisées dans certains systèmes d'appels de procédures à distance (ou RPC pour *remote procedure call* en anglais).

La documentation de *Numerical Python* <https ://docs.scipy.org/doc/> L'extension *Numeric Python* (NumPy) définit un autre type de tableau ; voir http://www.numpy.org/ pour plus d'informations sur *Numeric Python*.

8.8 weakref --- Weak references

Code source : Lib/weakref.py

The *weakref* module allows the Python programmer to create *weak references* to objects.

In the following, the term *referent* means the object which is referred to by a weak reference.

A weak reference to an object is not enough to keep the object alive : when the only remaining references to a referent are weak references, *garbage collection* is free to destroy the referent and reuse its memory for something else. However, until the object is actually destroyed the weak reference may return the object even if there are no strong references to it.

A primary use for weak references is to implement caches or mappings holding large objects, where it's desired that a large object not be kept alive solely because it appears in a cache or mapping.

For example, if you have a number of large binary image objects, you may wish to associate a name with each. If you used a Python dictionary to map names to images, or images to names, the image objects would remain alive just because they appeared as values or keys in the dictionaries. The *WeakKeyDictionary* and *WeakValueDictionary* classes supplied by the *weakref* module are an alternative, using weak references to construct mappings that don't keep objects alive solely because they appear in the mapping objects. If, for example, an image object is a value in a *WeakValueDictionary*, then when the last remaining references to that image object are the weak references held by weak mappings, garbage collection can reclaim the object, and its corresponding entries in weak mappings are simply deleted.

WeakKeyDictionary and *WeakValueDictionary* use weak references in their implementation, setting up callback functions on the weak references that notify the weak dictionaries when a key or value has been reclaimed by garbage collection. *WeakSet* implements the *set* interface, but keeps weak references to its elements, just like a *WeakKeyDictionary* does.

finalize provides a straight forward way to register a cleanup function to be called when an object is garbage collected. This is simpler to use than setting up a callback function on a raw weak reference, since the module automatically ensures that the finalizer remains alive until the object is collected.

Most programs should find that using one of these weak container types or *finalize* is all they need -- it's not usually necessary to create your own weak references directly. The low-level machinery is exposed by the *weakref* module for the benefit of advanced uses.

Not all objects can be weakly referenced ; those objects which can include class instances, functions written in Python (but not in C), instance methods, sets, frozensets, some *file objects*, *generators*, type objects, sockets, arrays, deques, regular expression pattern objects, and code objects.

Modifié dans la version 3.2 : Added support for thread.lock, threading.Lock, and code objects.

Several built-in types such as *list* and *dict* do not directly support weak references but can add support through subclassing :

```
class Dict(dict):
    pass

obj = Dict(red=1, green=2, blue=3)   # this object is weak referenceable
```

CPython implementation detail : Other built-in types such as *tuple* and *int* do not support weak references even when subclassed.

Extension types can easily be made to support weak references ; see weakref-support.

class weakref.**ref**(*object*[, *callback*])
: Return a weak reference to *object*. The original object can be retrieved by calling the reference object if the referent is still alive ; if the referent is no longer alive, calling the reference object will cause *None* to be returned. If *callback* is provided and not *None*, and the returned weakref object is still alive, the callback will be called when the object is about to be finalized ; the weak reference object will be passed as the only parameter to the callback ; the referent will no longer be available.

It is allowable for many weak references to be constructed for the same object. Callbacks registered for each weak reference will be called from the most recently registered callback to the oldest registered callback.

Exceptions raised by the callback will be noted on the standard error output, but cannot be propagated ; they are handled in exactly the same way as exceptions raised from an object's `__del__()` method.

Weak references are *hashable* if the *object* is hashable. They will maintain their hash value even after the *object* was deleted. If `hash()` is called the first time only after the *object* was deleted, the call will raise `TypeError`.

Weak references support tests for equality, but not ordering. If the referents are still alive, two references have the same equality relationship as their referents (regardless of the *callback*). If either referent has been deleted, the references are equal only if the reference objects are the same object.

This is a subclassable type rather than a factory function.

__callback__
This read-only attribute returns the callback currently associated to the weakref. If there is no callback or if the referent of the weakref is no longer alive then this attribute will have value `None`.

Modifié dans la version 3.4 : Added the `__callback__` attribute.

`weakref.`**`proxy`**`(`*object*[, *callback*]`)`
Return a proxy to *object* which uses a weak reference. This supports use of the proxy in most contexts instead of requiring the explicit dereferencing used with weak reference objects. The returned object will have a type of either `ProxyType` or `CallableProxyType`, depending on whether *object* is callable. Proxy objects are not *hashable* regardless of the referent ; this avoids a number of problems related to their fundamentally mutable nature, and prevent their use as dictionary keys. *callback* is the same as the parameter of the same name to the `ref()` function.

`weakref.`**`getweakrefcount`**`(`*object*`)`
Return the number of weak references and proxies which refer to *object*.

`weakref.`**`getweakrefs`**`(`*object*`)`
Return a list of all weak reference and proxy objects which refer to *object*.

class `weakref.`**`WeakKeyDictionary`**`(`[*dict*]`)`
Mapping class that references keys weakly. Entries in the dictionary will be discarded when there is no longer a strong reference to the key. This can be used to associate additional data with an object owned by other parts of an application without adding attributes to those objects. This can be especially useful with objects that override attribute accesses.

`WeakKeyDictionary` objects have an additional method that exposes the internal references directly. The references are not guaranteed to be "live" at the time they are used, so the result of calling the references needs to be checked before being used. This can be used to avoid creating references that will cause the garbage collector to keep the keys around longer than needed.

`WeakKeyDictionary.`**`keyrefs`**`()`
Return an iterable of the weak references to the keys.

class `weakref.`**`WeakValueDictionary`**`(`[*dict*]`)`
Mapping class that references values weakly. Entries in the dictionary will be discarded when no strong reference to the value exists any more.

`WeakValueDictionary` objects have an additional method that has the same issues as the `keyrefs()` method of `WeakKeyDictionary` objects.

`WeakValueDictionary.`**`valuerefs`**`()`
Return an iterable of the weak references to the values.

class `weakref.`**`WeakSet`**`(`[*elements*]`)`
Set class that keeps weak references to its elements. An element will be discarded when no strong reference to it exists any more.

class `weakref.`**`WeakMethod`**`(`*method*`)`
A custom `ref` subclass which simulates a weak reference to a bound method (i.e., a method defined on a class and looked up on an instance). Since a bound method is ephemeral, a standard weak reference cannot keep hold of it. `WeakMethod` has special code to recreate the bound method until either the object or the original function dies :

```
>>> class C:
...     def method(self):
...         print("method called!")
...
>>> c = C()
>>> r = weakref.ref(c.method)
>>> r()
>>> r = weakref.WeakMethod(c.method)
>>> r()
<bound method C.method of <__main__.C object at 0x7fc859830220>>
>>> r()()
method called!
>>> del c
>>> gc.collect()
0
>>> r()
>>>
```

Nouveau dans la version 3.4.

class weakref.**finalize**(*obj*, *func*, **args*, ***kwargs*)

Return a callable finalizer object which will be called when *obj* is garbage collected. Unlike an ordinary weak reference, a finalizer will always survive until the reference object is collected, greatly simplifying lifecycle management.

A finalizer is considered *alive* until it is called (either explicitly or at garbage collection), and after that it is *dead*. Calling a live finalizer returns the result of evaluating `func(*arg, **kwargs)`, whereas calling a dead finalizer returns *None*.

Exceptions raised by finalizer callbacks during garbage collection will be shown on the standard error output, but cannot be propagated. They are handled in the same way as exceptions raised from an object's `__del__()` method or a weak reference's callback.

When the program exits, each remaining live finalizer is called unless its *atexit* attribute has been set to false. They are called in reverse order of creation.

A finalizer will never invoke its callback during the later part of the *interpreter shutdown* when module globals are liable to have been replaced by *None*.

__call__()

If *self* is alive then mark it as dead and return the result of calling `func(*args, **kwargs)`. If *self* is dead then return *None*.

detach()

If *self* is alive then mark it as dead and return the tuple `(obj, func, args, kwargs)`. If *self* is dead then return *None*.

peek()

If *self* is alive then return the tuple `(obj, func, args, kwargs)`. If *self* is dead then return *None*.

alive

Property which is true if the finalizer is alive, false otherwise.

atexit

A writable boolean property which by default is true. When the program exits, it calls all remaining live finalizers for which *atexit* is true. They are called in reverse order of creation.

Note : It is important to ensure that *func*, *args* and *kwargs* do not own any references to *obj*, either directly or indirectly, since otherwise *obj* will never be garbage collected. In particular, *func* should not be a bound method of *obj*.

Nouveau dans la version 3.4.

weakref.**ReferenceType**

The type object for weak references objects.

weakref.**ProxyType**

The type object for proxies of objects which are not callable.

weakref.**CallableProxyType**
The type object for proxies of callable objects.

weakref.**ProxyTypes**
Sequence containing all the type objects for proxies. This can make it simpler to test if an object is a proxy without being dependent on naming both proxy types.

Voir aussi :

PEP 205 - Weak References The proposal and rationale for this feature, including links to earlier implementations and information about similar features in other languages.

8.8.1 Objets à références faibles

Weak reference objects have no methods and no attributes besides *ref.__callback__*. A weak reference object allows the referent to be obtained, if it still exists, by calling it :

```
>>> import weakref
>>> class Object:
...     pass
...
>>> o = Object()
>>> r = weakref.ref(o)
>>> o2 = r()
>>> o is o2
True
```

If the referent no longer exists, calling the reference object returns *None* :

```
>>> del o, o2
>>> print(r())
None
```

Testing that a weak reference object is still live should be done using the expression `ref() is not None`. Normally, application code that needs to use a reference object should follow this pattern :

```
# r is a weak reference object
o = r()
if o is None:
    # referent has been garbage collected
    print("Object has been deallocated; can't frobnicate.")
else:
    print("Object is still live!")
    o.do_something_useful()
```

Using a separate test for "liveness" creates race conditions in threaded applications ; another thread can cause a weak reference to become invalidated before the weak reference is called ; the idiom shown above is safe in threaded applications as well as single-threaded applications.

Specialized versions of *ref* objects can be created through subclassing. This is used in the implementation of the *WeakValueDictionary* to reduce the memory overhead for each entry in the mapping. This may be most useful to associate additional information with a reference, but could also be used to insert additional processing on calls to retrieve the referent.

This example shows how a subclass of *ref* can be used to store additional information about an object and affect the value that's returned when the referent is accessed :

```
import weakref

class ExtendedRef(weakref.ref):
    def __init__(self, ob, callback=None, **annotations):
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
        super(ExtendedRef, self).__init__(ob, callback)
        self.__counter = 0
        for k, v in annotations.items():
            setattr(self, k, v)

    def __call__(self):
        """Return a pair containing the referent and the number of
        times the reference has been called.
        """
        ob = super(ExtendedRef, self).__call__()
        if ob is not None:
            self.__counter += 1
            ob = (ob, self.__counter)
        return ob
```

8.8.2 Exemple

This simple example shows how an application can use object IDs to retrieve objects that it has seen before. The IDs of the objects can then be used in other data structures without forcing the objects to remain alive, but the objects can still be retrieved by ID if they do.

```
import weakref

_id2obj_dict = weakref.WeakValueDictionary()

def remember(obj):
    oid = id(obj)
    _id2obj_dict[oid] = obj
    return oid

def id2obj(oid):
    return _id2obj_dict[oid]
```

8.8.3 Finalizer Objects

The main benefit of using *finalize* is that it makes it simple to register a callback without needing to preserve the returned finalizer object. For instance

```
>>> import weakref
>>> class Object:
...     pass
...
>>> kenny = Object()
>>> weakref.finalize(kenny, print, "You killed Kenny!")
<finalize object at ...; for 'Object' at ...>
>>> del kenny
You killed Kenny!
```

The finalizer can be called directly as well. However the finalizer will invoke the callback at most once.

```
>>> def callback(x, y, z):
...     print("CALLBACK")
...     return x + y + z
...
>>> obj = Object()
>>> f = weakref.finalize(obj, callback, 1, 2, z=3)
>>> assert f.alive
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
>>> assert f() == 6
CALLBACK
>>> assert not f.alive
>>> f()                       # callback not called because finalizer dead
>>> del obj                   # callback not called because finalizer dead
```

You can unregister a finalizer using its *detach()* method. This kills the finalizer and returns the arguments passed to the constructor when it was created.

```
>>> obj = Object()
>>> f = weakref.finalize(obj, callback, 1, 2, z=3)
>>> f.detach()
(<...Object object ...>, <function callback ...>, (1, 2), {'z': 3})
>>> newobj, func, args, kwargs = _
>>> assert not f.alive
>>> assert newobj is obj
>>> assert func(*args, **kwargs) == 6
CALLBACK
```

Unless you set the *atexit* attribute to *False*, a finalizer will be called when the program exits if it is still alive. For instance

```
>>> obj = Object()
>>> weakref.finalize(obj, print, "obj dead or exiting")
<finalize object at ...; for 'Object' at ...>
>>> exit()
obj dead or exiting
```

8.8.4 Comparing finalizers with __del__() methods

Suppose we want to create a class whose instances represent temporary directories. The directories should be deleted with their contents when the first of the following events occurs :

— the object is garbage collected,
— the object's `remove()` method is called, or
— the program exits.

We might try to implement the class using a `__del__()` method as follows :

```
class TempDir:
    def __init__(self):
        self.name = tempfile.mkdtemp()

    def remove(self):
        if self.name is not None:
            shutil.rmtree(self.name)
            self.name = None

    @property
    def removed(self):
        return self.name is None

    def __del__(self):
        self.remove()
```

Starting with Python 3.4, `__del__()` methods no longer prevent reference cycles from being garbage collected, and module globals are no longer forced to *None* during *interpreter shutdown*. So this code should work without any issues on CPython.

However, handling of `__del__()` methods is notoriously implementation specific, since it depends on internal details of the interpreter's garbage collector implementation.

A more robust alternative can be to define a finalizer which only references the specific functions and objects that it needs, rather than having access to the full state of the object :

```
class TempDir:
    def __init__(self):
        self.name = tempfile.mkdtemp()
        self._finalizer = weakref.finalize(self, shutil.rmtree, self.name)

    def remove(self):
        self._finalizer()

    @property
    def removed(self):
        return not self._finalizer.alive
```

Defined like this, our finalizer only receives a reference to the details it needs to clean up the directory appropriately. If the object never gets garbage collected the finalizer will still be called at exit.

The other advantage of weakref based finalizers is that they can be used to register finalizers for classes where the definition is controlled by a third party, such as running code when a module is unloaded :

```
import weakref, sys
def unloading_module():
    # implicit reference to the module globals from the function body
weakref.finalize(sys.modules[__name__], unloading_module)
```

Note : If you create a finalizer object in a daemonic thread just as the program exits then there is the possibility that the finalizer does not get called at exit. However, in a daemonic thread *atexit.register()*, `try: ... finally: ...` and `with: ...` do not guarantee that cleanup occurs either.

8.9 `types` --- Dynamic type creation and names for built-in types

Code source : Lib/types.py

This module defines utility functions to assist in dynamic creation of new types.

It also defines names for some object types that are used by the standard Python interpreter, but not exposed as builtins like *int* or *str* are.

Finally, it provides some additional type-related utility classes and functions that are not fundamental enough to be builtins.

8.9.1 Dynamic Type Creation

`types.`**`new_class`**(*name*, *bases=()*, *kwds=None*, *exec_body=None*)

Creates a class object dynamically using the appropriate metaclass.

The first three arguments are the components that make up a class definition header : the class name, the base classes (in order), the keyword arguments (such as `metaclass`).

The *exec_body* argument is a callback that is used to populate the freshly created class namespace. It should accept the class namespace as its sole argument and update the namespace directly with the class contents. If no callback is provided, it has the same effect as passing in `lambda ns: ns`.

Nouveau dans la version 3.3.

`types.`**`prepare_class`**(*name*, *bases=()*, *kwds=None*)

Calculates the appropriate metaclass and creates the class namespace.

The arguments are the components that make up a class definition header : the class name, the base classes (in order) and the keyword arguments (such as `metaclass`).

The return value is a 3-tuple : `metaclass, namespace, kwds`

metaclass is the appropriate metaclass, *namespace* is the prepared class namespace and *kwds* is an updated copy of the passed in *kwds* argument with any `'metaclass'` entry removed. If no *kwds* argument is passed in, this will be an empty dict.

Nouveau dans la version 3.3.

Modifié dans la version 3.6 : The default value for the `namespace` element of the returned tuple has changed. Now an insertion-order-preserving mapping is used when the metaclass does not have a `__prepare__` method.

Voir aussi :

metaclasses Full details of the class creation process supported by these functions

PEP 3115 — Méta-classes dans Python 3000 introduction de la fonction automatique `__prepare__` de l'espace de nommage

`types.`**`resolve_bases`**(*bases*)

Resolve MRO entries dynamically as specified by **PEP 560**.

This function looks for items in *bases* that are not instances of *type*, and returns a tuple where each such object that has an `__mro_entries__` method is replaced with an unpacked result of calling this method. If a *bases* item is an instance of *type*, or it doesn't have an `__mro_entries__` method, then it is included in the return tuple unchanged.

Nouveau dans la version 3.7.

Voir aussi :

PEP 560 — Gestion de base pour les types modules et les types génériques

8.9.2 Standard Interpreter Types

This module provides names for many of the types that are required to implement a Python interpreter. It deliberately avoids including some of the types that arise only incidentally during processing such as the `listiterator` type.

Typical use of these names is for *isinstance()* or *issubclass()* checks.

Standard names are defined for the following types :

`types.`**`FunctionType`**
`types.`**`LambdaType`**

The type of user-defined functions and functions created by `lambda` expressions.

`types.`**`GeneratorType`**

The type of *generator*-iterator objects, created by generator functions.

`types.`**`CoroutineType`**

The type of *coroutine* objects, created by `async def` functions.

Nouveau dans la version 3.5.

`types.`**`AsyncGeneratorType`**

The type of *asynchronous generator*-iterator objects, created by asynchronous generator functions.

Nouveau dans la version 3.6.

`types.`**`CodeType`**

The type for code objects such as returned by *compile()*.

`types.`**`MethodType`**

The type of methods of user-defined class instances.

`types.`**`BuiltinFunctionType`**

types.**BuiltinMethodType**
The type of built-in functions like *len()* or *sys.exit()*, and methods of built-in classes. (Here, the term "built-in" means "written in C".)

types.**WrapperDescriptorType**
The type of methods of some built-in data types and base classes such as `object.__init__()` or `object.__lt__()`.
Nouveau dans la version 3.7.

types.**MethodWrapperType**
The type of *bound* methods of some built-in data types and base classes. For example it is the type of `object().__str__`.
Nouveau dans la version 3.7.

types.**MethodDescriptorType**
The type of methods of some built-in data types such as *str.join()*.
Nouveau dans la version 3.7.

types.**ClassMethodDescriptorType**
The type of *unbound* class methods of some built-in data types such as `dict.__dict__['fromkeys']`.
Nouveau dans la version 3.7.

class types.**ModuleType**(*name*, *doc=None*)
The type of *modules*. Constructor takes the name of the module to be created and optionally its *docstring*.

Note : Use *importlib.util.module_from_spec()* to create a new module if you wish to set the various import-controlled attributes.

__doc__
The *docstring* of the module. Defaults to `None`.

__loader__
The *loader* which loaded the module. Defaults to `None`.
Modifié dans la version 3.4 : Defaults to `None`. Previously the attribute was optional.

__name__
The name of the module.

__package__
Which *package* a module belongs to. If the module is top-level (i.e. not a part of any specific package) then the attribute should be set to `''`, else it should be set to the name of the package (which can be `__name__` if the module is a package itself). Defaults to `None`.
Modifié dans la version 3.4 : Defaults to `None`. Previously the attribute was optional.

class types.**TracebackType**(*tb_next*, *tb_frame*, *tb_lasti*, *tb_lineno*)
The type of traceback objects such as found in `sys.exc_info()[2]`.
See the language reference for details of the available attributes and operations, and guidance on creating tracebacks dynamically.

types.**FrameType**
The type of frame objects such as found in `tb.tb_frame` if `tb` is a traceback object.
See the language reference for details of the available attributes and operations.

types.**GetSetDescriptorType**
The type of objects defined in extension modules with `PyGetSetDef`, such as `FrameType.f_locals` or `array.array.typecode`. This type is used as descriptor for object attributes; it has the same purpose as the *property* type, but for classes defined in extension modules.

types.**MemberDescriptorType**
The type of objects defined in extension modules with `PyMemberDef`, such as `datetime.timedelta.days`. This type is used as descriptor for simple C data members which use standard conversion functions; it has the same purpose as the *property* type, but for classes defined in extension modules.
CPython implementation detail : In other implementations of Python, this type may be identical to `GetSetDescriptorType`.

class types.**MappingProxyType**(*mapping*)

Read-only proxy of a mapping. It provides a dynamic view on the mapping's entries, which means that when the mapping changes, the view reflects these changes.

Nouveau dans la version 3.3.

key in proxy

Return `True` if the underlying mapping has a key *key*, else `False`.

proxy[key]

Return the item of the underlying mapping with key *key*. Raises a *KeyError* if *key* is not in the underlying mapping.

iter(proxy)

Return an iterator over the keys of the underlying mapping. This is a shortcut for `iter(proxy.keys())`.

len(proxy)

Return the number of items in the underlying mapping.

copy()

Return a shallow copy of the underlying mapping.

get(*key*[, *default*])

Return the value for *key* if *key* is in the underlying mapping, else *default*. If *default* is not given, it defaults to `None`, so that this method never raises a *KeyError*.

items()

Return a new view of the underlying mapping's items (`(key, value)` pairs).

keys()

Return a new view of the underlying mapping's keys.

values()

Return a new view of the underlying mapping's values.

8.9.3 Additional Utility Classes and Functions

class types.**SimpleNamespace**

A simple *object* subclass that provides attribute access to its namespace, as well as a meaningful repr.

Unlike *object*, with `SimpleNamespace` you can add and remove attributes. If a `SimpleNamespace` object is initialized with keyword arguments, those are directly added to the underlying namespace.

The type is roughly equivalent to the following code :

```
class SimpleNamespace:
    def __init__(self, **kwargs):
        self.__dict__.update(kwargs)

    def __repr__(self):
        keys = sorted(self.__dict__)
        items = ("{}={!r}".format(k, self.__dict__[k]) for k in keys)
        return "{}({})".format(type(self).__name__, ", ".join(items))

    def __eq__(self, other):
        return self.__dict__ == other.__dict__
```

`SimpleNamespace` may be useful as a replacement for `class NS: pass`. However, for a structured record type use *namedtuple()* instead.

Nouveau dans la version 3.3.

types.**DynamicClassAttribute**(*fget=None*, *fset=None*, *fdel=None*, *doc=None*)

Route attribute access on a class to __getattr__.

This is a descriptor, used to define attributes that act differently when accessed through an instance and through a class. Instance access remains normal, but access to an attribute through a class will be routed to the class's __getattr__ method ; this is done by raising AttributeError.

This allows one to have properties active on an instance, and have virtual attributes on the class with the same name (see Enum for an example).

Nouveau dans la version 3.4.

8.9.4 Coroutine Utility Functions

`types.`**`coroutine`**(*gen_func*)

This function transforms a *generator* function into a *coroutine function* which returns a generator-based coroutine. The generator-based coroutine is still a *generator iterator*, but is also considered to be a *coroutine* object and is *awaitable*. However, it may not necessarily implement the `__await__()` method.

If *gen_func* is a generator function, it will be modified in-place.

If *gen_func* is not a generator function, it will be wrapped. If it returns an instance of `collections.abc.Generator`, the instance will be wrapped in an *awaitable* proxy object. All other types of objects will be returned as is.

Nouveau dans la version 3.5.

8.10 `copy` — Opérations de copie superficielle et récursive

Code source : Lib/copy.py

Les instructions d'affectation en Python ne copient pas les objets, elles créent des liens entre la cible et l'objet. Concernant les collections qui sont muables ou contiennent des éléments muables, une copie est parfois nécessaire, pour pouvoir modifier une copie sans modifier l'autre. Ce module met à disposition des opérations de copie génériques superficielle et récursive (comme expliqué ci-dessous).

Résumé de l'interface :

`copy.`**`copy`**(*x*)

Renvoie une copie superficielle de *x*.

`copy.`**`deepcopy`**(*x*[, *memo*])

Renvoie une copie récursive de *x*.

`exception` `copy.`**`error`**

Levée pour les erreurs spécifiques au module.

La différence entre copie superficielle et récursive n'est pertinente que pour les objets composés (objets contenant d'autres objets, comme des listes ou des instances de classe) :

- Une *copie superficielle* construit un nouvel objet composé puis (dans la mesure du possible) insère dans l'objet composé des *références* aux objets trouvés dans l'original.
- Une *copie récursive (ou profonde)* construit un nouvel objet composé puis, récursivement, insère dans l'objet composé des *copies* des objets trouvés dans l'objet original.

On rencontre souvent deux problèmes avec les opérations de copie récursive qui n'existent pas avec les opérations de copie superficielle :

- Les objets récursifs (objets composés qui, directement ou indirectement, contiennent une référence à eux-mêmes) peuvent causer une boucle récursive.
- Comme une copie récursive copie tout, elle peut en copier trop, par exemple des données qui sont destinées à être partagées entre différentes copies.

La fonction `deepcopy()` évite ces problèmes en :

- gardant en mémoire dans un dictionnaire `memo` les objets déjà copiés durant la phase de copie actuelle ; et
- laissant les classes créées par l'utilisateur écraser l'opération de copie ou l'ensemble de composants copiés.

Ce module ne copie pas les types tels que module, méthode, trace d'appels, cadre de pile, fichier, socket, fenêtre, tableau, ou tout autre type similaire. Il "copie" les fonctions et les classes (superficiellement et récursivement), en retournant l'objet original inchangé ; c'est compatible avec la manière dont ils sont traités par le module `pickle`.

Les copies superficielles de dictionnaires peuvent être faites en utilisant `dict.copy()`, et de listes en affectant un `slice` de la liste, par exemple, `copied_list = original_list[:]`.

Les classes peuvent utiliser les mêmes interfaces de contrôle que celles utilisées pour la sérialisation. Voir la description du module `pickle` pour plus d'informations sur ces méthodes. En effet, le module `copy` utilise les fonctions de sérialisation enregistrées à partir du module `copyreg`.

Afin qu'une classe définisse sa propre implémentation de copie, elle peut définir les méthodes spéciales `__copy__()` et `__deepcopy__()`. La première est appelée pour implémenter l'opération de copie superficielle ; aucun argument supplémentaire n'est passé. La seconde est appelée pour implémenter l'opération de copie récursive ; elle reçoit un argument, le dictionnaire `memo`. Si l'implémentation de `__deepcopy__()` a besoin de faire une copie récursive d'un composant, elle doit appeler la fonction *`deepcopy()`* avec le composant comme premier argument et le dictionnaire *memo* comme second argument.

Voir aussi :

Module *`pickle`* Discussion sur les méthodes spéciales utilisées pour gérer la récupération et la restauration de l'état d'un objet.

8.11 `pprint` — L'affichage élégant de données

Code source : Lib/pprint.py

Le module *`pprint`* permet « d'afficher élégamment » des structures de données Python arbitraires sous une forme qui peut être utilisée ensuite comme une entrée dans l'interpréteur. Si les structures formatées incluent des objets qui ne sont pas des types Python fondamentaux, leurs représentations peuvent ne pas être acceptables en tant que telles par l'interpréteur. Cela peut être le cas si des objets tels que des fichiers, des interfaces de connexion (*sockets* en anglais) ou des classes sont inclus, c'est aussi valable pour beaucoup d'autres types d'objets qui ne peuvent être représentés sous forme littérale en Python.

L'affichage formaté affiche tant que possible les objets sur une seule ligne, et les sépare sur plusieurs lignes s'ils dépassent la largeur autorisée par l'interpréteur. Créez explicitement des objets *`PrettyPrinter`* si vous avez besoin de modifier les limites de largeur.

Les dictionnaires sont classés par clés avant que l'affichage ne soit calculé.

Le module *`pprint`* définit une seule classe :

class pprint.**PrettyPrinter**(*indent=1*, *width=80*, *depth=None*, *stream=None*, ***, *compact=False*)

Crée une instance de *`PrettyPrinter`*. Ce constructeur accepte plusieurs paramètres nommés. Un flux de sortie peut être défini par le mot clé *stream* ; la seule méthode utilisée sur l'objet *stream* est la méthode `write()` du protocole de fichiers. Si rien n'est spécifié, la classe *`PrettyPrinter`* utilise `sys.stdout`. La taille de l'indentation ajoutée à chaque niveau récursif est spécifiée par *indent* ; la valeur par défaut vaut `1`. D'autres valeurs pourraient donner des résultats surprenants, mais peuvent aider à mieux visualiser les imbrications. Le nombre de niveaux qui peuvent être affichés est contrôlé par *depth* ; si la structure de données est trop profonde, le niveau suivant est remplacé par `...`. Par défaut il n'y a pas de contraintes sur la profondeur des objets formatés. Vous pouvez limiter la largeur de la sortie à l'aide du paramètre *width* ; la valeur par défaut est de 80 caractères. Si une structure ne peut pas être formatée dans les limites de la largeur contrainte, le module fait au mieux. SI *compact* est initialisé à *False* (la valeur par défaut), chaque élément d'une longue séquence est formaté sur une ligne séparée. Si *compact* est initialisé à *True*, tous les éléments qui peuvent tenir dans la largeur définie sont formatés sur chaque ligne de sortie.

Modifié dans la version 3.4 : Ajout du paramètre *compact*.

```
>>> import pprint
>>> stuff = ['spam', 'eggs', 'lumberjack', 'knights', 'ni']
>>> stuff.insert(0, stuff[:])
>>> pp = pprint.PrettyPrinter(indent=4)
>>> pp.pprint(stuff)
[   ['spam', 'eggs', 'lumberjack', 'knights', 'ni'],
    'spam',
    'eggs',
    'lumberjack',
    'knights',
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
    'ni']
>>> pp = pprint.PrettyPrinter(width=41, compact=True)
>>> pp.pprint(stuff)
[['spam', 'eggs', 'lumberjack',
  'knights', 'ni'],
 'spam', 'eggs', 'lumberjack', 'knights',
 'ni']
>>> tup = ('spam', ('eggs', ('lumberjack', ('knights', ('ni', ('dead',
... ('parrot', ('fresh fruit',)))))))))
>>> pp = pprint.PrettyPrinter(depth=6)
>>> pp.pprint(tup)
('spam', ('eggs', ('lumberjack', ('knights', ('ni', ('dead', (...)))))))
```

Le module *pprint* fournit aussi quelques fonctions de raccourcis :

pprint.**pformat**(*object*, *indent=1*, *width=80*, *depth=None*, ***, *compact=False*)
Renvoie une représentation formatée de *object* sous forme de chaine de caractères. *indent*, *width*, *depth* et *compact* sont passés au constructeur de *PrettyPrinter* comme paramètres de formatage.

Modifié dans la version 3.4 : Ajout du paramètre *compact*.

pprint.**pprint**(*object*, *stream=None*, *indent=1*, *width=80*, *depth=None*, ***, *compact=False*)
Affiche la représentation formatée de *object* sur *stream*, suivie d'un retour à la ligne. Si *stream* vaut `None`, `sys.stdout` est alors utilisé. Vous pouvez l'utiliser dans l'interpréteur interactif de Python au lieu de la fonction *print()* pour inspecter les valeurs (vous pouvez même réassigner `print = pprint.pprint` pour une utilisation au sein de sa portée). *indent*, *width*, *depth* et *compact* sont passés au constructeur de classe *PrettyPrinter* comme paramètres de formatage.

Modifié dans la version 3.4 : Ajout du paramètre *compact*.

```
>>> import pprint
>>> stuff = ['spam', 'eggs', 'lumberjack', 'knights', 'ni']
>>> stuff.insert(0, stuff)
>>> pprint.pprint(stuff)
[<Recursion on list with id=...>,
 'spam',
 'eggs',
 'lumberjack',
 'knights',
 'ni']
```

pprint.**isreadable**(*object*)
Determine if the formatted representation of *object* is "readable", or can be used to reconstruct the value using *eval()*. This always returns `False` for recursive objects.

```
>>> pprint.isreadable(stuff)
False
```

pprint.**isrecursive**(*object*)
Détermine si *object* requiert une représentation récursive.

Une dernière fonction de support est définie ainsi :

pprint.**saferepr**(*object*)
Renvoie une représentation de *object* sous forme de chaîne de caractère, celle-ci est protégée contre les structures de données récursives. Si la représentation de *object* présente une entrée récursive, celle-ci sera représentée telle que `<Recursion on typename with id=number>`. Par ailleurs, la représentation de l'objet n'est pas formatée.

```
>>> pprint.saferepr(stuff)
"[<Recursion on list with id=...>, 'spam', 'eggs', 'lumberjack', 'knights', 'ni
↪']"
```

8.11.1 Les Objets PrettyPrinter

Les instances de la classe *PrettyPrinter* ont les méthodes suivantes :

PrettyPrinter.**pformat**(*object*)
Renvoie la représentation formatée de *object*. Cela prend en compte les options passées au constructeur de la classe *PrettyPrinter*.

PrettyPrinter.**pprint**(*object*)
Affiche sur le flux configuré la représentation formatée de *object*, suivie d'une fin de ligne.

Les méthodes suivantes fournissent les implémentations pour les fonctions correspondantes de mêmes noms. L'utilisation de ces méthodes sur une instance est légèrement plus efficace, car les nouveaux objets *PrettyPrinter* n'ont pas besoin d'être créés.

PrettyPrinter.**isreadable**(*object*)
Détermine si la représentation formatée de *object* est « lisible », ou si elle peut être utilisée pour recomposer sa valeur en utilisant la fonction *eval()*. Cela renvoie toujours `False` pour les objets récursifs. Si le paramètre *depth* de la classe *PrettyPrinter* est initialisé et que l'objet est plus « profond » que permis, cela renvoie `False`.

PrettyPrinter.**isrecursive**(*object*)
Détermine si l'objet nécessite une représentation récursive.

Cette méthode est fournie sous forme de point d'entrée ou méthode (à déclenchement) automatique (*hook* en anglais) pour permettre aux sous-classes de modifier la façon dont les objets sont convertis en chaînes. L'implémentation par défaut est celle de la fonction *saferepr()*.

PrettyPrinter.**format**(*object*, *context*, *maxlevels*, *level*)
Renvoie trois valeurs : la version formatée de *object* sous forme de chaîne de caractères, une option indiquant si le résultat est « lisible », et une option indiquant si une récursion a été détectée. Le premier argument est l'objet à représenter. Le deuxième est un dictionnaire qui contient l'*id()* des objets (conteneurs directs ou indirects de *objet* qui affectent sa représentation) qui font partie du contexte de représentation courant tel que les clés ; si un objet doit être représenté, mais l'a déjà été dans ce contexte, le troisième argument renvoie `True`. Des appels récursifs à la méthode *format()* doivent ajouter des entrés additionnelles aux conteneurs de ce dictionnaire. Le troisième argument *maxlevels*, donne la limite maximale de récursivité ; la valeur par défaut est `0`. Cet argument doit être passé non modifié pour des appels non récursifs. Le quatrième argument, *level*, donne le niveau de récursivité courant ; les appels récursifs doivent être passés à une valeur inférieure à celle de l'appel courant.

8.11.2 Exemple

Pour illustrer quelques cas pratiques de l'utilisation de la fonction *pprint()* et de ses paramètres, allons chercher des informations sur un projet PyPI :

```
>>> import json
>>> import pprint
>>> from urllib.request import urlopen
>>> with urlopen('https://pypi.org/pypi/sampleproject/json') as resp:
...     project_info = json.load(resp)['info']
```

Dans sa forme basique, la fonction *pprint()* affiche l'intégralité de l'objet :

```
>>> pprint.pprint(project_info)
{'author': 'The Python Packaging Authority',
 'author_email': 'pypa-dev@googlegroups.com',
 'bugtrack_url': None,
 'classifiers': ['Development Status :: 3 - Alpha',
                 'Intended Audience :: Developers',
                 'License :: OSI Approved :: MIT License',
                 'Programming Language :: Python :: 2',
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
                 'Programming Language :: Python :: 2.6',
                 'Programming Language :: Python :: 2.7',
                 'Programming Language :: Python :: 3',
                 'Programming Language :: Python :: 3.2',
                 'Programming Language :: Python :: 3.3',
                 'Programming Language :: Python :: 3.4',
                 'Topic :: Software Development :: Build Tools'],
 'description': 'A sample Python project\n'
                '=======================\n'
                '\n'
                'This is the description file for the project.\n'
                '\n'
                'The file should use UTF-8 encoding and be written using '
                'ReStructured Text. It\n'
                'will be used to generate the project webpage on PyPI, and '
                'should be written for\n'
                'that purpose.\n'
                '\n'
                'Typical contents for this file would include an overview of '
                'the project, basic\n'
                'usage examples, etc. Generally, including the project '
                'changelog in here is not\n'
                'a good idea, although a simple "What\'s New" section for the '
                'most recent version\n'
                'may be appropriate.',
 'description_content_type': None,
 'docs_url': None,
 'download_url': 'UNKNOWN',
 'downloads': {'last_day': -1, 'last_month': -1, 'last_week': -1},
 'home_page': 'https://github.com/pypa/sampleproject',
 'keywords': 'sample setuptools development',
 'license': 'MIT',
 'maintainer': None,
 'maintainer_email': None,
 'name': 'sampleproject',
 'package_url': 'https://pypi.org/project/sampleproject/',
 'platform': 'UNKNOWN',
 'project_url': 'https://pypi.org/project/sampleproject/',
 'project_urls': {'Download': 'UNKNOWN',
                  'Homepage': 'https://github.com/pypa/sampleproject'},
 'release_url': 'https://pypi.org/project/sampleproject/1.2.0/',
 'requires_dist': None,
 'requires_python': None,
 'summary': 'A sample Python project',
 'version': '1.2.0'}
```

Le résultat peut être limité à une certaine profondeur en initialisant *depth*. (… est utilisé pour des contenus plus « profonds ») :

```
>>> pprint.pprint(project_info, depth=1)
{'author': 'The Python Packaging Authority',
 'author_email': 'pypa-dev@googlegroups.com',
 'bugtrack_url': None,
 'classifiers': [...],
 'description': 'A sample Python project\n'
                '=======================\n'
                '\n'
                'This is the description file for the project.\n'
                '\n'
                'The file should use UTF-8 encoding and be written using '
                'ReStructured Text. It\n'
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
                'will be used to generate the project webpage on PyPI, and '
                'should be written for\n'
                'that purpose.\n'
                '\n'
                'Typical contents for this file would include an overview of '
                'the project, basic\n'
                'usage examples, etc. Generally, including the project '
                'changelog in here is not\n'
                'a good idea, although a simple "What\'s New" section for the '
                'most recent version\n'
                'may be appropriate.',
 'description_content_type': None,
 'docs_url': None,
 'download_url': 'UNKNOWN',
 'downloads': {...},
 'home_page': 'https://github.com/pypa/sampleproject',
 'keywords': 'sample setuptools development',
 'license': 'MIT',
 'maintainer': None,
 'maintainer_email': None,
 'name': 'sampleproject',
 'package_url': 'https://pypi.org/project/sampleproject/',
 'platform': 'UNKNOWN',
 'project_url': 'https://pypi.org/project/sampleproject/',
 'project_urls': {...},
 'release_url': 'https://pypi.org/project/sampleproject/1.2.0/',
 'requires_dist': None,
 'requires_python': None,
 'summary': 'A sample Python project',
 'version': '1.2.0'}
```

De plus, une valeur maximale de caractères sur une ligne peut être définie en initialisant le paramètre *width*. Si un long objet ne peut être scindé, la valeur donnée à *width* sera outrepassée :

```
>>> pprint.pprint(project_info, depth=1, width=60)
{'author': 'The Python Packaging Authority',
 'author_email': 'pypa-dev@googlegroups.com',
 'bugtrack_url': None,
 'classifiers': [...],
 'description': 'A sample Python project\n'
                '=======================\n'
                '\n'
                'This is the description file for the '
                'project.\n'
                '\n'
                'The file should use UTF-8 encoding and be '
                'written using ReStructured Text. It\n'
                'will be used to generate the project '
                'webpage on PyPI, and should be written '
                'for\n'
                'that purpose.\n'
                '\n'
                'Typical contents for this file would '
                'include an overview of the project, '
                'basic\n'
                'usage examples, etc. Generally, including '
                'the project changelog in here is not\n'
                'a good idea, although a simple "What\'s '
                'New" section for the most recent version\n'
                'may be appropriate.',
 'description_content_type': None,
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
'docs_url': None,
'download_url': 'UNKNOWN',
'downloads': {...},
'home_page': 'https://github.com/pypa/sampleproject',
'keywords': 'sample setuptools development',
'license': 'MIT',
'maintainer': None,
'maintainer_email': None,
'name': 'sampleproject',
'package_url': 'https://pypi.org/project/sampleproject/',
'platform': 'UNKNOWN',
'project_url': 'https://pypi.org/project/sampleproject/',
'project_urls': {...},
'release_url': 'https://pypi.org/project/sampleproject/1.2.0/',
'requires_dist': None,
'requires_python': None,
'summary': 'A sample Python project',
'version': '1.2.0'}
```

8.12 `reprlib` --- Alternate `repr()` implementation

Code source : Lib/reprlib.py

The *reprlib* module provides a means for producing object representations with limits on the size of the resulting strings. This is used in the Python debugger and may be useful in other contexts as well.

This module provides a class, an instance, and a function :

class reprlib.**Repr**
: Class which provides formatting services useful in implementing functions similar to the built-in *repr()* ; size limits for different object types are added to avoid the generation of representations which are excessively long.

reprlib.**aRepr**
: This is an instance of *Repr* which is used to provide the *repr()* function described below. Changing the attributes of this object will affect the size limits used by *repr()* and the Python debugger.

reprlib.**repr**(*obj*)
: This is the *repr()* method of `aRepr`. It returns a string similar to that returned by the built-in function of the same name, but with limits on most sizes.

In addition to size-limiting tools, the module also provides a decorator for detecting recursive calls to `__repr__()` and substituting a placeholder string instead.

@reprlib.**recursive_repr**(*fillvalue="..."*)
: Decorator for `__repr__()` methods to detect recursive calls within the same thread. If a recursive call is made, the *fillvalue* is returned, otherwise, the usual `__repr__()` call is made. For example :

```
>>> from reprlib import recursive_repr
>>> class MyList(list):
...     @recursive_repr()
...     def __repr__(self):
...         return '<' + '|'.join(map(repr, self)) + '>'
...
>>> m = MyList('abc')
>>> m.append(m)
>>> m.append('x')
>>> print(m)
<'a'|'b'|'c'|...|'x'>
```

Nouveau dans la version 3.2.

8.12.1 Repr Objects

Repr instances provide several attributes which can be used to provide size limits for the representations of different object types, and methods which format specific object types.

Repr.**maxlevel**
Depth limit on the creation of recursive representations. The default is 6.

Repr.**maxdict**
Repr.**maxlist**
Repr.**maxtuple**
Repr.**maxset**
Repr.**maxfrozenset**
Repr.**maxdeque**
Repr.**maxarray**
Limits on the number of entries represented for the named object type. The default is 4 for *maxdict*, 5 for *maxarray*, and 6 for the others.

Repr.**maxlong**
Maximum number of characters in the representation for an integer. Digits are dropped from the middle. The default is 40.

Repr.**maxstring**
Limit on the number of characters in the representation of the string. Note that the "normal" representation of the string is used as the character source : if escape sequences are needed in the representation, these may be mangled when the representation is shortened. The default is 30.

Repr.**maxother**
This limit is used to control the size of object types for which no specific formatting method is available on the *Repr* object. It is applied in a similar manner as *maxstring*. The default is 20.

Repr.**repr**(*obj*)
The equivalent to the built-in *repr()* that uses the formatting imposed by the instance.

Repr.**repr1**(*obj*, *level*)
Recursive implementation used by *repr()*. This uses the type of *obj* to determine which formatting method to call, passing it *obj* and *level*. The type-specific methods should call *repr1()* to perform recursive formatting, with `level - 1` for the value of *level* in the recursive call.

Repr.**repr_TYPE**(*obj*, *level*)
Formatting methods for specific types are implemented as methods with a name based on the type name. In the method name, **TYPE** is replaced by `'_'.join(type(obj).__name__.split())`. Dispatch to these methods is handled by *repr1()*. Type-specific methods which need to recursively format a value should call `self.repr1(subobj, level - 1)`.

8.12.2 Subclassing Repr Objects

The use of dynamic dispatching by *Repr.repr1()* allows subclasses of *Repr* to add support for additional built-in object types or to modify the handling of types already supported. This example shows how special support for file objects could be added :

```
import reprlib
import sys

class MyRepr(reprlib.Repr):

    def repr_TextIOWrapper(self, obj, level):
        if obj.name in {'<stdin>', '<stdout>', '<stderr>'}:
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
            return obj.name
        return repr(obj)

aRepr = MyRepr()
print(aRepr.repr(sys.stdin))          # prints '<stdin>'
```

8.13 enum — Énumerations

Nouveau dans la version 3.4.

Code source : Lib/enum.py

Une énumération est un ensemble de noms symboliques, appelés *membres*, liés à des valeurs constantes et uniques. Au sein d'une énumération, les membres peuvent être comparés entre eux et il est possible d'itérer sur l'énumération elle-même.

8.13.1 Contenu du module

Ce module définit quatre classes d'énumération qui permettent de définir des ensembles uniques de noms et de valeurs : *Enum*, *IntEnum*, *Flag* et *IntFlag*. Il fournit également un décorateur, *unique()*, ainsi qu'une classe utilitaire, *auto*.

class enum.**Enum**
: Classe de base pour créer une énumération de constantes. Voir la section *API par fonction* pour une syntaxe alternative de construction.

class enum.**IntEnum**
: Classe de base pour créer une énumération de constantes qui sont également des sous-classes de *int*.

class enum.**IntFlag**
: Classe de base pour créer une énumération de constantes pouvant être combinées avec des opérateurs de comparaison bit-à-bit, sans perdre leur qualité de *IntFlag*. Les membres de *IntFlag* sont aussi des sous-classes de *int*.

class enum.**Flag**
: Classe de base pour créer une énumération de constantes pouvant être combinées avec des opérateurs de comparaison bit-à-bit, sans perdre leur qualité de *Flag*.

enum.**unique**()
: Décorateur de classe qui garantit qu'une valeur ne puisse être associée qu'à un seul nom.

class enum.**auto**
: Instances are replaced with an appropriate value for Enum members. Initial value starts at 1.

Nouveau dans la version 3.6 : `Flag`, `IntFlag`, `auto`

8.13.2 Création d'une *Enum*

Une énumération est créée comme une `class`, ce qui la rend facile à lire et à écrire. Une autre méthode de création est décrite dans *API par fonction*. Pour définir une énumération, il faut hériter de *Enum* de la manière suivante :

```
>>> from enum import Enum
>>> class Color(Enum):
...     RED = 1
...     GREEN = 2
...     BLUE = 3
...
```

Note : Valeurs des membres d'une *Enum*

La valeur d'un membre peut être de n'importe quel type : *int*, *str*, etc. Si la valeur exacte n'a pas d'importance, utilisez des instances de *auto* et une valeur appropriée sera choisie pour vous. Soyez vigilant si vous mélangez *auto* avec d'autres valeurs.

Note : Nomenclature

— La classe `Color` est une *énumération* (ou un *enum*).
— Les attributs `Color.RED`, `Color.GREEN`, etc., sont les *membres de l'énumération* (ou les *membres de l'enum*) et sont fonctionnellement des constantes.
— Les membres de *l'enum* ont chacun un *nom* et une *valeur* ; le nom de `Color.RED` est `RED`, la valeur de `Color.BLUE` est `3`, etc.

Note : Même si on utilise la syntaxe en `class` pour créer des énumérations, les *Enums* ne sont pas des vraies classes Python. Voir *En quoi les Enums sont différentes ?* pour plus de détails.

Les membres d'une énumération ont une représentation en chaîne de caractères compréhensible par un humain :

```
>>> print(Color.RED)
Color.RED
```

… tandis que leur `repr` contient plus d'informations :

```
>>> print(repr(Color.RED))
<Color.RED: 1>
```

Le *type* d'un membre est l'énumération auquel ce membre appartient :

```
>>> type(Color.RED)
<enum 'Color'>
>>> isinstance(Color.GREEN, Color)
True
>>>
```

Les membres ont également un attribut qui contient leur nom :

```
>>> print(Color.RED.name)
RED
```

Les énumérations sont itérables, l'ordre d'itération est celui dans lequel les membres sont déclarés :

```
>>> class Shake(Enum):
...     VANILLA = 7
...     CHOCOLATE = 4
...     COOKIES = 9
...     MINT = 3
...
>>> for shake in Shake:
...     print(shake)
...
Shake.VANILLA
Shake.CHOCOLATE
Shake.COOKIES
Shake.MINT
```

Les membres d'une énumération sont hachables, ils peuvent ainsi être utilisés dans des dictionnaires ou des ensembles :

```
>>> apples = {}
>>> apples[Color.RED] = 'red delicious'
>>> apples[Color.GREEN] = 'granny smith'
>>> apples == {Color.RED: 'red delicious', Color.GREEN: 'granny smith'}
True
```

8.13.3 Accès dynamique aux membres et à leurs attributs

Il est parfois utile de pouvoir accéder dynamiquement aux membres d'une énumération (p. ex. dans des situations où il ne suffit pas d'utiliser `Color.RED` car la couleur précise n'est pas connue à l'écriture du programme). `Enum` permet de tels accès :

```
>>> Color(1)
<Color.RED: 1>
>>> Color(3)
<Color.BLUE: 3>
```

Pour accéder aux membres par leur *nom*, utilisez l'accès par indexation :

```
>>> Color['RED']
<Color.RED: 1>
>>> Color['GREEN']
<Color.GREEN: 2>
```

Pour obtenir l'attribut `name` ou `value` d'un membre :

```
>>> member = Color.RED
>>> member.name
'RED'
>>> member.value
1
```

8.13.4 Duplication de membres et de valeurs

Il n'est pas possible d'avoir deux membres du même nom dans un *enum* :

```
>>> class Shape(Enum):
...     SQUARE = 2
...     SQUARE = 3
...
Traceback (most recent call last):
...
TypeError: Attempted to reuse key: 'SQUARE'
```

Cependant deux membres peuvent avoir la même valeur. Si deux membres A et B ont la même valeur (et que A est défini en premier), B sera un alias de A. Un accès par valeur avec la valeur commune à A et B renverra A. Un accès à B par nom renverra aussi A :

```
>>> class Shape(Enum):
...     SQUARE = 2
...     DIAMOND = 1
...     CIRCLE = 3
...     ALIAS_FOR_SQUARE = 2
...
>>> Shape.SQUARE
<Shape.SQUARE: 2>
>>> Shape.ALIAS_FOR_SQUARE
<Shape.SQUARE: 2>
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
>>> Shape(2)
<Shape.SQUARE: 2>
```

Note : Il est interdit de créer un membre avec le même nom qu'un attribut déjà défini (un autre membre, une méthode, etc.) ou de créer un attribut avec le nom d'un membre.

8.13.5 Coercition d'unicité des valeurs d'une énumération

Par défaut, les énumérations autorisent les alias de nom pour une même valeur. Quand ce comportement n'est pas désiré, il faut utiliser le décorateur suivant pour s'assurer que chaque valeur n'est utilisée qu'une seule fois au sein de l'énumération :

`@enum.unique`

Un décorateur de `class` spécifique aux énumérations. Il examine l'attribut `__members__` d'une énumération et recherche des alias ; s'il en trouve, l'exception *`ValueError`* est levée avec des détails :

```
>>> from enum import Enum, unique
>>> @unique
... class Mistake(Enum):
...     ONE = 1
...     TWO = 2
...     THREE = 3
...     FOUR = 3
...
Traceback (most recent call last):
...
ValueError: duplicate values found in <enum 'Mistake'>: FOUR -> THREE
```

8.13.6 Valeurs automatiques

Si la valeur exacte n'a pas d'importance, vous pouvez utiliser *`auto`* :

```
>>> from enum import Enum, auto
>>> class Color(Enum):
...     RED = auto()
...     BLUE = auto()
...     GREEN = auto()
...
>>> list(Color)
[<Color.RED: 1>, <Color.BLUE: 2>, <Color.GREEN: 3>]
```

Les valeurs sont déterminées par `_generate_next_value_()`, qui peut être redéfinie :

```
>>> class AutoName(Enum):
...     def _generate_next_value_(name, start, count, last_values):
...         return name
...
>>> class Ordinal(AutoName):
...     NORTH = auto()
...     SOUTH = auto()
...     EAST = auto()
...     WEST = auto()
...
>>> list(Ordinal)
[<Ordinal.NORTH: 'NORTH'>, <Ordinal.SOUTH: 'SOUTH'>, <Ordinal.EAST: 'EAST'>,
↪<Ordinal.WEST: 'WEST'>]
```

Note : La méthode par défaut `_generate_next_value_()` doit fournir le *int* suivant de la séquence en fonction du dernier *int* fourni, mais la séquence générée dépend de l'implémentation Python.

Note : The `_generate_next_value_()` method must be defined before any members.

8.13.7 Itération

Itérer sur les membres d'une énumération ne parcourt pas les alias :

```
>>> list(Shape)
[<Shape.SQUARE: 2>, <Shape.DIAMOND: 1>, <Shape.CIRCLE: 3>]
```

L'attribut spécial `__members__` est un dictionnaire ordonné qui fait correspondre les noms aux membres. Il inclut tous les noms définis dans l'énumération, alias compris :

```
>>> for name, member in Shape.__members__.items():
...     name, member
...
('SQUARE', <Shape.SQUARE: 2>)
('DIAMOND', <Shape.DIAMOND: 1>)
('CIRCLE', <Shape.CIRCLE: 3>)
('ALIAS_FOR_SQUARE', <Shape.SQUARE: 2>)
```

L'attribut `__members__` peut servir à accéder dynamiquement aux membres de l'énumération. Par exemple, pour trouver tous les alias :

```
>>> [name for name, member in Shape.__members__.items() if member.name != name]
['ALIAS_FOR_SQUARE']
```

8.13.8 Comparaisons

Les membres d'une énumération sont comparés par identité :

```
>>> Color.RED is Color.RED
True
>>> Color.RED is Color.BLUE
False
>>> Color.RED is not Color.BLUE
True
```

Les comparaisons d'ordre entre les valeurs d'une énumération n'existent *pas* ; les membres d'un *enum* ne sont pas des entiers (voir cependant *IntEnum* ci-dessous) :

```
>>> Color.RED < Color.BLUE
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
TypeError: '<' not supported between instances of 'Color' and 'Color'
```

A contrario, les comparaisons d'égalité existent :

```
>>> Color.BLUE == Color.RED
False
>>> Color.BLUE != Color.RED
True
>>> Color.BLUE == Color.BLUE
True
```

Les comparaisons avec des valeurs ne provenant pas d'énumérations sont toujours fausses (ici encore, *IntEnum* a été conçue pour fonctionner différemment, voir ci-dessous) :

```
>>> Color.BLUE == 2
False
```

8.13.9 Membres et attributs autorisés dans une énumération

Les exemples précédents utilisent des entiers pour énumérer les valeurs. C'est un choix concis et pratique (et implémenté par défaut dans l'*API par fonction*), mais ce n'est pas une obligation. Dans la majorité des cas, il importe peu de connaître la valeur réelle d'une énumération. Il est toutefois possible de donner une valeur arbitraire aux énumérations, si cette valeur est *vraiment* significative.

Les énumérations sont des classes Python et peuvent donc avoir des méthodes et des méthodes spéciales. L'énumération suivante :

```
>>> class Mood(Enum):
...     FUNKY = 1
...     HAPPY = 3
...
...     def describe(self):
...         # self is the member here
...         return self.name, self.value
...
...     def __str__(self):
...         return 'my custom str! {0}'.format(self.value)
...
...     @classmethod
...     def favorite_mood(cls):
...         # cls here is the enumeration
...         return cls.HAPPY
...
```

amène :

```
>>> Mood.favorite_mood()
<Mood.HAPPY: 3>
>>> Mood.HAPPY.describe()
('HAPPY', 3)
>>> str(Mood.FUNKY)
'my custom str! 1'
```

Les règles pour ce qui est autorisé sont les suivantes : les noms qui commencent et finissent avec un seul tiret bas sont réservés par *enum* et ne peuvent pas être utilisés ; tous les autres attributs définis dans l'énumération en deviendront des membres, à l'exception des méthodes spéciales (`__str__()`, `__add__()`, etc.), des descripteurs (les méthodes sont aussi des descripteurs) et des noms de variable listés dans `_ignore_`.

Remarque : si l'énumération définit `__new__()` ou `__init__()`, alors la (ou les) valeur affectée au membre sera passée à ces méthodes. Voir l'exemple de *Planet*.

8.13.10 Restrictions sur l'héritage

Une nouvelle classe *Enum* doit avoir une classe *Enum* de base, au plus un type de données concret et autant de classes de mélange (basées sur *object*) que nécessaire. L'ordre de ces classes de base est le suivant :

```
class EnumName([mix-in, ...,] [data-type,] base-enum):
    pass
```

Hériter d'une énumération n'est permis que si cette énumération ne définit aucun membre. Le code suivant n'est pas autorisé :

```
>>> class MoreColor(Color):
...     PINK = 17
...
Traceback (most recent call last):
...
TypeError: Cannot extend enumerations
```

Mais celui-ci est correct :

```
>>> class Foo(Enum):
...     def some_behavior(self):
...         pass
...
>>> class Bar(Foo):
...     HAPPY = 1
...     SAD = 2
...
```

Autoriser l'héritage d'*enums* définissant des membres violerait des invariants sur les types et les instances. D'un autre côté, il est logique d'autoriser un groupe d'énumérations à partager un comportement commun (voir par exemple *OrderedEnum*).

8.13.11 Sérialisation

Les énumérations peuvent être sérialisées et déserialisées :

```
>>> from test.test_enum import Fruit
>>> from pickle import dumps, loads
>>> Fruit.TOMATO is loads(dumps(Fruit.TOMATO))
True
```

Les restrictions habituelles de sérialisation s'appliquent : les *enums* à sérialiser doivent être déclarés dans l'espace de nom de haut niveau du module car la déserialisation nécessite que ces *enums* puissent être importés depuis ce module.

Note : Depuis la version 4 du protocole de *pickle*, il est possible de sérialiser facilement des *enums* imbriqués dans d'autres classes.

Redéfinir la méthode *__reduce_ex__()* permet de modifier la sérialisation ou la dé-sérialisation des membres d'une énumération.

8.13.12 API par fonction

La *Enum* est appelable et implémente l'API par fonction suivante :

```
>>> Animal = Enum('Animal', 'ANT BEE CAT DOG')
>>> Animal
<enum 'Animal'>
>>> Animal.ANT
<Animal.ANT: 1>
>>> Animal.ANT.value
1
>>> list(Animal)
[<Animal.ANT: 1>, <Animal.BEE: 2>, <Animal.CAT: 3>, <Animal.DOG: 4>]
```

La sémantique de cette API est similaire à *namedtuple*. Le premier argument de l'appel à *Enum* est le nom de l'énumération.

Le second argument est la *source* des noms des membres de l'énumération. Il peut être une chaîne de caractères contenant les noms séparés par des espaces, une séquence de noms, une séquence de couples clé / valeur ou un dictionnaire (p. ex. un *dict*) de valeurs indexées par des noms. Les deux dernières options permettent d'affecter des valeurs arbitraires aux énumérations ; les autres affectent automatiquement des entiers en commençant par 1 (le paramètre `start` permet de changer la valeur de départ). Ceci renvoie une nouvelle classe dérivée de *Enum*. En d'autres termes, la déclaration de `Animal` ci-dessus équivaut à :

```
>>> class Animal(Enum):
...     ANT = 1
...     BEE = 2
...     CAT = 3
...     DOG = 4
...
```

La valeur de départ par défaut est `1` et non `0` car `0` au sens booléen vaut `False` alors que tous les membres d'une *enum* valent `True`.

La sérialisation d'énumérations créées avec l'API en fonction peut être source de problèmes, car celle-ci repose sur des détails d'implémentation de l'affichage de la pile d'appel pour tenter de déterminer dans quel module l'énumération est créée (p. ex. elle échouera avec les fonctions utilitaires provenant d'un module séparé et peut ne pas fonctionner avec IronPython ou Jython). La solution consiste à préciser explicitement le nom du module comme ceci :

```
>>> Animal = Enum('Animal', 'ANT BEE CAT DOG', module=__name__)
```

Avertissement : Si `module` n'est pas fourni et que *Enum* ne peut pas le deviner, les nouveaux membres de *l'Enum* ne seront pas déserialisables ; pour garder les erreurs au plus près de leur origine, la sérialisation sera désactivée.

Le nouveau protocole version 4 de *pickle* se base lui aussi, dans certains cas, sur le fait que *__qualname__* pointe sur l'endroit où *pickle* peut trouver la classe. Par exemple, si la classe était disponible depuis la classe *SomeData* dans l'espace de nom de plus haut niveau :

```
>>> Animal = Enum('Animal', 'ANT BEE CAT DOG', qualname='SomeData.Animal')
```

La signature complète est la suivante :

```
Enum(value='NewEnumName', names=<...>, *, module='...', qualname='...', type=
↪<mixed-in class>, start=1)
```

value Le nom de la la nouvelle classe *Enum*.

names Les membres de l'énumération. Une chaîne de caractères séparés par des espaces ou des virgules (la valeur de départ est fixée à 1, sauf si spécifiée autrement) :

```
'RED GREEN BLUE' | 'RED,GREEN,BLUE' | 'RED, GREEN, BLUE'
```

ou un itérateur sur les noms :

```
['RED', 'GREEN', 'BLUE']
```

ou un itérateur sur les tuples (nom, valeur) :

```
[('CYAN', 4), ('MAGENTA', 5), ('YELLOW', 6)]
```

ou une correspondance :

```
{'CHARTREUSE': 7, 'SEA_GREEN': 11, 'ROSEMARY': 42}
```

module nom du module dans lequel la classe *Enum* se trouve.

qualname localisation de la nouvelle classe *Enum* dans le module.

type le type à mélanger dans la nouvelle classe *Enum*.

start index de départ si uniquement des noms sont passés.

Modifié dans la version 3.5 : Ajout du paramètre *start*.

8.13.13 Énumérations dérivées

IntEnum

La première version dérivée de *Enum* qui existe est aussi une sous-classe de *int*. Les membres de *IntEnum* peuvent être comparés à des entiers et, par extension, les comparaisons entre des énumérations entières de type différent sont possibles :

```
>>> from enum import IntEnum
>>> class Shape(IntEnum):
...     CIRCLE = 1
...     SQUARE = 2
...
>>> class Request(IntEnum):
...     POST = 1
...     GET = 2
...
>>> Shape == 1
False
>>> Shape.CIRCLE == 1
True
>>> Shape.CIRCLE == Request.POST
True
```

Elles ne peuvent cependant toujours pas être comparées à des énumérations standards de *Enum* :

```
>>> class Shape(IntEnum):
...     CIRCLE = 1
...     SQUARE = 2
...
>>> class Color(Enum):
...     RED = 1
...     GREEN = 2
...
>>> Shape.CIRCLE == Color.RED
False
```

Les valeurs de *IntEnum* se comportent comme des entiers, comme on pouvait s'y attendre :

```
>>> int(Shape.CIRCLE)
1
>>> ['a', 'b', 'c'][Shape.CIRCLE]
'b'
>>> [i for i in range(Shape.SQUARE)]
[0, 1]
```

IntFlag

La version dérivée suivante de *Enum* est *IntFlag*. Elle est aussi basée sur *int*, à la différence près que les membres de *IntFlag* peuvent être combinés en utilisant les opérateurs bit-à-bit (&, |, ^, ~) et que le résultat reste un membre de *IntFlag*. Cependant, comme le nom l'indique, les membres d'une classe *IntFlag* héritent aussi de *int* et peuvent être utilisés là où un *int* est utilisé. Toute opération sur un membre d'une classe *IntFlag*, autre qu'un opérateur bit-à-bit lui fait perdre sa qualité de *IntFlag*.

Nouveau dans la version 3.6.

Exemple d'une classe *IntFlag* :

```
>>> from enum import IntFlag
>>> class Perm(IntFlag):
...     R = 4
...     W = 2
...     X = 1
...
>>> Perm.R | Perm.W
<Perm.R|W: 6>
>>> Perm.R + Perm.W
6
>>> RW = Perm.R | Perm.W
>>> Perm.R in RW
True
```

Il est aussi possible de nommer les combinaisons :

```
>>> class Perm(IntFlag):
...     R = 4
...     W = 2
...     X = 1
...     RWX = 7
>>> Perm.RWX
<Perm.RWX: 7>
>>> ~Perm.RWX
<Perm.-8: -8>
```

Une autre différence importante entre *IntFlag* et *Enum* est que, si aucune option n'est activée (la valeur vaut 0), son évaluation booléenne est *False* :

```
>>> Perm.R & Perm.X
<Perm.0: 0>
>>> bool(Perm.R & Perm.X)
False
```

Comme les membres d'une classe *IntFlag* héritent aussi de *int*, ils peuvent être combinés avec eux :

```
>>> Perm.X | 8
<Perm.8|X: 9>
```

Option

La dernière version dérivée est la classe *Flag*. Comme *IntFlag*, les membres d'une classe *Flag* peuvent être combinés en utilisant les opérateurs de comparaison bit-à-bit. Cependant, à la différence de *IntFlag*, ils ne peuvent ni être combinés, ni être comparés avec une autre énumération *Flag*, ni avec *int*. Bien qu'il soit possible de définir directement les valeurs, il est recommandé d'utiliser *auto* comme valeur et de laisser *Flag* choisir une valeur appropriée.

Nouveau dans la version 3.6.

Comme avec *IntFlag*, si une combinaison de membres d'une classe *Flag* n'active aucune option, l'évaluation booléenne de la comparaison est *False* :

```
>>> from enum import Flag, auto
>>> class Color(Flag):
...     RED = auto()
...     BLUE = auto()
...     GREEN = auto()
...
>>> Color.RED & Color.GREEN
<Color.0: 0>
>>> bool(Color.RED & Color.GREEN)
False
```

Les options de base doivent avoir des puissances de deux pour valeurs (1, 2, 4, 8, ...) mais pas les combinaisons :

```
>>> class Color(Flag):
...     RED = auto()
...     BLUE = auto()
...     GREEN = auto()
...     WHITE = RED | BLUE | GREEN
...
>>> Color.WHITE
<Color.WHITE: 7>
```

Donner un nom à la valeur « aucune option activée » ne change pas sa valeur booléenne :

```
>>> class Color(Flag):
...     BLACK = 0
...     RED = auto()
...     BLUE = auto()
...     GREEN = auto()
...
>>> Color.BLACK
<Color.BLACK: 0>
>>> bool(Color.BLACK)
False
```

Note : Dans la plupart des cas, il est fortement recommandé d'utiliser *Enum* et *Flag* pour écrire du code nouveau, car *IntEnum* et *IntFlag* violent certains principes sémantiques d'une énumération (en pouvant être comparées à des entiers et donc, par transitivité, à d'autres énumérations). *IntEnum* et *IntFlag* ne doivent être utilisées que dans les cas où *Enum* et *Flag* ne suffisent pas ; par exemple quand des constantes entières sont remplacées par des énumérations, ou pour l'interopérabilité avec d'autres systèmes.

Autres

Bien que *IntEnum* fasse partie du module *enum*, elle serait très simple à implémenter hors de ce module :

```
class IntEnum(int, Enum):
    pass
```

Ceci montre comment définir des énumérations dérivées similaires ; par exemple une classe `StrEnum` qui dériverait de *str* au lieu de *int*.

Quelques règles :

1. Pour hériter de *Enum*, les types de mélange doivent être placés avant la classe *Enum* elle-même dans la liste des classes de base, comme dans l'exemple de *IntEnum* ci-dessus.
2. Même si une classe *Enum* peut avoir des membres de n'importe quel type, dès lors qu'un type de mélange est ajouté, tous les membres doivent être de ce type, p. ex. *int* ci-dessus. Cette restriction ne s'applique pas aux types de mélange qui ne font qu'ajouter des méthodes et ne définissent pas de type de données, tels *int* ou *str*.
3. Quand un autre type de données est mélangé, l'attribut `value` n'est *pas* identique au membre de l'énumération lui-même, bien qu'ils soient équivalents et égaux en comparaison.
4. Formatage de style % : *%s* et *%r* appellent respectivement les méthodes `__str__()` et `__repr__()` de la classe *Enum* ; les autres codes, comme *%i* ou *%h* pour *IntEnum*, s'appliquent au membre comme si celui-ci était converti en son type de mélange.
5. Chaînes de caractères formatées littérales : *str.format()* et *format()* appellent la méthode `__format__()` du type de mélange. Pour appeler les fonctions *str()* ou *repr()* de la classe *Enum*, il faut utiliser les codes de formatage *!s* ou *!r*.

8.13.14 Exemples intéressants

Bien que *Enum*, *IntEnum*, *IntFlag* et *Flag* soient conçues pour répondre à la majorité des besoins, elles ne peuvent répondre à tous. Voici quelques recettes d'énumération qui peuvent être réutilisées telles quelles, ou peuvent servir d'exemple pour développer vos propres énumérations.

Omettre les valeurs

Dans de nombreux cas, la valeur réelle de l'énumération n'a pas d'importance. Il y a plusieurs façons de définir ce type d'énumération simple :

— affecter des instances de *auto* aux valeurs
— affecter des instances de *object* aux valeurs
— affecter des chaînes de caractères aux valeurs pour les décrire
— affecter un n-uplet aux valeurs et définir une méthode `__new__()` pour remplacer les n-uplets avec un *int*

Utiliser une de ces méthodes indique à l'utilisateur que les valeurs n'ont pas d'importance. Cela permet aussi d'ajouter, de supprimer ou de ré-ordonner les membres sans avoir à ré-énumérer les membres existants.

Quelle que soit la méthode choisie, il faut fournir une méthode *repr()* qui masque les valeurs (pas importantes de toute façon) :

```
>>> class NoValue(Enum):
...     def __repr__(self):
...         return '<%s.%s>' % (self.__class__.__name__, self.name)
...
```

Avec `auto`

On utilise *auto* de la manière suivante :

```
>>> class Color(NoValue):
...     RED = auto()
...     BLUE = auto()
...     GREEN = auto()
...
>>> Color.GREEN
<Color.GREEN>
```

Avec `object`

On utilise *object* de la manière suivante :

```
>>> class Color(NoValue):
...     RED = object()
...     GREEN = object()
...     BLUE = object()
...
>>> Color.GREEN
<Color.GREEN>
```

Avec une chaîne de caractères de description

On utilise une chaîne de caractères de la manière suivante :

```
>>> class Color(NoValue):
...     RED = 'stop'
...     GREEN = 'go'
...     BLUE = 'too fast!'
...
>>> Color.GREEN
<Color.GREEN>
>>> Color.GREEN.value
'go'
```

Avec une méthode ad-hoc `__new__()`

On utilise une méthode `__new__()` d'énumération de la manière suivante :

```
>>> class AutoNumber(NoValue):
...     def __new__(cls):
...         value = len(cls.__members__) + 1
...         obj = object.__new__(cls)
...         obj._value_ = value
...         return obj
...
>>> class Color(AutoNumber):
...     RED = ()
...     GREEN = ()
...     BLUE = ()
...
>>> Color.GREEN
<Color.GREEN>
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
>>> Color.GREEN.value
2
```

Note : La méthode `__new__()`, si définie, est appelée à la création des membres de l'énumération ; elle est ensuite remplacée par la méthode `__new__()` de *Enum*, qui est utilisée après la création de la classe pour la recherche des membres existants.

OrderedEnum

Une énumération ordonnée qui n'est pas basée sur *IntEnum* et qui, par conséquent, respecte les invariants classiques de *Enum* (comme par exemple l'impossibilité de pouvoir être comparée à d'autres énumérations) :

```
>>> class OrderedEnum(Enum):
...     def __ge__(self, other):
...         if self.__class__ is other.__class__:
...             return self.value >= other.value
...         return NotImplemented
...     def __gt__(self, other):
...         if self.__class__ is other.__class__:
...             return self.value > other.value
...         return NotImplemented
...     def __le__(self, other):
...         if self.__class__ is other.__class__:
...             return self.value <= other.value
...         return NotImplemented
...     def __lt__(self, other):
...         if self.__class__ is other.__class__:
...             return self.value < other.value
...         return NotImplemented
...
>>> class Grade(OrderedEnum):
...     A = 5
...     B = 4
...     C = 3
...     D = 2
...     F = 1
...
>>> Grade.C < Grade.A
True
```

DuplicateFreeEnum

Lève une erreur si un membre est dupliqué, plutôt que de créer un alias :

```
>>> class DuplicateFreeEnum(Enum):
...     def __init__(self, *args):
...         cls = self.__class__
...         if any(self.value == e.value for e in cls):
...             a = self.name
...             e = cls(self.value).name
...             raise ValueError(
...                 "aliases not allowed in DuplicateFreeEnum:  %r --> %r"
...                 % (a, e))
...
>>> class Color(DuplicateFreeEnum):
...     RED = 1
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
...     GREEN = 2
...     BLUE = 3
...     GRENE = 2
...
Traceback (most recent call last):
...
ValueError: aliases not allowed in DuplicateFreeEnum:  'GRENE' --> 'GREEN'
```

Note : Cet exemple d'héritage de *Enum* est intéressant pour ajouter ou modifier des comportements comme interdire les alias. Si vous ne souhaitez qu'interdire les alias, il suffit d'utiliser le décorateur *unique()*.

Planet

Si `__new__()` ou `__init__()` sont définies, la valeur du membre de l'énumération sera passée à ces méthodes :

```
>>> class Planet(Enum):
...     MERCURY = (3.303e+23, 2.4397e6)
...     VENUS   = (4.869e+24, 6.0518e6)
...     EARTH   = (5.976e+24, 6.37814e6)
...     MARS    = (6.421e+23, 3.3972e6)
...     JUPITER = (1.9e+27,   7.1492e7)
...     SATURN  = (5.688e+26, 6.0268e7)
...     URANUS  = (8.686e+25, 2.5559e7)
...     NEPTUNE = (1.024e+26, 2.4746e7)
...     def __init__(self, mass, radius):
...         self.mass = mass       # in kilograms
...         self.radius = radius   # in meters
...     @property
...     def surface_gravity(self):
...         # universal gravitational constant  (m3 kg-1 s-2)
...         G = 6.67300E-11
...         return G * self.mass / (self.radius * self.radius)
...
>>> Planet.EARTH.value
(5.976e+24, 6378140.0)
>>> Planet.EARTH.surface_gravity
9.802652743337129
```

TimePeriod

Exemple d'utilisation de l'attribut `_ignore_` :

```
>>> from datetime import timedelta
>>> class Period(timedelta, Enum):
...     "different lengths of time"
...     _ignore_ = 'Period i'
...     Period = vars()
...     for i in range(367):
...         Period['day_%d' % i] = i
...
>>> list(Period)[:2]
[<Period.day_0: datetime.timedelta(0)>, <Period.day_1: datetime.timedelta(days=1)>]
>>> list(Period)[-2:]
[<Period.day_365: datetime.timedelta(days=365)>, <Period.day_366: datetime.
↪timedelta(days=366)>]
```

8.13.15 En quoi les *Enums* sont différentes ?

Les *enums* ont une métaclasse spéciale qui affecte de nombreux aspects des classes dérivées de *Enum* et de leur instances (membres).

Classes *Enum*

La métaclasse `EnumMeta` se charge de fournir les méthodes `__contains__()`, `__dir__()`, `__iter__()` etc. qui permettent de faire des opérations sur une classe *Enum* qui ne fonctionneraient pas sur une classe standard, comme *list(Color)* ou *some_enum_var in Color*. `EnumMeta` garantit que les autres méthodes de la classe finale *Enum* sont correctes (comme `__new__()`, *__getnewargs__()*, `__str__()` et `__repr__()`).

Membres d'Enum (c.-à-d. instances)

Il est intéressant de souligner que les membres d'une *Enum* sont des singletons. La classe `EnumMeta` les crée tous au moment de la création de la classe *Enum* elle-même et implémente une méthode `__new__()` spécifique. Cette méthode renvoie toujours les instances de membres déjà existantes pour être sûr de ne jamais en instancier de nouvelles.

Aspects approfondis

Noms de la forme `__dunder__` disponibles

`__members__` est une `OrderedDict` de correspondances `nom_du_membre` / `membre`. Elle n'est disponible que depuis la classe.

La méthode `__new__()`, si elle est définie, doit créer et renvoyer les membres de l'énumération ; affecter correctement l'attribut `_value_` du membre est également conseillé. Une fois que tous les membres ont été créés, cette méthode n'est plus utilisée.

Noms de la forme `_sunder_` disponibles

- `_name_` -- nom du membre
- `_value_` -- valeur du membre ; il est possible d'y accéder ou de la muer dans `__new__`
- `_missing_` -- une fonction de recherche qui est appelée quand la valeur n'est pas trouvée ; elle peut être redéfinie
- `_ignore_` -- une liste de noms, sous la forme de *list()* ou de *str()*, qui ne seront pas transformés en membres, et seront supprimés de la classe résultante
- `_order_` -- utilisé en Python 2 ou 3 pour s'assurer que l'ordre des membres est cohérent (attribut de classe, supprimé durant la création de la classe)
- `_generate_next_value_` -- utilisée par l' *API par fonction* et par *auto* pour obtenir une valeur appropriée à affecter à un membre de *l'enum* ; elle peut être redéfinie

Nouveau dans la version 3.6 : `_missing_`, `_order_`, `_generate_next_value_`

Nouveau dans la version 3.7 : `_ignore_`

Pour faciliter la transition de Python 2 en Python 3, l'attribut `_order_` peut être défini. Il sera comparé au véritable ordre de l'énumération et lève une erreur si les deux ne correspondent pas :

```
>>> class Color(Enum):
...     _order_ = 'RED GREEN BLUE'
...     RED = 1
...     BLUE = 3
...     GREEN = 2
...
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
Traceback (most recent call last):
...
TypeError: member order does not match _order_
```

Note : En Python 2, l'attribut `_order_` est indispensable car l'ordre de la définition est perdu avant de pouvoir être enregistré.

Type des membres de `Enum`

Les membres de *Enum* sont des instances de leur classe *Enum*. On y accède normalement par `ClasseEnum.membre`. Dans certains cas, on peut également y accéder par `ClasseEnum.membre.membre`, mais ceci est fortement déconseillé car cette indirection est susceptible d'échouer, ou pire, de ne pas renvoyer le membre de la classe *Enum* désiré (c'est une autre bonne raison pour définir tous les noms des membres en majuscules) :

```
>>> class FieldTypes(Enum):
...     name = 0
...     value = 1
...     size = 2
...
>>> FieldTypes.value.size
<FieldTypes.size: 2>
>>> FieldTypes.size.value
2
```

Modifié dans la version 3.5.

Valeur booléenne des classes `Enum` et de leurs membres

Les membres d'une classe *Enum* mélangée avec un type non dérivé de *Enum* (comme *int*, *str*, etc.) sont évalués selon les règles du type de mélange. Sinon, tous les membres valent *True*. Pour faire dépendre l'évaluation booléenne de votre propre *Enum* de la valeur du membre, il faut ajouter le code suivant à votre classe :

```
def __bool__(self):
    return bool(self.value)
```

Les classes *Enum* valent toujours *True*.

Classes `Enum` avec des méthodes

Si votre classe *Enum* contient des méthodes supplémentaires, comme la classe *Planet* ci-dessus, elles s'afficheront avec un appel à *dir()* sur le membre, mais pas avec un appel sur la classe :

```
>>> dir(Planet)
['EARTH', 'JUPITER', 'MARS', 'MERCURY', 'NEPTUNE', 'SATURN', 'URANUS', 'VENUS', '__
↪class__', '__doc__', '__members__', '__module__']
>>> dir(Planet.EARTH)
['__class__', '__doc__', '__module__', 'name', 'surface_gravity', 'value']
```

Combinaison de membres de `Flag`

Si une valeur issue de la combinaison de membres de *Flag* n'est pas associée explicitement à un membre, la fonction *repr()* inclut tous les membres et toutes les combinaisons de membres présents dans cette valeur :

```
>>> class Color(Flag):
...     RED = auto()
...     GREEN = auto()
...     BLUE = auto()
...     MAGENTA = RED | BLUE
...     YELLOW = RED | GREEN
...     CYAN = GREEN | BLUE
...
>>> Color(3)  # named combination
<Color.YELLOW: 3>
>>> Color(7)      # not named combination
<Color.CYAN|MAGENTA|BLUE|YELLOW|GREEN|RED: 7>
```

CHAPITRE 9

Modules numériques et mathématiques

Les modules documentés dans ce chapitre fournissent des fonctions et des types autour des nombres et des mathématiques. Le module *numbers* définit une hiérarchie abstraite des types numériques. Les modules *math* et *cmath* contiennent des fonctions mathématiques pour les nombres à virgule flottante ou les nombres complexes. Le module *decimal* permet de représenter des nombres décimaux de manière exacte, et utilise une arithmétique de précision arbitraire.

Les modules suivants sont documentés dans ce chapitre :

9.1 `numbers` — Classes de base abstraites numériques

Code source : Lib/numbers.py

Le module *numbers* (**PEP 3141**) définit une hiérarchie de *classes de base abstraites* numériques qui définissent progressivement plus d'opérations. Aucun des types définis dans ce module ne peut être instancié.

class numbers.**Number**
La base de la hiérarchie numérique. Si vous voulez juste vérifier qu'un argument *x* est un nombre, peu importe le type, utilisez `isinstance(x, Number)`.

9.1.1 La tour numérique

class numbers.**Complex**
Les sous-classes de ce type décrivent des nombres complexes et incluent les opérations qui fonctionnent sur le type natif *complex*. Ce sont : les conversions vers *complex* et *bool*, *real*, *imag*, +, −, *, /, *abs()*, *conjugate()*, == et !=. Toutes sauf − et != sont abstraites.

real
Abstrait. Récupère la partie réelle de ce nombre.

imag
Abstrait. Retrouve la partie imaginaire de ce nombre.

abstractmethod conjugate()
Abstrait. Renvoie le complexe conjugué. Par exemple, `(1+3j).conjugate() == (1-3j)`.

class numbers.**Real**
Real ajoute les opérations qui fonctionnent sur les nombres réels à *Complex*.
En bref, celles-ci sont : une conversion vers *float*, *math.trunc()*, *round()*, *math.floor()*, *math.ceil()*, *divmod()*, //, %, <, <=, > et >=.
Real fournit également des valeurs par défaut pour *complex()*, *real*, *imag* et *conjugate()*.

class numbers.**Rational**
Dérive *Real* et ajoute les propriétés *numerator* et *denominator* qui doivent être les plus petits possible. Avec celles-ci, il fournit une valeur par défaut pour *float()*.

numerator
Abstrait.

denominator
Abstrait.

class numbers.**Integral**
Dérive *Rational* et ajoute une conversion en *int*. Fournit des valeurs par défaut pour *float()*, *numerator* et *denominator*. Ajoute des méthodes abstraites pour ** et les opérations au niveau des bits : <<, >>, &, ^, |, ~.

9.1.2 Notes pour implémenter des types

Les développeurs doivent veiller à ce que des nombres égaux soient bien égaux lors de comparaisons et à ce qu'ils soient hachés aux mêmes valeurs. Cela peut être subtil s'il y a deux dérivations différentes des nombres réels. Par exemple, *fractions.Fraction* implémente *hash()* comme suit :

```
def __hash__(self):
    if self.denominator == 1:
        # Get integers right.
        return hash(self.numerator)
    # Expensive check, but definitely correct.
    if self == float(self):
        return hash(float(self))
    else:
        # Use tuple's hash to avoid a high collision rate on
        # simple fractions.
        return hash((self.numerator, self.denominator))
```

Ajouter plus d'ABC numériques

Il est bien entendu possible de créer davantage d'ABC pour les nombres et cette hiérarchie serait médiocre si elle excluait la possibilité d'en ajouter. Vous pouvez ajouter `MyFoo` entre *Complex* et *Real* ainsi :

```
class MyFoo(Complex): ...
MyFoo.register(Real)
```

Implémentation des opérations arithmétiques

Nous voulons implémenter les opérations arithmétiques de sorte que les opérations en mode mixte appellent une implémentation dont l'auteur connaît les types des deux arguments, ou convertissent chacun dans le type natif le plus proche et effectuent l'opération sur ces types. Pour les sous-types de *Integral*, cela signifie que `__add__()` et `__radd__()` devraient être définis comme suit :

```
class MyIntegral(Integral):

    def __add__(self, other):
        if isinstance(other, MyIntegral):
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
            return do_my_adding_stuff(self, other)
        elif isinstance(other, OtherTypeIKnowAbout):
            return do_my_other_adding_stuff(self, other)
        else:
            return NotImplemented

    def __radd__(self, other):
        if isinstance(other, MyIntegral):
            return do_my_adding_stuff(other, self)
        elif isinstance(other, OtherTypeIKnowAbout):
            return do_my_other_adding_stuff(other, self)
        elif isinstance(other, Integral):
            return int(other) + int(self)
        elif isinstance(other, Real):
            return float(other) + float(self)
        elif isinstance(other, Complex):
            return complex(other) + complex(self)
        else:
            return NotImplemented
```

Il existe 5 cas différents pour une opération de type mixte sur des sous-classes de *Complex*. Nous nous référerons à tout le code ci-dessus qui ne se réfère pas à `MyIntegral` et `OtherTypeIKnowAbout` comme "expression générique". `a` est une instance de `A`, qui est un sous-type de *Complex* (`a : A <: Complex`) et `b : B <: Complex`. Considérons `a + b` :

1. Si `A` définit une `__add__()` qui accepte `b`, tout va bien.
2. Si `A` fait appel au code générique et que celui-ci renvoie une valeur de `__add__()`, nous manquons la possibilité que `B` définisse une `__radd__()` plus intelligent, donc le code générique devrait retourner *NotImplemented* dans `__add__()` (ou alors `A` ne doit pas implémenter `__add__()` du tout.)
3. Alors `__radd__()` de `B` a une chance. si elle accepte `a`, tout va bien.
4. Si elle fait appel au code générique, il n'y a plus de méthode possible à essayer, c'est donc ici que l'implémentation par défaut intervient.
5. Si `B <: A`, Python essaie `B.__radd__` avant `A.__add__`. C'est valable parce qu'elle est implémentée avec la connaissance de `A`, donc elle peut gérer ces instances avant de déléguer à *Complex*.

Si `A <: Complex` et `B <: Real` sans autre information, alors l'opération commune appropriée est celle impliquant *complex* et les deux `__radd__()` atterrissent à cet endroit, donc `a+b == b+a`.

Comme la plupart des opérations sur un type donné seront très similaires, il peut être utile de définir une fonction accessoire qui génère les instances résultantes et inverses d'un opérateur donné. Par exemple, *fractions.Fraction* utilise :

```
def _operator_fallbacks(monomorphic_operator, fallback_operator):
    def forward(a, b):
        if isinstance(b, (int, Fraction)):
            return monomorphic_operator(a, b)
        elif isinstance(b, float):
            return fallback_operator(float(a), b)
        elif isinstance(b, complex):
            return fallback_operator(complex(a), b)
        else:
            return NotImplemented
    forward.__name__ = '__' + fallback_operator.__name__ + '__'
    forward.__doc__ = monomorphic_operator.__doc__

    def reverse(b, a):
        if isinstance(a, Rational):
            # Includes ints.
            return monomorphic_operator(a, b)
        elif isinstance(a, numbers.Real):
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
            return fallback_operator(float(a), float(b))
        elif isinstance(a, numbers.Complex):
            return fallback_operator(complex(a), complex(b))
        else:
            return NotImplemented
    reverse.__name__ = '__r' + fallback_operator.__name__ + '__'
    reverse.__doc__ = monomorphic_operator.__doc__

    return forward, reverse

def _add(a, b):
    """a + b"""
    return Fraction(a.numerator * b.denominator +
                    b.numerator * a.denominator,
                    a.denominator * b.denominator)

__add__, __radd__ = _operator_fallbacks(_add, operator.add)

# ...
```

9.2 Fonctions mathématiques — `math`

Ce module fournit l'accès aux fonctions mathématiques définies par la norme C.

Ces fonctions ne peuvent pas être utilisées avec les nombres complexes ; si vous avez besoin de la prise en charge des nombres complexes, utilisez les fonctions du même nom du module *cmath*. La séparation entre les fonctions qui gèrent les nombres complexes et les autres vient du constat que tous les utilisateurs ne souhaitent pas acquérir le niveau mathématique nécessaire à la compréhension des nombres complexes. Recevoir une exception plutôt qu'un nombre complexe en retour d'une fonction permet au programmeur de déterminer immédiatement comment et pourquoi ce nombre a été généré, avant que celui-ci ne soit passé involontairement en paramètre d'une autre fonction.

Les fonctions suivantes sont fournies dans ce module. Sauf mention contraire explicite, toutes les valeurs de retour sont des flottants.

9.2.1 Fonctions arithmétiques et de représentation

`math.`**`ceil`**`(`*x*`)`
: Renvoie la partie entière par excès de *x*, le plus petit entier supérieur ou égal à *x*. Si *x* est un flottant, délègue à `x.__ceil()__`, qui doit renvoyer une valeur *Integral*.

`math.`**`copysign`**`(`*x*, *y*`)`
: Renvoie un flottant contenant la magnitude (valeur absolue) de *x* mais avec le signe de *y*. Sur les plates-formes prenant en charge les zéros signés, `copysign(1.0, -0.0)` renvoie `-1.0`.

`math.`**`fabs`**`(`*x*`)`
: Renvoie la valeur absolue de *x*.

`math.`**`factorial`**`(`*x*`)`
: Renvoie la factorielle de *x* sous forme d'entier. Lève une *ValueError* si *x* n'est pas entier ou s'il est négatif.

`math.`**`floor`**`(`*x*`)`
: Renvoie la partie entière (par défaut) de *x*, le plus grand entier inférieur ou égal à *x*. Si *x* n'est pas un flottant, délègue à `x.__floor()__`, qui doit renvoyer une valeur *Integral*.

`math.`**`fmod`**`(`*x*, *y*`)`
: Renvoie `fmod(x, y)`, tel que défini par la bibliothèque C de la plate-forme. Notez que l'expression Python `x % y` peut ne pas renvoyer le même résultat. Le sens du standard C pour `fmod(x, y)` est d'être exactement

(mathématiquement, à une précision infinie) égal à `x - n*y` pour un entier *n* tel que le résultat a le signe de *x* et une magnitude inférieure à `abs(y)`. L'expression Python `x % y` renvoie un résultat avec le signe de *y*, et peut ne pas être calculable exactement pour des arguments flottants. Par exemple : `fmod(-1e-100, 1e100)` est `-1e-100`, mais le résultat de l'expression Python `-1e-100 % 1e100` est `1e100-1e-100`, qui ne peut pas être représenté exactement par un flottant et donc qui est arrondi à `1e100`. Pour cette raison, la fonction *fmod()* est généralement privilégiée quand des flottants sont manipulés, alors que l'expression Python `x % y` est privilégiée quand des entiers sont manipulés.

`math.`**`frexp`**(*x*)
Renvoie la mantisse et l'exposant de *x* dans un couple `(m, e)`. *m* est un flottant et *e* est un entier tels que `x == m * 2**e` exactement. Si *x* vaut zéro, renvoie `(0, 0)`, sinon `0.5 <= abs(m) < 1`. Ceci est utilisé pour « extraire » la représentation interne d'un flottant de manière portable.

`math.`**`fsum`**(*iterable*)
Renvoie une somme flottante exacte des valeurs dans l'itérable. Évite la perte de précision en gardant plusieurs sommes partielles intermédiaires :

```
>>> sum([.1, .1, .1, .1, .1, .1, .1, .1, .1, .1])
0.9999999999999999
>>> fsum([.1, .1, .1, .1, .1, .1, .1, .1, .1, .1])
1.0
```

La précision de cet algorithme dépend des garanties arithmétiques de IEEE-754 et des cas standards où le mode d'arrondi est *half-even*. Sur certaines versions non Windows, la bibliothèque C sous-jacente utilise une addition par précision étendue et peut occasionnellement effectuer un double-arrondi sur une somme intermédiaire causant la prise d'une mauvaise valeur du bit de poids faible.
Pour de plus amples discussions et deux approches alternatives, voir ASPN cookbook recipes for accurate floating point summation.

`math.`**`gcd`**(*a*, *b*)
Renvoie le plus grand diviseur commun des entiers *a* et *b*. Si *a* ou *b* est différent de zéro, la valeur de `gcd(a, b)` est le plus grand entier positif qui divise à la fois *a* et *b*. `gcd(0, 0)` renvoie `0`.
Nouveau dans la version 3.5.

`math.`**`isclose`**(*a*, *b*, ***, *rel_tol=1e-09*, *abs_tol=0.0*)
Renvoie `True` si les valeurs *a* et *b* sont proches l'une de l'autre, et `False` sinon.
Déterminer si deux valeurs sont considérées comme « proches » se fait à l'aide des tolérances absolues et relatives passées en paramètres.
rel_tol est la tolérance relative — c'est la différence maximale permise entre *a* et *b*, relativement à la plus grande valeur de *a* ou de *b*. Par exemple, pour définir une tolérance de 5%„ précisez `rel_tol=0.05`. La tolérance par défaut est `1e-09`, ce qui assure que deux valeurs sont les mêmes à partir de la 9e décimale. *rel_tol* doit être supérieur à zéro.
abs_tol est la tolérance absolue minimale — utile pour les comparaisons proches de zéro. *abs_tol* doit valoir au moins zéro.
Si aucune erreur n'est rencontrée, le résultat sera : `abs(a-b) <= max(rel_tol * max(abs(a), abs(b)), abs_tol)`.
Les valeurs spécifiques suivantes : `NaN`, `inf`, et `-inf` définies dans la norme IEEE 754 seront manipulées selon les règles du standard IEEE. En particulier, `NaN` n'est considéré proche d'aucune autre valeur, `NaN` inclus. `inf` et `-inf` ne sont considérées proches que d'elles-mêmes.
Nouveau dans la version 3.5.
Voir aussi :
PEP 485 — Une fonction pour tester des quasi-égalités

`math.`**`isfinite`**(*x*)
Renvoie `True` si *n* n'est ni infini, ni NaN, et `False` sinon. (Notez que `0.0` *est* considéré comme fini.)
Nouveau dans la version 3.2.

`math.`**`isinf`**(*x*)
Renvoie `True` si *x* vaut l'infini positif ou négatif, et `False` sinon.

`math.`**`isnan`**(*x*)
Renvoie `True` si *x* est NaN (*Not a Number*, ou *Pas un Nombre* en français), et `False` sinon.

math.**ldexp**(*x*, *i*)
Renvoie `x * (2**i)`. C'est essentiellement l'inverse de la fonction *frexp()*.

math.**modf**(*x*)
Renvoie les parties entière et fractionnelle de *x*. Les deux résultats ont le signe de *x* et sont flottants.

math.**remainder**(*x*, *y*)
Renvoie le reste selon la norme IEEE 754 de *x* par rapport à *y*. Pour *x* fini et *y* fini non nul, il s'agit de la différence `x - n*y`, où `n` est l'entier le plus proche de la valeur exacte du quotient `x / y`. Si `x / y` est exactement à mi-chemin de deux entiers consécutifs, le plus proche entier *pair* est utilisé pour `n`. Ainsi, le reste `r = remainder(x, y)` vérifie toujours `abs(r) <= 0.5 * abs(y)`.

Les cas spéciaux suivent la norme IEEE 754 : en particulier, `remainder(x, math.inf)` vaut *x* pour tout *x* fini, et `remainder(x, 0)` et `remainder(math.inf, x)` lèvent *ValueError* pour tout *x* *non-NaN*. Si le résultat de l'opération *remainder* est zéro, alors ce zéro aura le même signe que *x*.

Sur les plates-formes utilisant la norme IEEE 754 pour les nombres à virgule flottante en binaire, le résultat de cette opération est toujours exactement représentable : aucune erreur d'arrondi n'est introduite.

Nouveau dans la version 3.7.

math.**trunc**(*x*)
Renvoie la valeur *Real* *x* tronquée en un *Integral* (habituellement un entier). Délègue à `x.__trunc__()`.

Notez que les fonctions *frexp()* et *modf()* ont un système d'appel différent de leur homologue C : elles prennent un seul argument et renvoient une paire de valeurs au lieu de placer la seconde valeur de retour dans un *paramètre de sortie* (cela n'existe pas en Python).

Pour les fonctions *ceil()*, *floor()*, et *modf()*, notez que *tous* les nombres flottants de magnitude suffisamment grande sont des entiers exacts. Les flottants de Python n'ont généralement pas plus de 53 *bits* de précision (tels que le type C `double` de la plate-forme), en quel cas tout flottant *x* tel que `abs(x) >= 2**52` n'a aucun *bit* fractionnel.

9.2.2 Fonctions logarithme et exponentielle

math.**exp**(*x*)
Renvoie *e* à la puissance *x*, où *e* = 2.718281… est la base des logarithmes naturels. Cela est en général plus précis que `math.e ** x` ou `pow(math.e, x)`.

math.**expm1**(*x*)
Renvoie *e* à la puissance *x*, moins 1. Ici, *e* est la base des logarithmes naturels. Pour de petits flottants *x*, la soustraction `exp(x) - 1` peut résulter en une perte significative de précision ; la fonction *expm1()* fournit un moyen de calculer cette quantité en précision complète :

```
>>> from math import exp, expm1
>>> exp(1e-5) - 1  # gives result accurate to 11 places
1.0000050000069649e-05
>>> expm1(1e-5)    # result accurate to full precision
1.0000050000166668e-05
```

Nouveau dans la version 3.2.

math.**log**(*x*[, *base*])
Avec un argument, renvoie le logarithme naturel de *x* (en base *e*).

Avec deux arguments, renvoie le logarithme de *x* en la *base* donnée, calculé par `log(x)/log(base)`.

math.**log1p**(*x*)
Renvoie le logarithme naturel de *1+x* (en base *e*). Le résultat est calculé par un moyen qui reste exact pour *x* proche de zéro.

math.**log2**(*x*)
Renvoie le logarithme en base 2 de *x*. C'est en général plus précis que `log(x, 2)`.

Nouveau dans la version 3.3.

Voir aussi :

int.bit_length() renvoie le nombre de bits nécessaires pour représenter un entier en binaire, en excluant le signe et les zéros de début.

math.**log10**(*x*)
Renvoie le logarithme de *x* en base 10. C'est habituellement plus exact que `log(x, 10)`.

math.**pow**(*x*, *y*)
Renvoie `x` élevé à la puissance `y`. Les cas exceptionnels suivent l'annexe 'F' du standard C99 autant que possible. En particulier, `pow(1.0, x)` et `pow(x, 0.0)` renvoient toujours `1.0`, même si `x` est zéro ou NaN. Si à la fois `x` *et* `y` sont finis, `x` est négatif et `y` n'est pas entier, alors `pow(x, y)` est non défini et lève une *ValueError*.
À l'inverse de l'opérateur interne `**`, la fonction *math.pow()* convertit ses deux arguments en *float*. Utilisez `**` ou la primitive *pow()* pour calculer des puissances exactes d'entiers.

math.**sqrt**(*x*)
Renvoie la racine carrée de *x*.

9.2.3 Fonctions trigonométriques

math.**acos**(*x*)
Renvoie l'arc cosinus de *x*, en radians.

math.**asin**(*x*)
Renvoie l'arc sinus de *x*, en radians.

math.**atan**(*x*)
Renvoie l'arc tangente de *x*, en radians.

math.**atan2**(*y*, *x*)
Renvoie `atan(y / x)`, en radians. Le résultat est entre `-pi` et `pi`. Le vecteur du plan allant de l'origine vers le point `(x, y)` forme cet angle avec l'axe X positif. L'intérêt de *atan2()* est que le signe des deux entrées est connu. Donc elle peut calculer le bon quadrant pour l'angle. par exemple `atan(1)` et `atan2(1, 1)` donnent tous deux `pi/4`, mais `atan2(-1, -1)` donne `-3*pi/4`.

math.**cos**(*x*)
Renvoie le cosinus de *x* radians.

math.**hypot**(*x*, *y*)
Renvoie la norme euclidienne `sqrt(x*x + y*y)`. C'est la longueur du vecteur allant de l'origine au point `(x, y)`.

math.**sin**(*x*)
Renvoie le sinus de *x* radians.

math.**tan**(*x*)
Renvoie la tangente de *x* radians.

9.2.4 Conversion angulaire

math.**degrees**(*x*)
Convertit l'angle *x* de radians en degrés.

math.**radians**(*x*)
Convertit l'ange *x* de degrés en radians.

9.2.5 Fonctions hyperboliques

Les fonctions hyperboliques sont analogues à des fonctions trigonométriques qui sont basées sur des hyperboles au lieu de cercles.

`math.`**`acosh`**(*x*)
Renvoie l'arc cosinus hyperbolique de *x*.

`math.`**`asinh`**(*x*)
Renvoie l'arc sinus hyperbolique de *x*.

`math.`**`atanh`**(*x*)
Renvoie l'arc tangente hyperbolique de *x*.

`math.`**`cosh`**(*x*)
Renvoie le cosinus hyperbolique de *x*.

`math.`**`sinh`**(*x*)
Renvoie le sinus hyperbolique de *x*.

`math.`**`tanh`**(*x*)
Renvoie la tangente hyperbolique de *x*.

9.2.6 Fonctions spéciales

`math.`**`erf`**(*x*)
Renvoie la fonction d'erreur en *x*.

La fonction *`erf()`* peut être utilisée pour calculer des fonctions statistiques usuelles telles que la répartition de la loi normale :

```
def phi(x):
    'Cumulative distribution function for the standard normal distribution'
    return (1.0 + erf(x / sqrt(2.0))) / 2.0
```

Nouveau dans la version 3.2.

`math.`**`erfc`**(*x*)
Renvoie la fonction d'erreur complémentaire en *x*. La fonction d'erreur complémentaire est définie par `1.0 - erf(x)`. Elle est utilisée pour les grandes valeurs de *x*, où la soustraction en partant de 1,0 entraînerait une perte de précision.

Nouveau dans la version 3.2.

`math.`**`gamma`**(*x*)
Renvoie la fonction Gamma en *x*.

Nouveau dans la version 3.2.

`math.`**`lgamma`**(*x*)
Renvoie le logarithme naturel de la valeur absolue de la fonction gamma en *x*.

Nouveau dans la version 3.2.

9.2.7 Constantes

`math.`**`pi`**
La constante mathématique $\pi = 3.141592\ldots$, à la précision disponible.

`math.`**`e`**
La constante mathématique $e = 2.718281\ldots$, à la précision disponible.

`math.`**`tau`**
La constante mathématique $\tau = 6.283185\ldots$, à la précision disponible. Tau est une constante du cercle égale à 2 *π*, le rapport de la circonférence d'un cercle à son rayon. Pour en apprendre plus sur Tau, regardez la vidéo de Vi Hart, Pi is (still) Wrong, et profitez-en pour célébrer le Jour de Tau en bavardant comme deux pies !

Nouveau dans la version 3.6.

`math.`**`inf`**
Un flottant positif infini. (Pour un infini négatif, utilisez `-math.inf`.) Équivalent au résultat de `float('inf')`.

Nouveau dans la version 3.5.

`math.`**`nan`**
Un flottant valant NaN. Équivalent au résultat de `float('nan')`.

Nouveau dans la version 3.5.

CPython implementation detail : Le module *math* consiste majoritairement en un conteneur pour les fonctions mathématiques de la bibliothèque C de la plate-forme. Le comportement dans les cas spéciaux suit l'annexe 'F' du standard C99 quand c'est approprié. L'implémentation actuelle lève une *ValueError* pour les opérations invalides telles que `sqrt(-1.0)` ou `log(0.0)` (où le standard C99 recommande de signaler que l'opération est invalide ou qu'il y a division par zéro), et une *OverflowError* pour les résultats qui débordent (par exemple `exp(1000.0)`). *NaN* ne sera renvoyé pour aucune des fonctions ci-dessus, sauf si au moins un des arguments de la fonction vaut *NaN*. Dans ce cas, la plupart des fonctions renvoient *NaN*, mais (à nouveau, selon l'annexe 'F' du standard C99) il y a quelques exceptions à cette règle, par exemple `pow(float('nan'), 0.0)` ou `hypot(float('nan'), float('inf'))`.

Notez que Python ne fait aucun effort pour distinguer les NaNs signalétiques des NaNs silencieux, et le comportement de signalement des NaNs reste non-spécifié. Le comportement standard est de traiter tous les NaNs comme s'ils étaient silencieux.

Voir aussi :

Module *cmath* Version complexe de beaucoup de ces fonctions.

9.3 Fonctions mathématiques pour nombres complexes — `cmath`

Ce module fournit l'accès aux fonctions mathématiques pour les nombres complexes. Les fonctions de ce module acceptent les entiers, les nombres flottants ou les nombres complexes comme arguments. Elles acceptent également tout objet Python ayant une méthode `__complex__()` (respectivement `__float__()`) : cette méthode est utilisée pour convertir l'objet en nombre complexe (respectivement un nombre flottant) et la fonction est ensuite appliquée sur le résultat de la conversion.

Note : Sur les plate-formes avec un support système et matériel des zéros signés, les fonctions incluant une coupure complexe sont continues *de chaque* côté de la coupure : le signe du zéro distingue les deux extrémités de la coupure. Sur les plate-formes ne supportant pas les zéros signés, la continuité est spécifiée en-dessous.

9.3.1 Conversion vers et à partir de coordonnées polaires

Un nombre complexe Python `z` est stocké de manière interne en coordonnées *cartésiennes*. Il est entièrement défini par sa *partie réelle* `z.real` et sa *partie complexe* `z.imag`. En d'autres termes :

```
z == z.real + z.imag*1j
```

Les *coordonnées polaires* donnent une manière alternative de représenter un nombre complexe. En coordonnées polaires, un nombre complexe *z* est défini par son module *r* et par son argument (*angle de phase*) *phi*. Le module *r* est la distance entre *z* et l'origine, alors que l'argument *phi* est l'angle (dans le sens inverse des aiguilles d'une montre, ou sens trigonométrique), mesuré en radians, à partir de l'axe X positif, et vers le segment de droite joignant *z* à l'origine.

Les fonctions suivantes peuvent être utilisées pour convertir à partir des coordonnées rectangulaires natives vers les coordonnées polaires, et vice-versa.

cmath.**phase**(*x*)
Renvoie l'argument de *x*, dans un nombre flottant. `phase(x)` est équivalent à `math.atan2(x.imag, x.real)`. Le résultat se situe dans l'intervalle [-π, π], et la coupure par cette opération se situe sur la partie négative de l'axe des réels, continue par au-dessus. Sur les systèmes supportant les zéros signés (ce qui inclut la plupart des systèmes utilisés actuellement), cela signifie que le signe du résultat est le même que `x.imag` même quand `x.imag` vaut zéro :

```
>>> phase(complex(-1.0, 0.0))
3.141592653589793
>>> phase(complex(-1.0, -0.0))
-3.141592653589793
```

Note : Le module (valeur absolue) d'un nombre complexe *x* peut être calculé en utilisant la primitive *abs()*. Il n'y a pas de fonction spéciale du module *cmath* pour cette opération.

cmath.**polar**(*x*)
Renvoie la représentation de *x* en coordonnées polaires. Renvoie une paire `(r, phi)` où *r* est le module de *x* et phi est l'argument de *x*. `polar(x)` est équivalent à `(abs(x), phase(x))`.

cmath.**rect**(*r*, *phi*)
Renvoie le nombre complexe *x* dont les coordonnées polaires sont *r* et *phi*. Équivalent à `r * (math.cos(phi) + math.sin(phi)*1j)`.

9.3.2 Fonctions logarithme et exponentielle

cmath.**exp**(*x*)
Renvoie *e* élevé à la puissance *x*, où *e* est la base des logarithmes naturels.

cmath.**log**(*x*[, *base*])
Renvoie le logarithme de *x* dans la *base* précisée. Si la *base* n'est pas spécifiée, le logarithme *naturel* (népérien) de *x* est renvoyé. Il y a une coupure, partant de 0 sur l'axe réel négatif et vers −∞, continue par au-dessus.

cmath.**log10**(*x*)
Renvoie le logarithme en base 10 de *x*. Elle a la même coupure que *log()*.

cmath.**sqrt**(*x*)
Renvoie la racine carrée de *x*. Elle a la même coupure que *log()*.

9.3.3 Fonctions trigonométriques

cmath.**acos**(*x*)
Renvoie l'arc cosinus de *x*. Il y a deux coupures : une allant de 1 sur l'axe réel vers ∞, continue par en-dessous ; l'autre allant de `−1` sur l'axe réel vers −∞, continue par au-dessus.

cmath.**asin**(*x*)
Renvoie l'arc sinus de *x*. Elle a les mêmes coupures que *acos()*.

cmath.**atan**(*x*)
Renvoie la tangente de *x*. l y a deux coupures : une allant de `1j` sur l'axe imaginaire vers ∞`j`, continue par la droite ; l'autre allant de `−1j` sur l'axe imaginaire vers −∞`j`, continue par la gauche.

cmath.**cos**(*x*)
Renvoie le cosinus de *x*.

cmath.**sin**(*x*)
Renvoie le sinus de *x*.

cmath.**tan**(*x*)
Renvoie la tangente de *x*.

9.3.4 Fonctions hyperboliques

`cmath.`**`acosh`**(*x*)
Renvoie l'arc cosinus hyperbolique de *x*. Il y a une coupure, allant de 1 sur l'axe réel vers −∞, continue par au-dessus.

`cmath.`**`asinh`**(*x*)
Renvoie l'arc sinus hyperbolique de *x*. Il y a deux coupures : une allant de `1j` sur l'axe imaginaire vers ∞`j`, continue par la droite ; l'autre allant de `-1j` sur l'axe imaginaire vers ∞`j`, continue par la gauche.

`cmath.`**`atanh`**(*x*)
Renvoie l'arc tangente hyperbolique de *x*. Il y a deux coupures : une allant de `1` sur l'axe réel allant vers ∞, continue par en-dessous ; l'autre allant de `-1` sur l'axe réel vers −∞, continue par au-dessus.

`cmath.`**`cosh`**(*x*)
Renvoie le cosinus hyperbolique de *x*.

`cmath.`**`sinh`**(*x*)
Renvoie le sinus hyperbolique de *x*.

`cmath.`**`tanh`**(*x*)
Renvoie la tangente hyperbolique de *x*.

9.3.5 Fonctions de classifications

`cmath.`**`isfinite`**(*x*)
Renvoie `True` si la partie réelle *et* la partie imaginaire de *x* sont finies, et `False` sinon.

Nouveau dans la version 3.2.

`cmath.`**`isinf`**(*x*)
Renvoie `True` si soit la partie réelle *ou* la partie imaginaire de *x* est infinie, et `False` sinon.

`cmath.`**`isnan`**(*x*)
Renvoie `True` si soit la partie réelle *ou* la partie imaginaire de *x* est NaN, et `False` sinon.

`cmath.`**`isclose`**(*a*, *b*, ***, *rel_tol=1e-09*, *abs_tol=0.0*)
Renvoie `True` si les valeurs *a* et *b* sont proches l'une de l'autre, et `False` sinon.

Déterminer si deux valeurs sont proches se fait à l'aide des tolérances absolues et relatives données en paramètres.

rel_tol est la tolérance relative -- c'est la différence maximale permise entre *a* et *b*, relativement à la plus grande valeur de *a* ou de *b*. Par exemple, pour définir une tolérance de 5%„ précisez `rel_tol=0.05`. La tolérance par défaut est `1e-09`, ce qui assure que deux valeurs sont les mêmes à partir de la 9e décimale. *rel_tol* doit être supérieur à zéro.

abs_tol est la tolérance absolue minimale -- utile pour les comparaisons proches de zéro. *abs_tol* doit valoir au moins zéro.

Si aucune erreur n'est rencontrée, le résultat sera : `abs(a-b) <= max(rel_tol * max(abs(a), abs(b)), abs_tol)`.

Les valeurs spécifiques suivantes : `NaN`, `inf`, et `-inf` définies dans la norme IEEE 754 seront manipulées selon les règles du standard IEEE. En particulier, `NaN` n'est considéré proche d'aucune autre valeur, `NaN` inclus. `inf` et `-inf` ne sont considérés proches que d'eux-mêmes.

Nouveau dans la version 3.5.

Voir aussi :

PEP 485 -- Une fonction pour tester des égalités approximées

9.3.6 Constantes

`cmath.`**`pi`**
La constante mathématique π, en tant que flottant.

`cmath.`**`e`**
La constante mathématique e, en tant que flottant.

`cmath.`**`tau`**
La constante mathématique τ, sous forme de flottant.
Nouveau dans la version 3.6.

`cmath.`**`inf`**
Nombre à virgule flottante positif infini. Équivaut à `float('inf')`.
Nouveau dans la version 3.6.

`cmath.`**`infj`**
Nombre complexe dont la partie réelle vaut zéro et la partie imaginaire un infini positif. Équivalent à `complex(0.0, float('inf'))`.
Nouveau dans la version 3.6.

`cmath.`**`nan`**
Un nombre à virgule flottante *NaN* (*Not a number*). Équivalent à `float('nan')`.
Nouveau dans la version 3.6.

`cmath.`**`nanj`**
Nombre complexe dont la partie réelle vaut zéro et la partie imaginaire vaut un *NaN*. Équivalent à `complex(0.0, float('nan'))`.
Nouveau dans la version 3.6.

Notez que la sélection de fonctions est similaire, mais pas identique, à celles du module *math*. La raison d'avoir deux modules est que certains utilisateurs ne sont pas intéressés par les nombres complexes, et peut-être ne savent même pas ce qu'ils sont. Ils préféreraient alors que `math.sqrt(-1)` lève une exception au lieu de renvoyer un nombre complexe. Également, notez que les fonctions définies dans *cmath* renvoient toujours un nombre complexe, même si le résultat peut être exprimé à l'aide d'un nombre réel (en quel cas la partie imaginaire du complexe vaut zéro).

Une note sur les *coupures* : ce sont des courbes sur lesquelles la fonction n'est pas continue. Ce sont des caractéristiques nécessaires de beaucoup de fonctions complexes. Il est supposé que si vous avez besoin d'utiliser des fonctions complexes, vous comprendrez ce que sont les coupures. Consultez n'importe quel livre (pas trop élémentaire) sur les variables complexes pour plus d'informations. Pour des informations sur les choix des coupures à des fins numériques, voici une bonne référence :

Voir aussi :

Kahan, W : Branch cuts for complex elementary functions ; or, Much ado about nothing's sign bit. In Iserles, A., and Powell, M. (eds.), The state of the art in numerical analysis. Clarendon Press (1987) pp165--211.

9.4 `decimal` — Arithmétique décimale en virgule fixe et flottante

Code source : Lib/decimal.py

Le module *decimal* fournit une arithmétique en virgule flottante rapide et produisant des arrondis mathématiquement corrects. Il possède plusieurs avantages en comparaison au type *float* :

— Le module `decimal` « est basé sur un modèle en virgule flottante conçu pour les humains, qui suit ce principe directeur : l'ordinateur doit fournir un modèle de calcul qui fonctionne de la même manière que le calcul qu'on apprend à l'école » -- extrait (traduit) de la spécification de l'arithmétique décimale.

— Les nombres décimaux peuvent être représentés exactement en base décimale flottante. En revanche, des nombres tels que `1.1` ou `1.2` n'ont pas de représentation exacte en base binaire flottante. L'utilisateur final ne s'attend typiquement pas à obtenir `3.3000000000000003` lorsqu'il saisit `1.1 + 2.2`, ce qui se passe en arithmétique binaire à virgule flottante.

— Ces inexactitudes ont des conséquences en arithmétique. En base décimale à virgule flottante, `0.1 + 0.1 + 0.1 - 0.3` est exactement égal à zéro. En virgule flottante binaire, l'ordinateur l'évalue à `5.551115123125783e-017`. Bien que très proche de zéro, cette différence induit des erreurs lors des tests d'égalité, erreurs qui peuvent s'accumuler. Pour ces raisons `decimal` est le module utilisé pour des applications comptables ayant des contraintes strictes de fiabilité.

— Le module `decimal` incorpore la notion de chiffres significatifs, tels que `1.30 + 1.20` est égal à `2.50`. Le dernier zéro n'est conservé que pour respecter le nombre de chiffres significatifs. C'est également l'affichage préféré pour représenter des sommes d'argent. Pour la multiplication, l'approche « scolaire » utilise tout les chiffres présents dans les facteurs. Par exemple, `1.3 * 1.2` donnerait `1.56` tandis que `1.30 * 1.20` donnerait `1.5600`.

— Contrairement à l'arithmétique en virgule flottante binaire, le module `decimal` possède un paramètre de précision ajustable (par défaut à 28 chiffres significatifs) qui peut être aussi élevée que nécessaire pour un problème donné :

```
>>> from decimal import *
>>> getcontext().prec = 6
>>> Decimal(1) / Decimal(7)
Decimal('0.142857')
>>> getcontext().prec = 28
>>> Decimal(1) / Decimal(7)
Decimal('0.1428571428571428571428571429')
```

— L'arithmétique binaire et décimale en virgule flottante sont implémentées selon des standards publiés. Alors que le type `float` n'expose qu'une faible portion de ses capacités, le module `decimal` expose tous les composants nécessaires du standard. Lorsque nécessaire, le développeur a un contrôle total de la gestion de signal et de l'arrondi. Cela inclut la possibilité de forcer une arithmétique exacte en utilisant des exceptions pour bloquer toute opération inexacte.

— Le module `decimal` a été conçu pour gérer « sans préjugé, à la fois une arithmétique décimale non-arrondie (aussi appelée arithmétique en virgule fixe) et à la fois une arithmétique en virgule flottante. » (extrait traduit de la spécification de l'arithmétique décimale).

Le module est conçu autour de trois concepts : le nombre décimal, le contexte arithmétique et les signaux.

Un `Decimal` est immuable. Il a un signe, un coefficient, et un exposant. Pour préserver le nombre de chiffres significatifs, les zéros en fin de chaîne ne sont pas tronqués. Les décimaux incluent aussi des valeurs spéciales telles que `Infinity`, `-Infinity`, et `NaN`. Le standard fait également la différence entre `-0` et `+0`.

Le contexte de l'arithmétique est un environnement qui permet de configurer une précision, une règle pour l'arrondi, des limites sur l'exposant, des options indiquant le résultat des opérations et si les signaux (remontés lors d'opérations illégales) sont traités comme des exceptions Python. Les options d'arrondi incluent *`ROUND_CEILING`*, *`ROUND_DOWN`*, *`ROUND_FLOOR`*, *`ROUND_HALF_DOWN`*, *`ROUND_HALF_EVEN`*, *`ROUND_HALF_UP`*, *`ROUND_UP`*, et *`ROUND_05UP`*.

Les signaux sont des groupes de conditions exceptionnelles qui surviennent durant le calcul. Selon les besoins de l'application, les signaux peuvent être ignorés, considérés comme de l'information, ou bien traités comme des exceptions. Les signaux dans le module `decimal` sont : *`Clamped`*, *`InvalidOperation`*, *`DivisionByZero`*, *`Inexact`*, *`Rounded`*, *`Subnormal`*, *`Overflow`*, *`Underflow`* et *`FloatOperation`*.

Chaque signal est configurable indépendamment. Quand une opération illégale survient, le signal est mis à `1`, puis s'il est configuré pour, une exception est levée. La mise à `1` est persistante, l'utilisateur doit donc les remettre à zéro avant de commencer un calcul qu'il souhaite surveiller.

Voir aussi :

— La spécification d'IBM sur l'arithmétique décimale : The General Decimal Arithmetic Specification.

9.4.1 Introduction pratique

Commençons par importer le module, regarder le contexte actuel avec *getcontext()*, et si nécessaire configurer la précision, l'arrondi, et la gestion des signaux :

```
>>> from decimal import *
>>> getcontext()
Context(prec=28, rounding=ROUND_HALF_EVEN, Emin=-999999, Emax=999999,
        capitals=1, clamp=0, flags=[], traps=[Overflow, DivisionByZero,
        InvalidOperation])

>>> getcontext().prec = 7       # Set a new precision
```

Les instances de `Decimal` peuvent être construites avec des `int`, des `str`, des `floats` ou des `tuples`. La construction depuis un entier ou un `float` effectue la conversion exacte de cet entier ou de ce `float`. Les nombres décimaux incluent des valeurs spéciales telles que `NaN` qui signifie en anglais « *Not a number* », en français « pas un nombre », des `Infinity` positifs ou négatifs et `-0` :

```
>>> getcontext().prec = 28
>>> Decimal(10)
Decimal('10')
>>> Decimal('3.14')
Decimal('3.14')
>>> Decimal(3.14)
Decimal('3.140000000000000124344978758017532527446746826171875')
>>> Decimal((0, (3, 1, 4), -2))
Decimal('3.14')
>>> Decimal(str(2.0 ** 0.5))
Decimal('1.4142135623730951')
>>> Decimal(2) ** Decimal('0.5')
Decimal('1.4142135623730950488016887242')
>>> Decimal('NaN')
Decimal('NaN')
>>> Decimal('-Infinity')
Decimal('-Infinity')
```

Si un signal *FloatOperation* est détecté, un mélange accidentel d'objets `Decimal` et de `float` dans les constructeurs ou des opérations de comparaisons, une exception est levée :

```
>>> c = getcontext()
>>> c.traps[FloatOperation] = True
>>> Decimal(3.14)
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
decimal.FloatOperation: [<class 'decimal.FloatOperation'>]
>>> Decimal('3.5') < 3.7
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
decimal.FloatOperation: [<class 'decimal.FloatOperation'>]
>>> Decimal('3.5') == 3.5
True
```

Nouveau dans la version 3.3.

Le nombre de chiffres significatifs d'un nouvel objet `Decimal` est déterminé entièrement par le nombre de chiffres saisis. La précision et les règles d'arrondis n'interviennent que lors d'opérations arithmétiques.

```
>>> getcontext().prec = 6
>>> Decimal('3.0')
Decimal('3.0')
>>> Decimal('3.1415926535')
Decimal('3.1415926535')
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
>>> Decimal('3.1415926535') + Decimal('2.7182818285')
Decimal('5.85987')
>>> getcontext().rounding = ROUND_UP
>>> Decimal('3.1415926535') + Decimal('2.7182818285')
Decimal('5.85988')
```

Si les limites internes de la version en C sont dépassées, la construction d'un objet décimal lève l'exception *InvalidOperation*:

```
>>> Decimal("1e9999999999999999999")
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
decimal.InvalidOperation: [<class 'decimal.InvalidOperation'>]
```

Modifié dans la version 3.3.

Les objets `Decimal` interagissent très bien avec le reste de Python. Voici quelques exemple d'opérations avec des décimaux :

```
>>> data = list(map(Decimal, '1.34 1.87 3.45 2.35 1.00 0.03 9.25'.split()))
>>> max(data)
Decimal('9.25')
>>> min(data)
Decimal('0.03')
>>> sorted(data)
[Decimal('0.03'), Decimal('1.00'), Decimal('1.34'), Decimal('1.87'),
 Decimal('2.35'), Decimal('3.45'), Decimal('9.25')]
>>> sum(data)
Decimal('19.29')
>>> a,b,c = data[:3]
>>> str(a)
'1.34'
>>> float(a)
1.34
>>> round(a, 1)
Decimal('1.3')
>>> int(a)
1
>>> a * 5
Decimal('6.70')
>>> a * b
Decimal('2.5058')
>>> c % a
Decimal('0.77')
```

Et certaines fonctions mathématiques sont également disponibles sur des instances de `Decimal` :

```
>>> getcontext().prec = 28
>>> Decimal(2).sqrt()
Decimal('1.4142135623730950488016887242')
>>> Decimal(1).exp()
Decimal('2.7182818284590452353602874713')
>>> Decimal('10').ln()
Decimal('2.3025850929940456840179914547')
>>> Decimal('10').log10()
Decimal('1')
```

La méthode `quantize()` arrondit un nombre à un exposant fixe. Cette méthode est utile pour des applications monétaires qui arrondissent souvent un résultat à un nombre de chiffres significatifs exact :

```
>>> Decimal('7.325').quantize(Decimal('.01'), rounding=ROUND_DOWN)
Decimal('7.32')
>>> Decimal('7.325').quantize(Decimal('1.'), rounding=ROUND_UP)
Decimal('8')
```

Comme montré plus haut, la fonction *getcontext()* accède au contexte actuel et permet de modifier les paramètres. Cette approche répond aux besoins de la plupart des applications.

Pour un travail plus avancé, il peut être utile de créer des contextes alternatifs en utilisant le constructeur de `Context`. Pour activer cet objet `Context`, utilisez la fonction *setcontext()*.

En accord avec le standard, le module *decimal* fournit des objets Context standards, *BasicContext* et *ExtendedContext*. Le premier est particulièrement utile pour le débogage car beaucoup des pièges sont activés dans cet objet.

```
>>> myothercontext = Context(prec=60, rounding=ROUND_HALF_DOWN)
>>> setcontext(myothercontext)
>>> Decimal(1) / Decimal(7)
Decimal('0.142857142857142857142857142857142857142857142857142857142857')

>>> ExtendedContext
Context(prec=9, rounding=ROUND_HALF_EVEN, Emin=-999999, Emax=999999,
        capitals=1, clamp=0, flags=[], traps=[])
>>> setcontext(ExtendedContext)
>>> Decimal(1) / Decimal(7)
Decimal('0.142857143')
>>> Decimal(42) / Decimal(0)
Decimal('Infinity')

>>> setcontext(BasicContext)
>>> Decimal(42) / Decimal(0)
Traceback (most recent call last):
  File "<pyshell#143>", line 1, in -toplevel-
    Decimal(42) / Decimal(0)
DivisionByZero: x / 0
```

Les objets `Context` ont aussi des options pour détecter des opérations illégales lors des calculs. Ces options restent activées jusqu'à ce qu'elles soit remises à zéro de manière explicite. Il convient donc de remettre à zéro ces options avant chaque inspection de chaque calcul, avec la méthode `clear_flags()`.

```
>>> setcontext(ExtendedContext)
>>> getcontext().clear_flags()
>>> Decimal(355) / Decimal(113)
Decimal('3.14159292')
>>> getcontext()
Context(prec=9, rounding=ROUND_HALF_EVEN, Emin=-999999, Emax=999999,
        capitals=1, clamp=0, flags=[Inexact, Rounded], traps=[])
```

Les options montrent que l'approximation de `Pi` par une fraction a été arrondie (les chiffres au delà de la précision spécifiée par l'objet Context ont été tronqués) et que le résultat est différent (certains des chiffres tronqués étaient différents de zéro).

L'activation des pièges se fait en utilisant un dictionnaire dans l'attribut `traps` de l'objet Context :

```
>>> setcontext(ExtendedContext)
>>> Decimal(1) / Decimal(0)
Decimal('Infinity')
>>> getcontext().traps[DivisionByZero] = 1
>>> Decimal(1) / Decimal(0)
Traceback (most recent call last):
  File "<pyshell#112>", line 1, in -toplevel-
    Decimal(1) / Decimal(0)
DivisionByZero: x / 0
```

La plupart des applications n'ajustent l'objet `Context` qu'une seule fois, au démarrage. Et, dans beaucoup d'applications, les données sont convertie une fois pour toutes en *Decimal*. Une fois le `Context` initialisé, et les objets `Decimal` créés, l'essentiel du programme manipule la donnée de la même manière qu'avec les autres types numériques Python.

9.4.2 Les objets Decimal

class decimal.**Decimal**(*value="0"*, *context=None*)

Construire un nouvel objet *Decimal* à partir de *value*.

value peut être un entier, une chaîne de caractères, un tuple, *float*, ou une autre instance de *Decimal*. Si *value* n'est pas fourni, le constructeur renvoie `Decimal('0')`. Si *value* est une chaîne de caractère, elle doit correspondre à la syntaxe décimale en dehors des espaces de début et de fin, ou des tirets bas, qui sont enlevés :

```
sign           ::=  '+' | '-'
digit          ::=  '0' | '1' | '2' | '3' | '4' | '5' | '6' | '7' | '8' | '9'
indicator      ::=  'e' | 'E'
digits         ::=  digit [digit]...
decimal-part   ::=  digits '.' [digits] | ['.'] digits
exponent-part  ::=  indicator [sign] digits
infinity       ::=  'Infinity' | 'Inf'
nan            ::=  'NaN' [digits] | 'sNaN' [digits]
numeric-value  ::=  decimal-part [exponent-part] | infinity
numeric-string ::=  [sign] numeric-value | [sign] nan
```

Les chiffres codés en Unicode sont aussi autorisés, là ou `digit` apparaît. Cela inclut des chiffres décimaux venant d'autres alphabets (par exemple les chiffres indo-arabes ou Devanagari) ainsi que les chiffres de pleine largeur `'\uff10'` jusqu'à `'\uff19'`.

Si *value* est un *tuple*, il doit avoir 3 éléments, le signe (`0` pour positif ou `1` pour négatif), un *tuple* de chiffres, et un entier représentant l'exposant. Par exemple, `Decimal((0, (1, 4, 1, 4), -3))` construit l'objet `Decimal('1.414')`.

Si *value* est un *float*, la valeur en binaire flottant est convertie exactement à son équivalent décimal. Cette conversion peut parfois nécessiter 53 chiffres significatifs ou plus. Par exemple, `Decimal(float('1.1'))` devient `Decimal('1.1000000000000000888178419700125232338905334472656625')`.

La précision spécifiée dans Context n'affecte pas le nombre de chiffres stockés. Cette valeur est déterminée exclusivement par le nombre de chiffres dans *value*. Par exemple, `Decimal('3.00000')` enregistre les 5 zéros même si la précision du contexte est de 3.

L'objectif de l'argument *context* est de déterminer ce que Python doit faire si *value* est une chaîne avec un mauvais format. Si l'option *InvalidOperation* est activée, une exception est levée, sinon le constructeur renvoie un objet `Decimal` avec la valeur `NaN`.

Une fois construit, les objets *Decimal* sont immuables.

Modifié dans la version 3.2 : L'argument du constructeur peut désormais être un objet *float*.

Modifié dans la version 3.3 : Un argument *float* lève une exception si l'option *FloatOperation* est activé. Par défaut l'option ne l'est pas.

Modifié dans la version 3.6 : Les tirets bas sont autorisés pour regrouper, tout comme pour l'arithmétique en virgule fixe et flottante.

Les objets `Decimal` partagent beaucoup de propriétés avec les autres types numériques natifs tels que *float* et *int*. Toutes les opérations mathématiques et méthodes sont conservées. De même les objets `Decimal` peuvent être copiés, sérialisés via le module `pickle`, affichés, utilisés comme clé de dictionnaire, éléments d'ensembles, comparés, classés, et convertis vers un autre type (tel que *float* ou *int*).

Il existe quelques différences mineures entre l'arithmétique entre les objets décimaux et l'arithmétique avec les entiers et les `float`. Quand l'opérateur modulo `%` est appliqué sur des objets décimaux, le signe du résultat est le signe du *dividend* plutôt que le signe du diviseur :

```
>>> (-7) % 4
1
>>> Decimal(-7) % Decimal(4)
Decimal('-3')
```

L'opérateur division entière, `//` se comporte de la même manière, retournant la partie entière du quotient, plutôt que son arrondi, de manière à préserver l'identité d'Euclide `x == (x // y) * y + x % y` :

```
>>> -7 // 4
-2
>>> Decimal(-7) // Decimal(4)
Decimal('-1')
```

Les opérateurs `//` et `%` implémentent la division entière et le reste (ou modulo), respectivement, tel que décrit dans la spécification.

Les objets `Decimal` ne peuvent généralement pas être combinés avec des `float` ou des objets *`fractions.Fraction`* lors d'opérations arithmétiques : tout addition entre un *`Decimal`* avec un *`float`*, par exemple, lève une exception *`TypeError`*. Cependant, il est possible d'utiliser les opérateurs de comparaison entre instances de *`Decimal`* avec les autres types numériques. Cela évite d'avoir des résultats absurdes lors des tests d'égalité entre différents types.

Modifié dans la version 3.2 : Les comparaisons inter-types entre *`Decimal`* et les autres types numériques sont désormais intégralement gérés.

In addition to the standard numeric properties, decimal floating point objects also have a number of specialized methods :

`adjusted``()`
: Return the adjusted exponent after shifting out the coefficient's rightmost digits until only the lead digit remains : `Decimal('321e+5').adjusted()` returns seven. Used for determining the position of the most significant digit with respect to the decimal point.

`as_integer_ratio``()`
: Return a pair `(n, d)` of integers that represent the given *`Decimal`* instance as a fraction, in lowest terms and with a positive denominator :

```
>>> Decimal('-3.14').as_integer_ratio()
(-157, 50)
```

La conversion est exacte. Lève une `OverflowError` sur l'infini et `ValueError` sur les `Nan`'s.

Nouveau dans la version 3.6.

`as_tuple``()`
: Return a *named tuple* representation of the number : `DecimalTuple(sign, digits, exponent)`.

`canonical``()`
: Return the canonical encoding of the argument. Currently, the encoding of a *`Decimal`* instance is always canonical, so this operation returns its argument unchanged.

`compare`(*other*, *context=None*)
: Compare the values of two Decimal instances. *`compare()`* returns a Decimal instance, and if either operand is a NaN then the result is a NaN :

```
a or b is a NaN  ==> Decimal('NaN')
a < b            ==> Decimal('-1')
a == b           ==> Decimal('0')
a > b            ==> Decimal('1')
```

`compare_signal`(*other*, *context=None*)
: This operation is identical to the *`compare()`* method, except that all NaNs signal. That is, if neither operand is a signaling NaN then any quiet NaN operand is treated as though it were a signaling NaN.

`compare_total`(*other*, *context=None*)
: Compare two operands using their abstract representation rather than their numerical value. Similar to the *`compare()`* method, but the result gives a total ordering on *`Decimal`* instances. Two *`Decimal`* instances with the same numeric value but different representations compare unequal in this ordering :

```
>>> Decimal('12.0').compare_total(Decimal('12'))
Decimal('-1')
```

Quiet and signaling NaNs are also included in the total ordering. The result of this function is `Decimal('0')` if both operands have the same representation, `Decimal('-1')` if the first operand

is lower in the total order than the second, and `Decimal('1')` if the first operand is higher in the total order than the second operand. See the specification for details of the total order.

This operation is unaffected by context and is quiet : no flags are changed and no rounding is performed. As an exception, the C version may raise InvalidOperation if the second operand cannot be converted exactly.

compare_total_mag(*other*, *context=None*)

Compare two operands using their abstract representation rather than their value as in *compare_total()*, but ignoring the sign of each operand. `x.compare_total_mag(y)` is equivalent to `x.copy_abs().compare_total(y.copy_abs())`.

This operation is unaffected by context and is quiet : no flags are changed and no rounding is performed. As an exception, the C version may raise InvalidOperation if the second operand cannot be converted exactly.

conjugate()

Just returns self, this method is only to comply with the Decimal Specification.

copy_abs()

Return the absolute value of the argument. This operation is unaffected by the context and is quiet : no flags are changed and no rounding is performed.

copy_negate()

Return the negation of the argument. This operation is unaffected by the context and is quiet : no flags are changed and no rounding is performed.

copy_sign(*other*, *context=None*)

Return a copy of the first operand with the sign set to be the same as the sign of the second operand. For example :

```
>>> Decimal('2.3').copy_sign(Decimal('-1.5'))
Decimal('-2.3')
```

This operation is unaffected by context and is quiet : no flags are changed and no rounding is performed. As an exception, the C version may raise InvalidOperation if the second operand cannot be converted exactly.

exp(*context=None*)

Return the value of the (natural) exponential function `e**x` at the given number. The result is correctly rounded using the *ROUND_HALF_EVEN* rounding mode.

```
>>> Decimal(1).exp()
Decimal('2.718281828459045235360287471')
>>> Decimal(321).exp()
Decimal('2.561702493119680037517373933E+139')
```

from_float(*f*)

Classmethod that converts a float to a decimal number, exactly.

Note *Decimal.from_float(0.1)* is not the same as *Decimal('0.1')*. Since 0.1 is not exactly representable in binary floating point, the value is stored as the nearest representable value which is *0x1.999999999999ap-4*. That equivalent value in decimal is *0.1000000000000000055511151231257827021181583404541015625*.

Note : From Python 3.2 onwards, a *Decimal* instance can also be constructed directly from a *float*.

```
>>> Decimal.from_float(0.1)
Decimal('0.1000000000000000055511151231257827021181583404541015625')
>>> Decimal.from_float(float('nan'))
Decimal('NaN')
>>> Decimal.from_float(float('inf'))
Decimal('Infinity')
>>> Decimal.from_float(float('-inf'))
Decimal('-Infinity')
```

Nouveau dans la version 3.1.

fma(*other*, *third*, *context=None*)
Fused multiply-add. Return self*other+third with no rounding of the intermediate product self*other.

```
>>> Decimal(2).fma(3, 5)
Decimal('11')
```

is_canonical()
Return *True* if the argument is canonical and *False* otherwise. Currently, a *Decimal* instance is always canonical, so this operation always returns *True*.

is_finite()
Return *True* if the argument is a finite number, and *False* if the argument is an infinity or a NaN.

is_infinite()
Return *True* if the argument is either positive or negative infinity and *False* otherwise.

is_nan()
Return *True* if the argument is a (quiet or signaling) NaN and *False* otherwise.

is_normal(*context=None*)
Return *True* if the argument is a *normal* finite number. Return *False* if the argument is zero, subnormal, infinite or a NaN.

is_qnan()
Return *True* if the argument is a quiet NaN, and *False* otherwise.

is_signed()
Return *True* if the argument has a negative sign and *False* otherwise. Note that zeros and NaNs can both carry signs.

is_snan()
Return *True* if the argument is a signaling NaN and *False* otherwise.

is_subnormal(*context=None*)
Return *True* if the argument is subnormal, and *False* otherwise.

is_zero()
Return *True* if the argument is a (positive or negative) zero and *False* otherwise.

ln(*context=None*)
Return the natural (base e) logarithm of the operand. The result is correctly rounded using the *ROUND_HALF_EVEN* rounding mode.

log10(*context=None*)
Return the base ten logarithm of the operand. The result is correctly rounded using the *ROUND_HALF_EVEN* rounding mode.

logb(*context=None*)
For a nonzero number, return the adjusted exponent of its operand as a *Decimal* instance. If the operand is a zero then `Decimal('-Infinity')` is returned and the *DivisionByZero* flag is raised. If the operand is an infinity then `Decimal('Infinity')` is returned.

logical_and(*other*, *context=None*)
logical_and() is a logical operation which takes two *logical operands* (see *Logical operands*). The result is the digit-wise `and` of the two operands.

logical_invert(*context=None*)
logical_invert() is a logical operation. The result is the digit-wise inversion of the operand.

logical_or(*other*, *context=None*)
logical_or() is a logical operation which takes two *logical operands* (see *Logical operands*). The result is the digit-wise `or` of the two operands.

logical_xor(*other*, *context=None*)
logical_xor() is a logical operation which takes two *logical operands* (see *Logical operands*). The result is the digit-wise exclusive or of the two operands.

max(*other*, *context=None*)
Like `max(self, other)` except that the context rounding rule is applied before returning and that `NaN` values are either signaled or ignored (depending on the context and whether they are signaling or quiet).

max_mag(*other*, *context=None*)
Similar to the *max()* method, but the comparison is done using the absolute values of the operands.

min(*other*, *context=None*)
Like `min(self, other)` except that the context rounding rule is applied before returning and that `NaN` values are either signaled or ignored (depending on the context and whether they are signaling or quiet).

min_mag(*other*, *context=None*)
Similar to the *min()* method, but the comparison is done using the absolute values of the operands.

next_minus(*context=None*)
Return the largest number representable in the given context (or in the current thread's context if no context is given) that is smaller than the given operand.

next_plus(*context=None*)
Return the smallest number representable in the given context (or in the current thread's context if no context is given) that is larger than the given operand.

next_toward(*other*, *context=None*)
If the two operands are unequal, return the number closest to the first operand in the direction of the second operand. If both operands are numerically equal, return a copy of the first operand with the sign set to be the same as the sign of the second operand.

normalize(*context=None*)
Normalize the number by stripping the rightmost trailing zeros and converting any result equal to `Decimal('0')` to `Decimal('0e0')`. Used for producing canonical values for attributes of an equivalence class. For example, `Decimal('32.100')` and `Decimal('0.321000e+2')` both normalize to the equivalent value `Decimal('32.1')`.

number_class(*context=None*)
Return a string describing the *class* of the operand. The returned value is one of the following ten strings.
— `"-Infinity"`, indicating that the operand is negative infinity.
— `"-Normal"`, indicating that the operand is a negative normal number.
— `"-Subnormal"`, indicating that the operand is negative and subnormal.
— `"-Zero"`, indicating that the operand is a negative zero.
— `"+Zero"`, indicating that the operand is a positive zero.
— `"+Subnormal"`, indicating that the operand is positive and subnormal.
— `"+Normal"`, indicating that the operand is a positive normal number.
— `"+Infinity"`, indicating that the operand is positive infinity.
— `"NaN"`, indicating that the operand is a quiet NaN (Not a Number).
— `"sNaN"`, indicating that the operand is a signaling NaN.

quantize(*exp*, *rounding=None*, *context=None*)
Return a value equal to the first operand after rounding and having the exponent of the second operand.

```
>>> Decimal('1.41421356').quantize(Decimal('1.000'))
Decimal('1.414')
```

Unlike other operations, if the length of the coefficient after the quantize operation would be greater than precision, then an *InvalidOperation* is signaled. This guarantees that, unless there is an error condition, the quantized exponent is always equal to that of the right-hand operand.

Also unlike other operations, quantize never signals Underflow, even if the result is subnormal and inexact.

If the exponent of the second operand is larger than that of the first then rounding may be necessary. In this case, the rounding mode is determined by the `rounding` argument if given, else by the given `context` argument; if neither argument is given the rounding mode of the current thread's context is used.

An error is returned whenever the resulting exponent is greater than `Emax` or less than `Etiny`.

radix()
Return `Decimal(10)`, the radix (base) in which the *Decimal* class does all its arithmetic. Included for compatibility with the specification.

remainder_near(*other*, *context=None*)
Return the remainder from dividing *self* by *other*. This differs from `self % other` in that the sign of the remainder is chosen so as to minimize its absolute value. More precisely, the return value is `self - n * other` where `n` is the integer nearest to the exact value of `self / other`, and if two integers are equally near then the even one is chosen.

If the result is zero then its sign will be the sign of *self*.

```
>>> Decimal(18).remainder_near(Decimal(10))
Decimal('-2')
>>> Decimal(25).remainder_near(Decimal(10))
Decimal('5')
>>> Decimal(35).remainder_near(Decimal(10))
Decimal('-5')
```

rotate (*other*, *context=None*)
Return the result of rotating the digits of the first operand by an amount specified by the second operand. The second operand must be an integer in the range -precision through precision. The absolute value of the second operand gives the number of places to rotate. If the second operand is positive then rotation is to the left; otherwise rotation is to the right. The coefficient of the first operand is padded on the left with zeros to length precision if necessary. The sign and exponent of the first operand are unchanged.

same_quantum (*other*, *context=None*)
Test whether self and other have the same exponent or whether both are `NaN`.

This operation is unaffected by context and is quiet : no flags are changed and no rounding is performed. As an exception, the C version may raise InvalidOperation if the second operand cannot be converted exactly.

scaleb (*other*, *context=None*)
Return the first operand with exponent adjusted by the second. Equivalently, return the first operand multiplied by `10**other`. The second operand must be an integer.

shift (*other*, *context=None*)
Return the result of shifting the digits of the first operand by an amount specified by the second operand. The second operand must be an integer in the range -precision through precision. The absolute value of the second operand gives the number of places to shift. If the second operand is positive then the shift is to the left; otherwise the shift is to the right. Digits shifted into the coefficient are zeros. The sign and exponent of the first operand are unchanged.

sqrt (*context=None*)
Return the square root of the argument to full precision.

to_eng_string (*context=None*)
Convert to a string, using engineering notation if an exponent is needed.

Engineering notation has an exponent which is a multiple of 3. This can leave up to 3 digits to the left of the decimal place and may require the addition of either one or two trailing zeros.

For example, this converts `Decimal('123E+1')` to `Decimal('1.23E+3')`.

to_integral (*rounding=None*, *context=None*)
Identical to the *to_integral_value()* method. The `to_integral` name has been kept for compatibility with older versions.

to_integral_exact (*rounding=None*, *context=None*)
Round to the nearest integer, signaling *Inexact* or *Rounded* as appropriate if rounding occurs. The rounding mode is determined by the `rounding` parameter if given, else by the given `context`. If neither parameter is given then the rounding mode of the current context is used.

to_integral_value (*rounding=None*, *context=None*)
Round to the nearest integer without signaling *Inexact* or *Rounded*. If given, applies *rounding*; otherwise, uses the rounding method in either the supplied *context* or the current context.

Logical operands

The `logical_and()`, `logical_invert()`, `logical_or()`, and `logical_xor()` methods expect their arguments to be *logical operands*. A *logical operand* is a *Decimal* instance whose exponent and sign are both zero, and whose digits are all either `0` or `1`.

9.4.3 Context objects

Contexts are environments for arithmetic operations. They govern precision, set rules for rounding, determine which signals are treated as exceptions, and limit the range for exponents.

Each thread has its own current context which is accessed or changed using the *getcontext()* and *setcontext()* functions :

decimal.**getcontext**()
Return the current context for the active thread.

decimal.**setcontext**(*c*)
Set the current context for the active thread to *c*.

You can also use the `with` statement and the *localcontext()* function to temporarily change the active context.

decimal.**localcontext**(*ctx=None*)
Return a context manager that will set the current context for the active thread to a copy of *ctx* on entry to the with-statement and restore the previous context when exiting the with-statement. If no context is specified, a copy of the current context is used.

For example, the following code sets the current decimal precision to 42 places, performs a calculation, and then automatically restores the previous context :

```
from decimal import localcontext

with localcontext() as ctx:
    ctx.prec = 42   # Perform a high precision calculation
    s = calculate_something()
s = +s  # Round the final result back to the default precision
```

New contexts can also be created using the *Context* constructor described below. In addition, the module provides three pre-made contexts :

class decimal.**BasicContext**
This is a standard context defined by the General Decimal Arithmetic Specification. Precision is set to nine. Rounding is set to *ROUND_HALF_UP*. All flags are cleared. All traps are enabled (treated as exceptions) except *Inexact*, *Rounded*, and *Subnormal*.

Because many of the traps are enabled, this context is useful for debugging.

class decimal.**ExtendedContext**
This is a standard context defined by the General Decimal Arithmetic Specification. Precision is set to nine. Rounding is set to *ROUND_HALF_EVEN*. All flags are cleared. No traps are enabled (so that exceptions are not raised during computations).

Because the traps are disabled, this context is useful for applications that prefer to have result value of `NaN` or `Infinity` instead of raising exceptions. This allows an application to complete a run in the presence of conditions that would otherwise halt the program.

class decimal.**DefaultContext**
This context is used by the *Context* constructor as a prototype for new contexts. Changing a field (such a precision) has the effect of changing the default for new contexts created by the *Context* constructor.

This context is most useful in multi-threaded environments. Changing one of the fields before threads are started has the effect of setting system-wide defaults. Changing the fields after threads have started is not recommended as it would require thread synchronization to prevent race conditions.

In single threaded environments, it is preferable to not use this context at all. Instead, simply create contexts explicitly as described below.

The default values are `prec=28`, `rounding=`*ROUND_HALF_EVEN*, and enabled traps for *Overflow*, *InvalidOperation*, and *DivisionByZero*.

In addition to the three supplied contexts, new contexts can be created with the *Context* constructor.

class decimal.**Context**(*prec=None*, *rounding=None*, *Emin=None*, *Emax=None*, *capitals=None*, *clamp=None*, *flags=None*, *traps=None*)

Creates a new context. If a field is not specified or is *None*, the default values are copied from the *DefaultContext*. If the *flags* field is not specified or is *None*, all flags are cleared.

prec is an integer in the range [1, *MAX_PREC*] that sets the precision for arithmetic operations in the context.

The *rounding* option is one of the constants listed in the section *Rounding Modes*.

The *traps* and *flags* fields list any signals to be set. Generally, new contexts should only set traps and leave the flags clear.

The *Emin* and *Emax* fields are integers specifying the outer limits allowable for exponents. *Emin* must be in the range [*MIN_EMIN*, 0], *Emax* in the range [0, *MAX_EMAX*].

The *capitals* field is either 0 or 1 (the default). If set to 1, exponents are printed with a capital E; otherwise, a lowercase e is used : `Decimal('6.02e+23')`.

The *clamp* field is either 0 (the default) or 1. If set to 1, the exponent e of a *Decimal* instance representable in this context is strictly limited to the range `Emin - prec + 1 <= e <= Emax - prec + 1`. If *clamp* is 0 then a weaker condition holds : the adjusted exponent of the *Decimal* instance is at most Emax. When *clamp* is 1, a large normal number will, where possible, have its exponent reduced and a corresponding number of zeros added to its coefficient, in order to fit the exponent constraints ; this preserves the value of the number but loses information about significant trailing zeros. For example :

```
>>> Context(prec=6, Emax=999, clamp=1).create_decimal('1.23e999')
Decimal('1.23000E+999')
```

A *clamp* value of 1 allows compatibility with the fixed-width decimal interchange formats specified in IEEE 754.

The *Context* class defines several general purpose methods as well as a large number of methods for doing arithmetic directly in a given context. In addition, for each of the *Decimal* methods described above (with the exception of the `adjusted()` and `as_tuple()` methods) there is a corresponding *Context* method. For example, for a *Context* instance C and *Decimal* instance x, `C.exp(x)` is equivalent to `x.exp(context=C)`. Each *Context* method accepts a Python integer (an instance of *int*) anywhere that a Decimal instance is accepted.

clear_flags()

Resets all of the flags to 0.

clear_traps()

Resets all of the traps to 0.

Nouveau dans la version 3.3.

copy()

Return a duplicate of the context.

copy_decimal(*num*)

Return a copy of the Decimal instance num.

create_decimal(*num*)

Creates a new Decimal instance from *num* but using *self* as context. Unlike the *Decimal* constructor, the context precision, rounding method, flags, and traps are applied to the conversion.

This is useful because constants are often given to a greater precision than is needed by the application. Another benefit is that rounding immediately eliminates unintended effects from digits beyond the current precision. In the following example, using unrounded inputs means that adding zero to a sum can change the result :

```
>>> getcontext().prec = 3
>>> Decimal('3.4445') + Decimal('1.0023')
Decimal('4.45')
>>> Decimal('3.4445') + Decimal(0) + Decimal('1.0023')
Decimal('4.44')
```

This method implements the to-number operation of the IBM specification. If the argument is a string, no leading or trailing whitespace or underscores are permitted.

create_decimal_from_float(*f*)

Creates a new Decimal instance from a float *f* but rounding using *self* as the context. Unlike the *Decimal.from_float()* class method, the context precision, rounding method, flags, and traps are applied to the conversion.

```
>>> context = Context(prec=5, rounding=ROUND_DOWN)
>>> context.create_decimal_from_float(math.pi)
Decimal('3.1415')
>>> context = Context(prec=5, traps=[Inexact])
>>> context.create_decimal_from_float(math.pi)
Traceback (most recent call last):
    ...
decimal.Inexact: None
```

Nouveau dans la version 3.1.

Etiny()
Returns a value equal to `Emin - prec + 1` which is the minimum exponent value for subnormal results. When underflow occurs, the exponent is set to *Etiny*.

Etop()
Returns a value equal to `Emax - prec + 1`.

The usual approach to working with decimals is to create *Decimal* instances and then apply arithmetic operations which take place within the current context for the active thread. An alternative approach is to use context methods for calculating within a specific context. The methods are similar to those for the *Decimal* class and are only briefly recounted here.

abs(*x*)
Renvoie la valeur absolue de *x*.

add(*x*, *y*)
Return the sum of *x* and *y*.

canonical(*x*)
Returns the same Decimal object *x*.

compare(*x*, *y*)
Compares *x* and *y* numerically.

compare_signal(*x*, *y*)
Compares the values of the two operands numerically.

compare_total(*x*, *y*)
Compares two operands using their abstract representation.

compare_total_mag(*x*, *y*)
Compares two operands using their abstract representation, ignoring sign.

copy_abs(*x*)
Returns a copy of *x* with the sign set to 0.

copy_negate(*x*)
Returns a copy of *x* with the sign inverted.

copy_sign(*x*, *y*)
Copies the sign from *y* to *x*.

divide(*x*, *y*)
Return *x* divided by *y*.

divide_int(*x*, *y*)
Return *x* divided by *y*, truncated to an integer.

divmod(*x*, *y*)
Divides two numbers and returns the integer part of the result.

exp(*x*)
Returns *e* ** *x*.

fma(*x*, *y*, *z*)
Returns *x* multiplied by *y*, plus *z*.

is_canonical(*x*)
Returns `True` if *x* is canonical; otherwise returns `False`.

is_finite(*x*)
Returns `True` if *x* is finite; otherwise returns `False`.

is_infinite(*x*)
Returns `True` if *x* is infinite; otherwise returns `False`.

is_nan (*x*)
Returns `True` if *x* is a qNaN or sNaN; otherwise returns `False`.

is_normal (*x*)
Returns `True` if *x* is a normal number; otherwise returns `False`.

is_qnan (*x*)
Returns `True` if *x* is a quiet NaN; otherwise returns `False`.

is_signed (*x*)
Returns `True` if *x* is negative; otherwise returns `False`.

is_snan (*x*)
Returns `True` if *x* is a signaling NaN; otherwise returns `False`.

is_subnormal (*x*)
Returns `True` if *x* is subnormal; otherwise returns `False`.

is_zero (*x*)
Returns `True` if *x* is a zero; otherwise returns `False`.

ln (*x*)
Returns the natural (base e) logarithm of *x*.

log10 (*x*)
Returns the base 10 logarithm of *x*.

logb (*x*)
Returns the exponent of the magnitude of the operand's MSD.

logical_and (*x*, *y*)
Applies the logical operation *and* between each operand's digits.

logical_invert (*x*)
Invert all the digits in *x*.

logical_or (*x*, *y*)
Applies the logical operation *or* between each operand's digits.

logical_xor (*x*, *y*)
Applies the logical operation *xor* between each operand's digits.

max (*x*, *y*)
Compares two values numerically and returns the maximum.

max_mag (*x*, *y*)
Compares the values numerically with their sign ignored.

min (*x*, *y*)
Compares two values numerically and returns the minimum.

min_mag (*x*, *y*)
Compares the values numerically with their sign ignored.

minus (*x*)
Minus corresponds to the unary prefix minus operator in Python.

multiply (*x*, *y*)
Return the product of *x* and *y*.

next_minus (*x*)
Returns the largest representable number smaller than *x*.

next_plus (*x*)
Returns the smallest representable number larger than *x*.

next_toward (*x*, *y*)
Returns the number closest to *x*, in direction towards *y*.

normalize (*x*)
Reduces *x* to its simplest form.

number_class (*x*)
Returns an indication of the class of *x*.

plus (*x*)
Plus corresponds to the unary prefix plus operator in Python. This operation applies the context precision and rounding, so it is *not* an identity operation.

power (*x*, *y*, *modulo=None*)
Return `x` to the power of `y`, reduced modulo `modulo` if given.

With two arguments, compute `x**y`. If `x` is negative then `y` must be integral. The result will be inexact unless `y` is integral and the result is finite and can be expressed exactly in 'precision' digits. The rounding mode of the context is used. Results are always correctly-rounded in the Python version.

Modifié dans la version 3.3 : The C module computes *power()* in terms of the correctly-rounded *exp()* and *ln()* functions. The result is well-defined but only "almost always correctly-rounded".

With three arguments, compute `(x**y) % modulo`. For the three argument form, the following restrictions on the arguments hold :

— all three arguments must be integral
— `y` must be nonnegative
— at least one of `x` or `y` must be nonzero
— `modulo` must be nonzero and have at most 'precision' digits

The value resulting from `Context.power(x, y, modulo)` is equal to the value that would be obtained by computing `(x**y) % modulo` with unbounded precision, but is computed more efficiently. The exponent of the result is zero, regardless of the exponents of `x`, `y` and `modulo`. The result is always exact.

quantize (*x*, *y*)
Returns a value equal to *x* (rounded), having the exponent of *y*.

radix ()
Just returns 10, as this is Decimal, :)

remainder (*x*, *y*)
Returns the remainder from integer division.

The sign of the result, if non-zero, is the same as that of the original dividend.

remainder_near (*x*, *y*)
Returns `x - y * n`, where *n* is the integer nearest the exact value of `x / y` (if the result is 0 then its sign will be the sign of *x*).

rotate (*x*, *y*)
Returns a rotated copy of *x*, *y* times.

same_quantum (*x*, *y*)
Returns `True` if the two operands have the same exponent.

scaleb (*x*, *y*)
Returns the first operand after adding the second value its exp.

shift (*x*, *y*)
Returns a shifted copy of *x*, *y* times.

sqrt (*x*)
Square root of a non-negative number to context precision.

subtract (*x*, *y*)
Return the difference between *x* and *y*.

to_eng_string (*x*)
Convert to a string, using engineering notation if an exponent is needed.

Engineering notation has an exponent which is a multiple of 3. This can leave up to 3 digits to the left of the decimal place and may require the addition of either one or two trailing zeros.

to_integral_exact (*x*)
Rounds to an integer.

to_sci_string (*x*)
Converts a number to a string using scientific notation.

9.4.4 Constantes

The constants in this section are only relevant for the C module. They are also included in the pure Python version for compatibility.

	32-bit	64-bit
decimal.**MAX_PREC**	425000000	999999999999999999
decimal.**MAX_EMAX**	425000000	999999999999999999
decimal.**MIN_EMIN**	-425000000	-999999999999999999
decimal.**MIN_ETINY**	-849999999	-1999999999999999997

decimal.**HAVE_THREADS**
The value is True. Deprecated, because Python now always has threads.

Obsolète depuis la version 3.9.

decimal.**HAVE_CONTEXTVAR**
The default value is True. If Python is compiled --without-decimal-contextvar, the C version uses a thread-local rather than a coroutine-local context and the value is False. This is slightly faster in some nested context scenarios.

Nouveau dans la version 3.9 : backported to 3.7 and 3.8

9.4.5 Rounding modes

decimal.**ROUND_CEILING**
Round towards Infinity.

decimal.**ROUND_DOWN**
Round towards zero.

decimal.**ROUND_FLOOR**
Round towards -Infinity.

decimal.**ROUND_HALF_DOWN**
Round to nearest with ties going towards zero.

decimal.**ROUND_HALF_EVEN**
Round to nearest with ties going to nearest even integer.

decimal.**ROUND_HALF_UP**
Round to nearest with ties going away from zero.

decimal.**ROUND_UP**
Round away from zero.

decimal.**ROUND_05UP**
Round away from zero if last digit after rounding towards zero would have been 0 or 5 ; otherwise round towards zero.

9.4.6 Signals

Signals represent conditions that arise during computation. Each corresponds to one context flag and one context trap enabler.

The context flag is set whenever the condition is encountered. After the computation, flags may be checked for informational purposes (for instance, to determine whether a computation was exact). After checking the flags, be sure to clear all flags before starting the next computation.

If the context's trap enabler is set for the signal, then the condition causes a Python exception to be raised. For example, if the *DivisionByZero* trap is set, then a *DivisionByZero* exception is raised upon encountering the condition.

class decimal.**Clamped**
Altered an exponent to fit representation constraints.

Typically, clamping occurs when an exponent falls outside the context's `Emin` and `Emax` limits. If possible, the exponent is reduced to fit by adding zeros to the coefficient.

class decimal.**DecimalException**
Base class for other signals and a subclass of *ArithmeticError*.

class decimal.**DivisionByZero**
Signals the division of a non-infinite number by zero.

Can occur with division, modulo division, or when raising a number to a negative power. If this signal is not trapped, returns `Infinity` or `-Infinity` with the sign determined by the inputs to the calculation.

class decimal.**Inexact**
Indicates that rounding occurred and the result is not exact.

Signals when non-zero digits were discarded during rounding. The rounded result is returned. The signal flag or trap is used to detect when results are inexact.

class decimal.**InvalidOperation**
An invalid operation was performed.

Indicates that an operation was requested that does not make sense. If not trapped, returns `NaN`. Possible causes include :

```
Infinity - Infinity
0 * Infinity
Infinity / Infinity
x % 0
Infinity % x
sqrt(-x) and x > 0
0 ** 0
x ** (non-integer)
x ** Infinity
```

class decimal.**Overflow**
Numerical overflow.

Indicates the exponent is larger than `Emax` after rounding has occurred. If not trapped, the result depends on the rounding mode, either pulling inward to the largest representable finite number or rounding outward to `Infinity`. In either case, *Inexact* and *Rounded* are also signaled.

class decimal.**Rounded**
Rounding occurred though possibly no information was lost.

Signaled whenever rounding discards digits ; even if those digits are zero (such as rounding `5.00` to `5.0`). If not trapped, returns the result unchanged. This signal is used to detect loss of significant digits.

class decimal.**Subnormal**
Exponent was lower than `Emin` prior to rounding.

Occurs when an operation result is subnormal (the exponent is too small). If not trapped, returns the result unchanged.

class decimal.**Underflow**
Numerical underflow with result rounded to zero.
Occurs when a subnormal result is pushed to zero by rounding. *Inexact* and *Subnormal* are also signaled.

class decimal.**FloatOperation**
Enable stricter semantics for mixing floats and Decimals.
If the signal is not trapped (default), mixing floats and Decimals is permitted in the *Decimal* constructor, *create_decimal()* and all comparison operators. Both conversion and comparisons are exact. Any occurrence of a mixed operation is silently recorded by setting *FloatOperation* in the context flags. Explicit conversions with *from_float()* or *create_decimal_from_float()* do not set the flag.
Otherwise (the signal is trapped), only equality comparisons and explicit conversions are silent. All other mixed operations raise *FloatOperation*.

The following table summarizes the hierarchy of signals :

```
exceptions.ArithmeticError(exceptions.Exception)
    DecimalException
        Clamped
        DivisionByZero(DecimalException, exceptions.ZeroDivisionError)
        Inexact
            Overflow(Inexact, Rounded)
            Underflow(Inexact, Rounded, Subnormal)
        InvalidOperation
        Rounded
        Subnormal
        FloatOperation(DecimalException, exceptions.TypeError)
```

9.4.7 Floating Point Notes

Mitigating round-off error with increased precision

The use of decimal floating point eliminates decimal representation error (making it possible to represent `0.1` exactly) ; however, some operations can still incur round-off error when non-zero digits exceed the fixed precision.

The effects of round-off error can be amplified by the addition or subtraction of nearly offsetting quantities resulting in loss of significance. Knuth provides two instructive examples where rounded floating point arithmetic with insufficient precision causes the breakdown of the associative and distributive properties of addition :

```
# Examples from Seminumerical Algorithms, Section 4.2.2.
>>> from decimal import Decimal, getcontext
>>> getcontext().prec = 8

>>> u, v, w = Decimal(11111113), Decimal(-11111111), Decimal('7.51111111')
>>> (u + v) + w
Decimal('9.5111111')
>>> u + (v + w)
Decimal('10')

>>> u, v, w = Decimal(20000), Decimal(-6), Decimal('6.0000003')
>>> (u*v) + (u*w)
Decimal('0.01')
>>> u * (v+w)
Decimal('0.0060000')
```

The *decimal* module makes it possible to restore the identities by expanding the precision sufficiently to avoid loss of significance :

```
>>> getcontext().prec = 20
>>> u, v, w = Decimal(11111113), Decimal(-11111111), Decimal('7.51111111')
>>> (u + v) + w
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
Decimal('9.51111111')
>>> u + (v + w)
Decimal('9.51111111')
>>>
>>> u, v, w = Decimal(20000), Decimal(-6), Decimal('6.0000003')
>>> (u*v) + (u*w)
Decimal('0.0060000')
>>> u * (v+w)
Decimal('0.0060000')
```

Special values

The number system for the *decimal* module provides special values including `NaN`, `sNaN`, `-Infinity`, `Infinity`, and two zeros, `+0` and `-0`.

Infinities can be constructed directly with : `Decimal('Infinity')`. Also, they can arise from dividing by zero when the *DivisionByZero* signal is not trapped. Likewise, when the *Overflow* signal is not trapped, infinity can result from rounding beyond the limits of the largest representable number.

The infinities are signed (affine) and can be used in arithmetic operations where they get treated as very large, indeterminate numbers. For instance, adding a constant to infinity gives another infinite result.

Some operations are indeterminate and return `NaN`, or if the *InvalidOperation* signal is trapped, raise an exception. For example, `0/0` returns `NaN` which means "not a number". This variety of `NaN` is quiet and, once created, will flow through other computations always resulting in another `NaN`. This behavior can be useful for a series of computations that occasionally have missing inputs --- it allows the calculation to proceed while flagging specific results as invalid.

A variant is `sNaN` which signals rather than remaining quiet after every operation. This is a useful return value when an invalid result needs to interrupt a calculation for special handling.

The behavior of Python's comparison operators can be a little surprising where a `NaN` is involved. A test for equality where one of the operands is a quiet or signaling `NaN` always returns *False* (even when doing `Decimal('NaN')==Decimal('NaN')`), while a test for inequality always returns *True*. An attempt to compare two Decimals using any of the <, <=, > or >= operators will raise the *InvalidOperation* signal if either operand is a `NaN`, and return *False* if this signal is not trapped. Note that the General Decimal Arithmetic specification does not specify the behavior of direct comparisons ; these rules for comparisons involving a `NaN` were taken from the IEEE 854 standard (see Table 3 in section 5.7). To ensure strict standards-compliance, use the `compare()` and `compare-signal()` methods instead.

The signed zeros can result from calculations that underflow. They keep the sign that would have resulted if the calculation had been carried out to greater precision. Since their magnitude is zero, both positive and negative zeros are treated as equal and their sign is informational.

In addition to the two signed zeros which are distinct yet equal, there are various representations of zero with differing precisions yet equivalent in value. This takes a bit of getting used to. For an eye accustomed to normalized floating point representations, it is not immediately obvious that the following calculation returns a value equal to zero :

```
>>> 1 / Decimal('Infinity')
Decimal('0E-1000026')
```

9.4.8 Working with threads

The *getcontext()* function accesses a different *Context* object for each thread. Having separate thread contexts means that threads may make changes (such as `getcontext().prec=10`) without interfering with other threads.

Likewise, the *setcontext()* function automatically assigns its target to the current thread.

If *setcontext()* has not been called before *getcontext()*, then *getcontext()* will automatically create a new context for use in the current thread.

The new context is copied from a prototype context called *DefaultContext*. To control the defaults so that each thread will use the same values throughout the application, directly modify the *DefaultContext* object. This should be done *before* any threads are started so that there won't be a race condition between threads calling *getcontext()*. For example :

```
# Set applicationwide defaults for all threads about to be launched
DefaultContext.prec = 12
DefaultContext.rounding = ROUND_DOWN
DefaultContext.traps = ExtendedContext.traps.copy()
DefaultContext.traps[InvalidOperation] = 1
setcontext(DefaultContext)

# Afterwards, the threads can be started
t1.start()
t2.start()
t3.start()
 . . .
```

9.4.9 Cas pratiques

Here are a few recipes that serve as utility functions and that demonstrate ways to work with the *Decimal* class :

```
def moneyfmt(value, places=2, curr='', sep=',', dp='.',
             pos='', neg='-', trailneg=''):
    """Convert Decimal to a money formatted string.

    places:  required number of places after the decimal point
    curr:    optional currency symbol before the sign (may be blank)
    sep:     optional grouping separator (comma, period, space, or blank)
    dp:      decimal point indicator (comma or period)
             only specify as blank when places is zero
    pos:     optional sign for positive numbers: '+', space or blank
    neg:     optional sign for negative numbers: '-', '(', space or blank
    trailneg:optional trailing minus indicator:  '-', ')', space or blank

    >>> d = Decimal('-1234567.8901')
    >>> moneyfmt(d, curr='$')
    '-$1,234,567.89'
    >>> moneyfmt(d, places=0, sep='.', dp='', neg='', trailneg='-')
    '1.234.568-'
    >>> moneyfmt(d, curr='$', neg='(', trailneg=')')
    '($1,234,567.89)'
    >>> moneyfmt(Decimal(123456789), sep=' ')
    '123 456 789.00'
    >>> moneyfmt(Decimal('-0.02'), neg='<', trailneg='>')
    '<0.02>'

    """
    q = Decimal(10) ** -places      # 2 places --> '0.01'
    sign, digits, exp = value.quantize(q).as_tuple()
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
    result = []
    digits = list(map(str, digits))
    build, next = result.append, digits.pop
    if sign:
        build(trailneg)
    for i in range(places):
        build(next() if digits else '0')
    if places:
        build(dp)
    if not digits:
        build('0')
    i = 0
    while digits:
        build(next())
        i += 1
        if i == 3 and digits:
            i = 0
            build(sep)
    build(curr)
    build(neg if sign else pos)
    return ''.join(reversed(result))

def pi():
    """Compute Pi to the current precision.

    >>> print(pi())
    3.141592653589793238462643383

    """
    getcontext().prec += 2  # extra digits for intermediate steps
    three = Decimal(3)      # substitute "three=3.0" for regular floats
    lasts, t, s, n, na, d, da = 0, three, 3, 1, 0, 0, 24
    while s != lasts:
        lasts = s
        n, na = n+na, na+8
        d, da = d+da, da+32
        t = (t * n) / d
        s += t
    getcontext().prec -= 2
    return +s               # unary plus applies the new precision

def exp(x):
    """Return e raised to the power of x.  Result type matches input type.

    >>> print(exp(Decimal(1)))
    2.718281828459045235360287471
    >>> print(exp(Decimal(2)))
    7.389056098930650227230427461
    >>> print(exp(2.0))
    7.38905609893
    >>> print(exp(2+0j))
    (7.38905609893+0j)

    """
    getcontext().prec += 2
    i, lasts, s, fact, num = 0, 0, 1, 1, 1
    while s != lasts:
        lasts = s
        i += 1
        fact *= i
        num *= x
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
        s += num / fact
    getcontext().prec -= 2
    return +s

def cos(x):
    """Return the cosine of x as measured in radians.

    The Taylor series approximation works best for a small value of x.
    For larger values, first compute x = x % (2 * pi).

    >>> print(cos(Decimal('0.5')))
    0.8775825618903727161162815826
    >>> print(cos(0.5))
    0.87758256189
    >>> print(cos(0.5+0j))
    (0.87758256189+0j)

    """
    getcontext().prec += 2
    i, lasts, s, fact, num, sign = 0, 0, 1, 1, 1, 1
    while s != lasts:
        lasts = s
        i += 2
        fact *= i * (i-1)
        num *= x * x
        sign *= -1
        s += num / fact * sign
    getcontext().prec -= 2
    return +s

def sin(x):
    """Return the sine of x as measured in radians.

    The Taylor series approximation works best for a small value of x.
    For larger values, first compute x = x % (2 * pi).

    >>> print(sin(Decimal('0.5')))
    0.4794255386042030002732879352
    >>> print(sin(0.5))
    0.479425538604
    >>> print(sin(0.5+0j))
    (0.479425538604+0j)

    """
    getcontext().prec += 2
    i, lasts, s, fact, num, sign = 1, 0, x, 1, x, 1
    while s != lasts:
        lasts = s
        i += 2
        fact *= i * (i-1)
        num *= x * x
        sign *= -1
        s += num / fact * sign
    getcontext().prec -= 2
    return +s
```

9.4.10 FAQ *decimal*

Q. C'est fastidieux de taper `decimal.Decimal('1234.5')`. Y a-t-il un moyen de réduire la frappe quand on utilise l'interpréteur interactif ?

R. Certains utilisateurs abrègent le constructeur en une seule lettre :

```
>>> D = decimal.Decimal
>>> D('1.23') + D('3.45')
Decimal('4.68')
```

Q. In a fixed-point application with two decimal places, some inputs have many places and need to be rounded. Others are not supposed to have excess digits and need to be validated. What methods should be used ?

A. The `quantize()` method rounds to a fixed number of decimal places. If the *Inexact* trap is set, it is also useful for validation :

```
>>> TWOPLACES = Decimal(10) ** -2       # same as Decimal('0.01')
```

```
>>> # Round to two places
>>> Decimal('3.214').quantize(TWOPLACES)
Decimal('3.21')
```

```
>>> # Validate that a number does not exceed two places
>>> Decimal('3.21').quantize(TWOPLACES, context=Context(traps=[Inexact]))
Decimal('3.21')
```

```
>>> Decimal('3.214').quantize(TWOPLACES, context=Context(traps=[Inexact]))
Traceback (most recent call last):
   ...
Inexact: None
```

Q. Once I have valid two place inputs, how do I maintain that invariant throughout an application ?

A. Some operations like addition, subtraction, and multiplication by an integer will automatically preserve fixed point. Others operations, like division and non-integer multiplication, will change the number of decimal places and need to be followed-up with a `quantize()` step :

```
>>> a = Decimal('102.72')           # Initial fixed-point values
>>> b = Decimal('3.17')
>>> a + b                           # Addition preserves fixed-point
Decimal('105.89')
>>> a - b
Decimal('99.55')
>>> a * 42                          # So does integer multiplication
Decimal('4314.24')
>>> (a * b).quantize(TWOPLACES)     # Must quantize non-integer multiplication
Decimal('325.62')
>>> (b / a).quantize(TWOPLACES)     # And quantize division
Decimal('0.03')
```

In developing fixed-point applications, it is convenient to define functions to handle the `quantize()` step :

```
>>> def mul(x, y, fp=TWOPLACES):
...     return (x * y).quantize(fp)
>>> def div(x, y, fp=TWOPLACES):
...     return (x / y).quantize(fp)
```

```
>>> mul(a, b)                       # Automatically preserve fixed-point
Decimal('325.62')
>>> div(b, a)
Decimal('0.03')
```

Q. There are many ways to express the same value. The numbers `200`, `200.000`, `2E2`, and `02E+4` all have the same value at various precisions. Is there a way to transform them to a single recognizable canonical value ?

A. The `normalize()` method maps all equivalent values to a single representative :

```
>>> values = map(Decimal, '200 200.000 2E2 .02E+4'.split())
>>> [v.normalize() for v in values]
[Decimal('2E+2'), Decimal('2E+2'), Decimal('2E+2'), Decimal('2E+2')]
```

Q. Some decimal values always print with exponential notation. Is there a way to get a non-exponential representation ?

A. For some values, exponential notation is the only way to express the number of significant places in the coefficient. For example, expressing `5.0E+3` as `5000` keeps the value constant but cannot show the original's two-place significance.

If an application does not care about tracking significance, it is easy to remove the exponent and trailing zeroes, losing significance, but keeping the value unchanged :

```
>>> def remove_exponent(d):
...     return d.quantize(Decimal(1)) if d == d.to_integral() else d.normalize()
```

```
>>> remove_exponent(Decimal('5E+3'))
Decimal('5000')
```

Q. Is there a way to convert a regular float to a *Decimal* ?

A. Yes, any binary floating point number can be exactly expressed as a Decimal though an exact conversion may take more precision than intuition would suggest :

```
>>> Decimal(math.pi)
Decimal('3.141592653589793115997963468544185161590576171875')
```

Q. Within a complex calculation, how can I make sure that I haven't gotten a spurious result because of insufficient precision or rounding anomalies.

A. The decimal module makes it easy to test results. A best practice is to re-run calculations using greater precision and with various rounding modes. Widely differing results indicate insufficient precision, rounding mode issues, ill-conditioned inputs, or a numerically unstable algorithm.

Q. I noticed that context precision is applied to the results of operations but not to the inputs. Is there anything to watch out for when mixing values of different precisions ?

A. Yes. The principle is that all values are considered to be exact and so is the arithmetic on those values. Only the results are rounded. The advantage for inputs is that "what you type is what you get". A disadvantage is that the results can look odd if you forget that the inputs haven't been rounded :

```
>>> getcontext().prec = 3
>>> Decimal('3.104') + Decimal('2.104')
Decimal('5.21')
>>> Decimal('3.104') + Decimal('0.000') + Decimal('2.104')
Decimal('5.20')
```

The solution is either to increase precision or to force rounding of inputs using the unary plus operation :

```
>>> getcontext().prec = 3
>>> +Decimal('1.23456789')      # unary plus triggers rounding
Decimal('1.23')
```

Alternatively, inputs can be rounded upon creation using the *Context.create_decimal()* method :

```
>>> Context(prec=5, rounding=ROUND_DOWN).create_decimal('1.2345678')
Decimal('1.2345')
```

Q. Is the CPython implementation fast for large numbers ?

A. Yes. In the CPython and PyPy3 implementations, the C/CFFI versions of the decimal module integrate the high speed libmpdec library for arbitrary precision correctly-rounded decimal floating point arithmetic. `libmpdec` uses Karatsuba multiplication for medium-sized numbers and the Number Theoretic Transform for very large numbers. However, to realize this performance gain, the context needs to be set for unrounded calculations.

```
>>> c = getcontext()
>>> c.prec = MAX_PREC
>>> c.Emax = MAX_EMAX
>>> c.Emin = MIN_EMIN
```

Nouveau dans la version 3.3.

9.5 `fractions` — Nombres rationnels

Code source : Lib/fractions.py

Le module *`fractions`* fournit un support de l'arithmétique des nombres rationnels.

Une instance de *Fraction* peut être construite depuis une paire d'entiers, depuis un autre nombre rationnel, ou depuis une chaîne de caractères.

class fractions.**Fraction**(*numerator=0*, *denominator=1*)
class fractions.**Fraction**(*other_fraction*)
class fractions.**Fraction**(*float*)
class fractions.**Fraction**(*decimal*)
class fractions.**Fraction**(*string*)

La première version demande que *numerator* et *denominator* soient des instance de *`numbers.Rational`* et renvoie une instance de *`Fraction`* valant `numerator/denominator`. Si *denominator* vaut `0`, une *`ZeroDivisionError`* est levée. La seconde version demande que *other_fraction* soit une instance de *`numbers.Rational`* et renvoie une instance de *`Fraction`* avec la même valeur. Les deux versions suivantes acceptent un *`float`* ou une instance de *`decimal.Decimal`*, et renvoient une instance de *`Fraction`* avec exactement la même valeur. Notez que les problèmes usuels des virgules flottantes binaires (voir tut-fp-issues) font que `Fraction(1.1)` n'est pas exactement égal à 11/10, et donc `Fraction(1.1)` ne renvoie *pas* `Fraction(11, 10)` comme on pourrait le penser. (Mais référez-vous à la documentation de la méthode *`limit_denominator()`* ci-dessous.) La dernière version du constructeur attend une chaîne de caractères ou Unicode. La représentation habituelle de cette forme est :

```
[sign] numerator ['/' denominator]
```

où le `sign` optionnel peut être soit + soit -, et `numerator` et `denominator` (si présent) sont des chaînes de chiffres décimaux. De plus, toute chaîne qui représente une valeur finie et acceptée par le constructeur de *`float`* est aussi acceptée par celui de *`Fraction`*. Dans ces deux formes, la chaîne d'entrée peut aussi contenir des espaces en début ou en fin de chaîne. Voici quelques exemples :

```
>>> from fractions import Fraction
>>> Fraction(16, -10)
Fraction(-8, 5)
>>> Fraction(123)
Fraction(123, 1)
>>> Fraction()
Fraction(0, 1)
>>> Fraction('3/7')
Fraction(3, 7)
>>> Fraction(' -3/7 ')
Fraction(-3, 7)
>>> Fraction('1.414213 \t\n')
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
Fraction(1414213, 1000000)
>>> Fraction('-.125')
Fraction(-1, 8)
>>> Fraction('7e-6')
Fraction(7, 1000000)
>>> Fraction(2.25)
Fraction(9, 4)
>>> Fraction(1.1)
Fraction(2476979795053773, 2251799813685248)
>>> from decimal import Decimal
>>> Fraction(Decimal('1.1'))
Fraction(11, 10)
```

La classe *Fraction* hérite de la classe abstraite *numbers.Rational*, et implémente toutes les méthodes et opérations de cette classe. Les instances de *Fraction* sont hachables, et doivent être traitées comme immuables. En plus de cela, *Fraction* possède les propriétés et méthodes suivantes :

Modifié dans la version 3.2 : Le constructeur de *Fraction* accepte maintenant des instances de *float* et *decimal.Decimal*.

numerator
: Numérateur de la fraction irréductible.

denominator
: Dénominateur de la fraction irréductible.

from_float(*flt*)
: Cette méthode de classe construit un objet *Fraction* représentant la valeur exacte de *flt*, qui doit être de type *float*. Attention, `Fraction.from_float(0.3)` n'est pas la même valeur que `Fraction(3, 10)`.

Note : Depuis Python 3.2, vous pouvez aussi construire une instance de *Fraction* directement depuis un *float*.

---

from_decimal(*dec*)
: Cette méthode de classe construit un objet *Fraction* représentant la valeur exacte de *dec*, qui doit être de type *decimal.Decimal*.

Note : Depuis Python 3.2, vous pouvez aussi construire une instance de *Fraction* directement depuis une instance de *decimal.Decimal*.

---

limit_denominator(*max_denominator=1000000*)
: Trouve et renvoie la *Fraction* la plus proche de `self` qui a au plus *max_denominator* comme dénominateur. Cette méthode est utile pour trouver des approximations rationnelles de nombres flottants donnés :

```
>>> from fractions import Fraction
>>> Fraction('3.1415926535897932').limit_denominator(1000)
Fraction(355, 113)
```

ou pour retrouver un nombre rationnel représenté par un flottant :

```
>>> from math import pi, cos
>>> Fraction(cos(pi/3))
Fraction(4503599627370497, 9007199254740992)
>>> Fraction(cos(pi/3)).limit_denominator()
Fraction(1, 2)
>>> Fraction(1.1).limit_denominator()
Fraction(11, 10)
```

__floor__()
: Renvoie le plus grand *int* <= `self`. Cette méthode peut aussi être utilisée à travers la fonction *math.floor()*.

```
>>> from math import floor
>>> floor(Fraction(355, 113))
3
```

__ceil__()
Renvoie le plus petit *int* >= self. Cette méthode peut aussi être utilisée à travers la fonction *math.ceil()*.

__round__()
__round__(*ndigits*)
La première version renvoie l'*int* le plus proche de self, arrondissant les demis au nombre pair le plus proche. La seconde version arrondit self au plus proche multiple de Fraction(1, 10**ndigits) (logiquement, si ndigits est négatif), arrondissant toujours les demis au nombre pair le plus proche. Cette méthode peut aussi être utilisée à via la fonction *round()*.

fractions.**gcd**(*a*, *b*)
Renvoie le plus grand diviseur commun (PGCD) des entiers *a* et *b*. Si *a* et *b* sont tous deux non nuls, alors la valeur absolue de gcd(a, b) est le plus grand entier qui divise à la fois *a* et *b*. gcd(a,b) a le même signe que *b* si *b* n'est pas nul ; autrement il prend le signe de *a*. gcd(0, 0) renvoie 0.
Obsolète depuis la version 3.5 : Utilisez plutôt *math.gcd()*.

Voir aussi :

Module *numbers* Les classes abstraites représentant la hiérarchie des nombres.

9.6 random --- Génère des nombres pseudo-aléatoires

Code source : Lib/random.py

Ce module implémente des générateurs de nombres pseudo-aléatoires pour différentes distributions.

Pour les entiers, il existe une sélection uniforme à partir d'une plage. Pour les séquences, il existe une sélection uniforme d'un élément aléatoire, une fonction pour générer une permutation aléatoire d'une liste sur place et une fonction pour un échantillonnage aléatoire sans remplacement.

Pour l'ensemble des réels, il y a des fonctions pour calculer des distributions uniformes, normales (gaussiennes), log-normales, exponentielles négatives, gamma et bêta. Pour générer des distributions d'angles, la distribution de *von Mises* est disponible.

Presque toutes les fonctions du module dépendent de la fonction de base *random()*, qui génère un nombre à virgule flottante aléatoire de façon uniforme dans la plage semi-ouverte [0.0, 1.0). Python utilise l'algorithme *Mersenne Twister* comme générateur de base. Il produit des flottants de précision de 53 bits et a une période de 2***19937-1. L'implémentation sous-jacente en C est à la fois rapide et compatible avec les programmes ayant de multiples fils d'exécution. Le *Mersenne Twister* est l'un des générateurs de nombres aléatoires les plus largement testés qui existent. Cependant, étant complètement déterministe, il n'est pas adapté à tous les usages et est totalement inadapté à des fins cryptographiques.

Les fonctions fournies par ce module dépendent en réalité de méthodes d'une instance cachée de la classe *random.Random*. Vous pouvez créer vos propres instances de *Random* pour obtenir des générateurs sans états partagés.

La classe *Random* peut également être sous-classée si vous voulez utiliser un générateur de base différent, de votre propre conception. Dans ce cas, remplacez les méthodes random(), seed(), gettsate() et setstate(). En option, un nouveau générateur peut fournir une méthode getrandbits() --- ce qui permet à *randrange()* de produire des sélections sur une plage de taille arbitraire.

Le module *random* fournit également la classe *SystemRandom* qui utilise la fonction système *os.urandom()* pour générer des nombres aléatoires à partir de sources fournies par le système d'exploitation.

Avertissement : Les générateurs pseudo-aléatoires de ce module ne doivent pas être utilisés à des fins de sécurité. Pour des utilisations de sécurité ou cryptographiques, voir le module *secrets*.

Voir aussi :

M. Matsumoto and T. Nishimura, "Mersenne Twister : A 623-dimensionally equidistributed uniform pseudorandom number generator", ACM Transactions on Modeling and Computer Simulation Vol. 8, No. 1, Janvier pp.3--30 1998.

Complementary-Multiply-with-Carry recipe pour un autre générateur de nombres aléatoires avec une longue période et des opérations de mise à jour relativement simples.

9.6.1 Fonctions de gestion d'état

`random.`**`seed`**(*a=None*, *version=2*)
Initialise le générateur de nombres aléatoires.

Si *a* est omis ou `None`, l'heure système actuelle est utilisée. Si des sources aléatoires sont fournies par le système d'exploitation, elles sont utilisées à la place de l'heure système (voir la fonction *os.urandom()* pour les détails sur la disponibilité).

Si *a* est un entier, il est utilisé directement.

Avec la version 2 (par défaut), un objet *str*, *bytes* ou *bytearray* est converti en *int* et tous ses bits sont utilisés.

Avec la version 1 (fournie pour reproduire des séquences aléatoires produites par d'anciennes versions de Python), l'algorithme pour *str* et *bytes* génère une gamme plus étroite de graines.

Modifié dans la version 3.2 : Passée à la version 2 du schéma qui utilise tous les bits d'une graine de chaîne de caractères.

`random.`**`getstate`**()
Renvoie un objet capturant l'état interne actuel du générateur. Cet objet peut être passé à *setstate()* pour restaurer cet état.

`random.`**`setstate`**(*state*)
Il convient que *state* ait été obtenu à partir d'un appel précédent à *getstate()*, et *setstate()* restaure l'état interne du générateur à ce qu'il était au moment où *getstate()* a été appelé.

`random.`**`getrandbits`**(*k*)
Renvoie un entier Python avec *k* bits aléatoires. Cette méthode est fournie avec le générateur MersenneTwister. Quelques autres générateurs peuvent également la fournir en option comme partie de l'API. Lorsqu'elle est disponible, *getrandbits()* permet à *randrange()* de gérer des gammes arbitrairement larges.

9.6.2 Fonctions pour les entiers

`random.`**`randrange`**(*stop*)
`random.`**`randrange`**(*start*, *stop*[, *step*])
Renvoie un élément sélectionné aléatoirement à partir de `range(start, stop, step)`. C'est équivalent à `choice(range(start, stop, step))`, mais ne construit pas réellement un objet range.

Le motif d'argument positionnel correspond à celui de *range()*. N'utilisez pas d'arguments nommés parce que la fonction peut les utiliser de manière inattendue.

Modifié dans la version 3.2 : *randrange()* est plus sophistiquée dans la production de valeurs uniformément distribuées. Auparavant, elle utilisait un style comme `int(random()*n)` qui pouvait produire des distributions légèrement inégales.

`random.`**`randint`**(*a*, *b*)
Renvoie un entier aléatoire *N* tel que `a <= N <= b`. Alias pour `randrange(a, b+1)`.

9.6.3 Fonctions pour les séquences

`random.`**`choice`**(*seq*)
Renvoie un élément aléatoire de la séquence non vide *seq*. Si *seq* est vide, lève `IndexError`.

`random.`**`choices`**(*population*, *weights=None*, ***, *cum_weights=None*, *k=1*)
Renvoie une liste de taille *k* d'éléments choisis dans la *population* avec remise. Si la *population* est vide, lève `IndexError`.

Si une séquence de *poids* est spécifiée, les tirages sont effectués en fonction des poids relatifs. Alternativement, si une séquence *cum_weights* est donnée, les tirages sont faits en fonction des poids cumulés (peut-être calculés en utilisant `itertools.accumulate()`). Par exemple, les poids relatifs `[10, 5, 30, 5]` sont équivalents aux poids cumulatifs `[10, 15, 45, 50]`. En interne, les poids relatifs sont convertis en poids cumulatifs avant d'effectuer les tirages, ce qui vous permet d'économiser du travail en fournissant des pondérations cumulatives.

Si ni *weights* ni *cum_weights* ne sont spécifiés, les tirages sont effectués avec une probabilité uniforme. Si une séquence de poids est fournie, elle doit être de la même longueur que la séquence *population*. Spécifier à la fois *weights* et *cum_weights* lève une `TypeError`.

The *weights* or *cum_weights* can use any numeric type that interoperates with the `float` values returned by `random()` (that includes integers, floats, and fractions but excludes decimals).

Pour une graine donnée, la fonction `choices()` avec pondération uniforme produit généralement une séquence différente des appels répétés à `choice()`. L'algorithme utilisé par `choices()` utilise l'arithmétique à virgule flottante pour la cohérence interne et la vitesse. L'algorithme utilisé par `choice()` utilise par défaut l'arithmétique entière avec des tirages répétés pour éviter les petits biais dus aux erreurs d'arrondi.

Nouveau dans la version 3.6.

`random.`**`shuffle`**(*x*[, *random*])
Mélange la séquence *x* sans créer de nouvelle instance (« sur place »).

L'argument optionnel *random* est une fonction sans argument renvoyant un nombre aléatoire à virgule flottante dans [0.0, 1.0) ; par défaut, c'est la fonction `random()`.

Pour mélanger une séquence immuable et renvoyer une nouvelle liste mélangée, utilisez `sample(x, k=len(x))` à la place.

Notez que même pour les petits `len(x)`, le nombre total de permutations de *x* peut rapidement devenir plus grand que la période de la plupart des générateurs de nombres aléatoires. Cela implique que la plupart des permutations d'une longue séquence ne peuvent jamais être générées. Par exemple, une séquence de longueur 2080 est la plus grande qui puisse tenir dans la période du générateur de nombres aléatoires Mersenne Twister.

`random.`**`sample`**(*population*, *k*)
Renvoie une liste de *k* éléments uniques choisis dans la séquence ou l'ensemble de la population. Utilisé pour un tirage aléatoire sans remise.

Renvoie une nouvelle liste contenant des éléments de la population tout en laissant la population originale inchangée. La liste résultante est classée par ordre de sélection de sorte que toutes les sous-tranches soient également des échantillons aléatoires valides. Cela permet aux gagnants du tirage (l'échantillon) d'être divisés en gagnants du grand prix et en gagnants de la deuxième place (les sous-tranches).

Les membres de la population n'ont pas besoin d'être *hachables* ou uniques. Si la population contient des répétitions, alors chaque occurrence est un tirage possible dans l'échantillon.

Pour choisir un échantillon parmi un intervalle d'entiers, utilisez un objet `range()` comme argument. Ceci est particulièrement rapide et économe en mémoire pour un tirage dans une grande population : `échantillon(range(10000000), k=60)`.

Si la taille de l'échantillon est supérieure à la taille de la population, une `ValueError` est levée.

9.6.4 Distributions pour les nombre réels

Les fonctions suivantes génèrent des distributions spécifiques en nombre réels. Les paramètres de fonction sont nommés d'après les variables correspondantes de l'équation de la distribution, telles qu'elles sont utilisées dans la pratique mathématique courante ; la plupart de ces équations peuvent être trouvées dans tout document traitant de statistiques.

`random.`**`random`**`()`
Renvoie le nombre aléatoire à virgule flottante suivant dans la plage [0.0, 1.0).

`random.`**`uniform`**`(`*a*, *b*`)`
Renvoie un nombre aléatoire à virgule flottante *N* tel que `a <= N <= b` pour `a <= b` et `b <= N <= a` pour `b < a`.
La valeur finale `b` peut ou non être incluse dans la plage selon l'arrondi à virgule flottante dans l'équation `a + (b-a) * random()`.

`random.`**`triangular`**`(`*low*, *high*, *mode*`)`
Renvoie un nombre aléatoire en virgule flottante *N* tel que `low <= N <= high` et avec le *mode* spécifié entre ces bornes. Les limites *low* et *high* par défaut sont zéro et un. L'argument *mode* est par défaut le point médian entre les bornes, ce qui donne une distribution symétrique.

`random.`**`betavariate`**`(`*alpha*, *beta*`)`
Distribution bêta. Les conditions sur les paramètres sont `alpha > 0` et `beta > 0`. Les valeurs renvoyées varient entre 0 et 1.

`random.`**`expovariate`**`(`*lambd*`)`
Distribution exponentielle. *lambd* est 1,0 divisé par la moyenne désirée. Ce ne doit pas être zéro. (Le paramètre aurait dû s'appeler "lambda", mais c'est un mot réservé en Python.) Les valeurs renvoyées vont de 0 à plus l'infini positif si *lambd* est positif, et de moins l'infini à 0 si *lambd* est négatif.

`random.`**`gammavariate`**`(`*alpha*, *beta*`)`
Distribution gamma. (*Ce n'est pas* la fonction gamma !) Les conditions sur les paramètres sont `alpha > 0` et `beta > 0`.
La fonction de distribution de probabilité est :

```
            x ** (alpha - 1) * math.exp(-x / beta)
pdf(x) =  --------------------------------------
            math.gamma(alpha) * beta ** alpha
```

`random.`**`gauss`**`(`*mu*, *sigma*`)`
Distribution gaussienne. *mu* est la moyenne et *sigma* est la écart type. C'est légèrement plus rapide que la fonction *`normalvariate()`* définie ci-dessous.

`random.`**`lognormvariate`**`(`*mu*, *sigma*`)`
Logarithme de la distribution normale. Si vous prenez le logarithme naturel de cette distribution, vous obtiendrez une distribution normale avec *mu* moyen et écart-type *sigma*. *mu* peut avoir n'importe quelle valeur et *sigma* doit être supérieur à zéro.

`random.`**`normalvariate`**`(`*mu*, *sigma*`)`
Distribution normale. *mu* est la moyenne et *sigma* est l'écart type.

`random.`**`vonmisesvariate`**`(`*mu*, *kappa*`)`
mu est l'angle moyen, exprimé en radians entre 0 et 2**pi*, et *kappa* est le paramètre de concentration, qui doit être supérieur ou égal à zéro. Si *kappa* est égal à zéro, cette distribution se réduit à un angle aléatoire uniforme sur la plage de 0 à 2**pi*.

`random.`**`paretovariate`**`(`*alpha*`)`
Distribution de Pareto. *alpha* est le paramètre de forme.

`random.`**`weibullvariate`**`(`*alpha*, *beta*`)`
Distribution de Weibull. *alpha* est le paramètre de l'échelle et *beta* est le paramètre de forme.

9.6.5 Générateur alternatif

class random.**Random**([*seed*])
Classe qui implémente le générateur de nombres pseudo-aléatoires par défaut utilisé par le module *random*.

class random.**SystemRandom**([*seed*])
Classe qui utilise la fonction *os.urandom()* pour générer des nombres aléatoires à partir de sources fournies par le système d'exploitation. Non disponible sur tous les systèmes. Ne repose pas sur un état purement logiciel et les séquences ne sont pas reproductibles. Par conséquent, la méthode *seed()* n'a aucun effet et est ignorée. Les méthodes *getstate()* et *setstate()* lèvent *NotImplementedError* si vous les appelez.

9.6.6 Remarques sur la reproductibilité

Il est parfois utile de pouvoir reproduire les séquences données par un générateur de nombres pseudo-aléatoires. En réutilisant la même graine, la même séquence devrait être reproductible d'une exécution à l'autre tant que plusieurs processus ne sont pas en cours.

La plupart des algorithmes et des fonctions de génération de graine du module aléatoire sont susceptibles d'être modifiés d'une version à l'autre de Python, mais deux aspects sont garantis de ne pas changer :

— Si une nouvelle méthode de génération de graine est ajoutée, une fonction rétro-compatible sera offerte.
— La méthode `random()` du générateur continuera à produire la même séquence lorsque la fonction de génération de graine compatible recevra la même semence.

9.6.7 Exemples et recettes

Exemples de base :

```
>>> random()                            # Random float:  0.0 <= x < 1.0
0.37444887175646646

>>> uniform(2.5, 10.0)                  # Random float:  2.5 <= x < 10.0
3.1800146073117523

>>> expovariate(1 / 5)                  # Interval between arrivals averaging 5␣
↪seconds
5.148957571865031

>>> randrange(10)                       # Integer from 0 to 9 inclusive
7

>>> randrange(0, 101, 2)                # Even integer from 0 to 100 inclusive
26

>>> choice(['win', 'lose', 'draw'])     # Single random element from a sequence
'draw'

>>> deck = 'ace two three four'.split()
>>> shuffle(deck)                       # Shuffle a list
>>> deck
['four', 'two', 'ace', 'three']

>>> sample([10, 20, 30, 40, 50], k=4)   # Four samples without replacement
[40, 10, 50, 30]
```

Simulations :

```
>>> # Six roulette wheel spins (weighted sampling with replacement)
>>> choices(['red', 'black', 'green'], [18, 18, 2], k=6)
['red', 'green', 'black', 'black', 'red', 'black']
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
>>> # Deal 20 cards without replacement from a deck of 52 playing cards
>>> # and determine the proportion of cards with a ten-value
>>> # (a ten, jack, queen, or king).
>>> deck = collections.Counter(tens=16, low_cards=36)
>>> seen = sample(list(deck.elements()), k=20)
>>> seen.count('tens') / 20
0.15

>>> # Estimate the probability of getting 5 or more heads from 7 spins
>>> # of a biased coin that settles on heads 60% of the time.
>>> def trial():
...     return choices('HT', cum_weights=(0.60, 1.00), k=7).count('H') >= 5
...
>>> sum(trial() for i in range(10000)) / 10000
0.4169

>>> # Probability of the median of 5 samples being in middle two quartiles
>>> def trial():
...     return 2500 <= sorted(choices(range(10000), k=5))[2] < 7500
...
>>> sum(trial() for i in range(10000)) / 10000
0.7958
```

Exemple de *bootstrapping* statistique utilisant le ré-échantillonnage avec remise pour estimer un intervalle de confiance pour la moyenne d'un échantillon de taille cinq :

```
# http://statistics.about.com/od/Applications/a/Example-Of-Bootstrapping.htm
from statistics import mean
from random import choices

data = 1, 2, 4, 4, 10
means = sorted(mean(choices(data, k=5)) for i in range(20))
print(f'The sample mean of {mean(data):.1f} has a 90% confidence '
      f'interval from {means[1]:.1f} to {means[-2]:.1f}')
```

Exemple d'un *resampling permutation test* pour déterminer la signification statistique ou valeur p d'une différence observée entre les effets d'un médicament et ceux d'un placebo :

```
# Example from "Statistics is Easy" by Dennis Shasha and Manda Wilson
from statistics import mean
from random import shuffle

drug = [54, 73, 53, 70, 73, 68, 52, 65, 65]
placebo = [54, 51, 58, 44, 55, 52, 42, 47, 58, 46]
observed_diff = mean(drug) - mean(placebo)

n = 10000
count = 0
combined = drug + placebo
for i in range(n):
    shuffle(combined)
    new_diff = mean(combined[:len(drug)]) - mean(combined[len(drug):])
    count += (new_diff >= observed_diff)

print(f'{n} label reshufflings produced only {count} instances with a difference')
print(f'at least as extreme as the observed difference of {observed_diff:.1f}.')
print(f'The one-sided p-value of {count / n:.4f} leads us to reject the null')
print(f'hypothesis that there is no difference between the drug and the placebo.')
```

Simulation des heures d'arrivée et des livraisons de services dans une seule file d'attente de serveurs :

```
from random import expovariate, gauss
from statistics import mean, median, stdev

average_arrival_interval = 5.6
average_service_time = 5.0
stdev_service_time = 0.5

num_waiting = 0
arrivals = []
starts = []
arrival = service_end = 0.0
for i in range(20000):
    if arrival <= service_end:
        num_waiting += 1
        arrival += expovariate(1.0 / average_arrival_interval)
        arrivals.append(arrival)
    else:
        num_waiting -= 1
        service_start = service_end if num_waiting else arrival
        service_time = gauss(average_service_time, stdev_service_time)
        service_end = service_start + service_time
        starts.append(service_start)

waits = [start - arrival for arrival, start in zip(arrivals, starts)]
print(f'Mean wait: {mean(waits):.1f}.  Stdev wait: {stdev(waits):.1f}.')
print(f'Median wait: {median(waits):.1f}.  Max wait: {max(waits):.1f}.')
```

Voir aussi :

Statistics for Hackers un tutoriel vidéo par Jake Vanderplas sur l'analyse statistique en utilisant seulement quelques concepts fondamentaux dont la simulation, l'échantillonnage, le brassage et la validation croisée.

Economics Simulation simulation d'un marché par Peter Norvig qui montre l'utilisation efficace de plusieurs des outils et distributions fournis par ce module (*gauss*, *uniform*, *sample*, *betavariate*, *choice*, *triangular*, et *randrange*).

A Concrete Introduction to Probability (using Python) un tutoriel par Peter Norvig couvrant les bases de la théorie des probabilités, comment écrire des simulations, et comment effectuer des analyses de données avec Python.

9.7 `statistics` — Fonctions mathématiques pour les statistiques

Nouveau dans la version 3.4.

Code source : Lib/statistics.py

This module provides functions for calculating mathematical statistics of numeric (`Real`-valued) data.

Note : Unless explicitly noted otherwise, these functions support *`int`*, *`float`*, *`decimal.Decimal`* and *`fractions.Fraction`*. Behaviour with other types (whether in the numeric tower or not) is currently unsupported. Mixed types are also undefined and implementation-dependent. If your input data consists of mixed types, you may be able to use *`map()`* to ensure a consistent result, e.g. `map(float, input_data)`.

9.7.1 Moyennes et mesures de la tendance centrale

Ces fonctions calculent une moyenne ou une valeur typique à partir d'une population ou d'un échantillon.

mean()	Moyenne arithmétique des données.
harmonic_mean()	Moyenne harmonique des données.
median()	Médiane (valeur centrale) des données.
median_low()	Médiane basse des données.
median_high()	Médiane haute des données.
median_grouped()	Médiane de données groupées, calculée comme le 50e percentile.
mode()	Mode (most common value) of discrete data.

9.7.2 Mesures de la dispersion

Ces fonctions mesurent la tendance de la population ou d'un échantillon à dévier des valeurs typiques ou des valeurs moyennes.

pstdev()	Écart-type de la population.
pvariance()	Variance de la population.
stdev()	Écart-type d'un échantillon.
variance()	Variance d'un échantillon.

9.7.3 Détails des fonctions

Note : les fonctions ne requièrent pas que les données soient ordonnées. Toutefois, pour en faciliter la lecture, les exemples utiliseront des séquences croissantes.

`statistics.`**`mean`**(*data*)

Return the sample arithmetic mean of *data* which can be a sequence or iterator.

La moyenne arithmétique est la somme des valeurs divisée par le nombre d'observations. Il s'agit de la valeur couramment désignée comme la « moyenne » bien qu'il existe de multiples façons de définir mathématiquement la moyenne. C'est une mesure de la tendance centrale des données.

Une erreur *StatisticsError* est levée si *data* est vide.

Exemples d'utilisation :

```
>>> mean([1, 2, 3, 4, 4])
2.8
>>> mean([-1.0, 2.5, 3.25, 5.75])
2.625

>>> from fractions import Fraction as F
>>> mean([F(3, 7), F(1, 21), F(5, 3), F(1, 3)])
Fraction(13, 21)

>>> from decimal import Decimal as D
>>> mean([D("0.5"), D("0.75"), D("0.625"), D("0.375")])
Decimal('0.5625')
```

Note : The mean is strongly affected by outliers and is not a robust estimator for central location : the mean is not necessarily a typical example of the data points. For more robust, although less efficient, measures of central location, see *median()* and *mode()*. (In this case, "efficient" refers to statistical efficiency rather than computational efficiency.)

The sample mean gives an unbiased estimate of the true population mean, which means that, taken on average over all the possible samples, `mean(sample)` converges on the true mean of the entire population. If *data*

represents the entire population rather than a sample, then `mean(data)` is equivalent to calculating the true population mean μ.

`statistics.`**`harmonic_mean`**(*data*)

Return the harmonic mean of *data*, a sequence or iterator of real-valued numbers.

The harmonic mean, sometimes called the subcontrary mean, is the reciprocal of the arithmetic *mean()* of the reciprocals of the data. For example, the harmonic mean of three values *a*, *b* and *c* will be equivalent to `3/(1/a + 1/b + 1/c)`.

The harmonic mean is a type of average, a measure of the central location of the data. It is often appropriate when averaging quantities which are rates or ratios, for example speeds. For example :

Supposons qu'un investisseur achète autant de parts dans trois compagnies chacune de ratio cours sur bénéfices (*P/E*) 2,5, 3 et 10. Quel est le ratio cours sur bénéfices moyen du portefeuille de l'investisseur ?

```
>>> harmonic_mean([2.5, 3, 10])  # For an equal investment portfolio.
3.6
```

Using the arithmetic mean would give an average of about 5.167, which is too high.

Une erreur *StatisticsError* est levée si *data* est vide ou si l'un de ses éléments est inférieur à zéro.

Nouveau dans la version 3.6.

`statistics.`**`median`**(*data*)

Return the median (middle value) of numeric data, using the common "mean of middle two" method. If *data* is empty, *StatisticsError* is raised. *data* can be a sequence or iterator.

The median is a robust measure of central location, and is less affected by the presence of outliers in your data. When the number of data points is odd, the middle data point is returned :

```
>>> median([1, 3, 5])
3
```

Lorsque le nombre d'observations est pair, la médiane est interpolée en calculant la moyenne des deux valeurs du milieu :

```
>>> median([1, 3, 5, 7])
4.0
```

Cette approche est adaptée à des données discrètes à condition que vous acceptiez que la médiane ne fasse pas nécessairement partie des observations.

If your data is ordinal (supports order operations) but not numeric (doesn't support addition), you should use *median_low()* or *median_high()* instead.

Voir aussi :

median_low(), *median_high()*, *median_grouped()*

`statistics.`**`median_low`**(*data*)

Return the low median of numeric data. If *data* is empty, *StatisticsError* is raised. *data* can be a sequence or iterator.

La médiane basse est toujours une valeur représentée dans les données. Lorsque le nombre d'observations est impair, la valeur du milieu est renvoyée. Sinon, la plus petite des deux valeurs du milieu est renvoyée.

```
>>> median_low([1, 3, 5])
3
>>> median_low([1, 3, 5, 7])
3
```

Utilisez la médiane basse lorsque vos données sont discrètes et que vous préférez que la médiane soit une valeur représentée dans vos observations plutôt que le résultat d'une interpolation.

`statistics.`**`median_high`**(*data*)

Return the high median of data. If *data* is empty, *StatisticsError* is raised. *data* can be a sequence or iterator.

La médiane haute est toujours une valeur représentée dans les données. Lorsque le nombre d'observations est impair, la valeur du milieu est renvoyée. Sinon, la plus grande des deux valeurs du milieu est renvoyée.

```
>>> median_high([1, 3, 5])
3
>>> median_high([1, 3, 5, 7])
5
```

Utilisez la médiane haute lorsque vos données sont discrètes et que vous préférez que la médiane soit une valeur représentée dans vos observations plutôt que le résultat d'une interpolation.

`statistics.`**`median_grouped`**(*data*, *interval=1*)

Return the median of grouped continuous data, calculated as the 50th percentile, using interpolation. If *data* is empty, `StatisticsError` is raised. *data* can be a sequence or iterator.

```
>>> median_grouped([52, 52, 53, 54])
52.5
```

Dans l'exemple ci-dessous, les valeurs sont arrondies de sorte que chaque valeur représente le milieu d'un groupe. Par exemple 1 est le milieu du groupe 0,5 - 1, 2 est le milieu du groupe 1,5 - 2,5, 3 est le milieu de 2,5 - 3,5, etc. Compte-tenu des valeurs ci-dessous, la valeur centrale se situe quelque part dans le groupe 3,5 - 4,5 et est estimée par interpolation :

```
>>> median_grouped([1, 2, 2, 3, 4, 4, 4, 4, 4, 5])
3.7
```

L'argument optionnel *interval* représente la largeur de l'intervalle des groupes (par défaut, 1). Changer l'intervalle des groupes change bien sûr l'interpolation :

```
>>> median_grouped([1, 3, 3, 5, 7], interval=1)
3.25
>>> median_grouped([1, 3, 3, 5, 7], interval=2)
3.5
```

Cette fonction ne vérifie pas que les valeurs sont bien séparées d'au moins une fois *interval*.

CPython implementation detail : Sous certaines conditions, `median_grouped()` peut convertir les valeurs en nombres à virgule flottante. Ce comportement est susceptible de changer dans le futur.

Voir aussi :

— *Statistics for the Behavioral Sciences*, Frederick J Gravetter et Larry B Wallnau (8e édition, ouvrage en anglais).

— La fonction SSMEDIAN du tableur Gnome Gnumeric ainsi que cette discussion.

`statistics.`**`mode`**(*data*)

Return the most common data point from discrete or nominal *data*. The mode (when it exists) is the most typical value, and is a robust measure of central location.

If *data* is empty, or if there is not exactly one most common value, `StatisticsError` is raised.

`mode` assumes discrete data, and returns a single value. This is the standard treatment of the mode as commonly taught in schools :

```
>>> mode([1, 1, 2, 3, 3, 3, 3, 4])
3
```

The mode is unique in that it is the only statistic which also applies to nominal (non-numeric) data :

```
>>> mode(["red", "blue", "blue", "red", "green", "red", "red"])
'red'
```

`statistics.`**`pstdev`**(*data*, *mu=None*)

Renvoie l'écart-type de la population (racine carrée de la variance de la population). Voir `pvariance()` pour les arguments et d'autres précisions.

```
>>> pstdev([1.5, 2.5, 2.5, 2.75, 3.25, 4.75])
0.986893273527251
```

`statistics.`**`pvariance`**(*data*, *mu=None*)

Return the population variance of *data*, a non-empty iterable of real-valued numbers. Variance, or second

moment about the mean, is a measure of the variability (spread or dispersion) of data. A large variance indicates that the data is spread out; a small variance indicates it is clustered closely around the mean.

If the optional second argument *mu* is given, it should be the mean of *data*. If it is missing or `None` (the default), the mean is automatically calculated.

Utilisez cette fonction pour calculer la variance sur une population complète. Pour estimer la variance à partir d'un échantillon, utilisez plutôt *variance()* à la place.

Lève une erreur *StatisticsError* si *data* est vide.

Exemples :

```
>>> data = [0.0, 0.25, 0.25, 1.25, 1.5, 1.75, 2.75, 3.25]
>>> pvariance(data)
1.25
```

Si vous connaissez la moyenne de vos données, il est possible de la passer comme argument optionnel *mu* lors de l'appel de fonction pour éviter de la calculer une nouvelle fois :

```
>>> mu = mean(data)
>>> pvariance(data, mu)
1.25
```

This function does not attempt to verify that you have passed the actual mean as *mu*. Using arbitrary values for *mu* may lead to invalid or impossible results.

La fonction gère les nombres décimaux et les fractions :

```
>>> from decimal import Decimal as D
>>> pvariance([D("27.5"), D("30.25"), D("30.25"), D("34.5"), D("41.75")])
Decimal('24.815')

>>> from fractions import Fraction as F
>>> pvariance([F(1, 4), F(5, 4), F(1, 2)])
Fraction(13, 72)
```

Note : Cette fonction renvoie la variance de la population σ^2 lorsqu'elle est appliquée sur la population entière. Si elle est appliquée seulement sur un échantillon, le résultat est alors la variance de l'échantillon s^2 ou variance à N degrés de liberté.

If you somehow know the true population mean μ, you may use this function to calculate the variance of a sample, giving the known population mean as the second argument. Provided the data points are representative (e.g. independent and identically distributed), the result will be an unbiased estimate of the population variance.

`statistics.`**`stdev`**(*data*, *xbar=None*)

Renvoie l'écart-type de l'échantillon (racine carrée de la variance de l'échantillon). Voir *variance()* pour les arguments et plus de détails.

```
>>> stdev([1.5, 2.5, 2.5, 2.75, 3.25, 4.75])
1.0810874155219827
```

`statistics.`**`variance`**(*data*, *xbar=None*)

Renvoie la variance de l'échantillon *data*, un itérable d'au moins deux valeurs réelles. La variance, ou moment de second ordre, est une mesure de la variabilité (ou dispersion) des données. Une variance élevée indique que les données sont très dispersées; une variance faible indique que les valeurs sont resserrées autour de la moyenne.

Si le second argument optionnel *xbar* est spécifié, celui-ci doit correspondre à la moyenne de *data*. S'il n'est pas spécifié ou `None` (par défaut), la moyenne est automatiquement calculée.

Utilisez cette fonction lorsque vos données forment un échantillon d'une population plus grande. Pour calculer la variance d'une population complète, utilisez *pvariance()*.

Lève une erreur *StatisticsError* si *data* contient moins de deux éléments.

Exemples :

```
>>> data = [2.75, 1.75, 1.25, 0.25, 0.5, 1.25, 3.5]
>>> variance(data)
1.3720238095238095
```

Si vous connaissez la moyenne de vos données, il est possible de la passer comme argument optionnel *xbar* lors de l'appel de fonction pour éviter de la calculer une nouvelle fois :

```
>>> m = mean(data)
>>> variance(data, m)
1.3720238095238095
```

Cette fonction ne vérifie pas que la valeur passée dans l'argument *xbar* correspond bien à la moyenne. Utiliser des valeurs arbitraires pour *xbar* produit des résultats impossibles ou incorrects.

La fonction gère les nombres décimaux et les fractions :

```
>>> from decimal import Decimal as D
>>> variance([D("27.5"), D("30.25"), D("30.25"), D("34.5"), D("41.75")])
Decimal('31.01875')

>>> from fractions import Fraction as F
>>> variance([F(1, 6), F(1, 2), F(5, 3)])
Fraction(67, 108)
```

Note : Cela correspond à la variance s^2 de l'échantillon avec correction de Bessel (ou variance à N-1 degrés de liberté). En supposant que les observations sont représentatives de la population (c'est-à-dire indépendantes et identiquement distribuées), alors le résultat est une estimation non biaisée de la variance.

Si vous connaissez d'avance la vraie moyenne μ de la population, vous devriez la passer à *pvariance()* comme paramètre *mu* pour obtenir la variance de l'échantillon.

9.7.4 Exceptions

Une seule exception est définie :

exception statistics.**StatisticsError**
Sous-classe de *ValueError* pour les exceptions liées aux statistiques.

CHAPITRE 10

Modules de programmation fonctionnelle

Les modules décrits dans ce chapitre fournissent des fonctions et des classes permettant d'adopter un style fonctionnel, ainsi que des manipulations sur des appelables.

Les modules suivants sont documentés dans ce chapitre :

10.1 `itertools` — Fonctions créant des itérateurs pour boucler efficacement

Ce module implémente de nombreuses briques *d'itérateurs* inspirées par des éléments de APL, Haskell et SML. Toutes ont été retravaillées dans un format adapté à Python.

Ce module standardise un ensemble de base d'outils rapides et efficaces en mémoire qui peuvent être utilisés individuellement ou en les combinant. Ensemble, ils forment une « algèbre d'itérateurs » rendant possible la construction rapide et efficace d'outils spécialisés en Python.

Par exemple, SML fournit un outil de tabulation `tabulate(f)` qui produit une séquence `f(0), f(1), ...`. Le même résultat peut être obtenu en Python en combinant *`map()`* et *`count()`* pour former `map(f, count())`.

Ces outils et leurs équivalents natifs fonctionnent également bien avec les fonctions optimisées du module *`operator`*. Par exemple, l'opérateur de multiplication peut être appliqué à deux vecteurs pour créer un produit scalaire efficace : `sum(map(operator.mul, vecteur1, vecteur2))`.

Itérateurs infinis :

Itérateur	Arguments	Résultats	Exemple
`count()`	start, [step]	start, start+step, start+2*step, ...	`count(10) --> 10 11 12 13 14 ...`
`cycle()`	p	p0, p1, ... plast, p0, p1, ...	`cycle('ABCD') --> A B C D A B C D ...`
`repeat()`	elem [,n]	*elem*, *elem*, *elem*, ... à l'infini ou jusqu'à n fois	`repeat(10, 3) --> 10 10 10`

Itérateurs se terminant par la séquence d'entrée la plus courte :

Itérateur	Arguments	Résultats	Exemple
accumulate()	p [,func]	p0, p0+p1, p0+p1+p2, ...	`accumulate([1,2,3,4,5]) --> 1 3 6 10 15`
chain()	p, q, ...	p0, p1, ... plast, q0, q1, ...	`chain('ABC', 'DEF') --> A B C D E F`
chain.from_iterable()	itérable	p0, p1, ... plast, q0, q1, ...	`chain.from_iterable(['ABC', 'DEF']) --> A B C D E F`
compress()	data, selectors	(d[0] if s[0]), (d[1] if s[1]), ...	`compress('ABCDEF', [1,0,1,0,1,1]) --> A C E F`
dropwhile()	pred, seq	`seq[n]`, `seq[n+1]`, commençant quand *pred* échoue	`dropwhile(lambda x: x<5, [1,4,6,4,1]) --> 6 4 1`
filterfalse()	pred, seq	éléments de *seq* pour lesquels *pred(elem)* est faux	`filterfalse(lambda x: x%2, range(10)) --> 0 2 4 6 8`
groupby()	iterable[, key]	sous-itérateurs groupés par la valeur de *key(v)*	
islice()	seq, [start,] stop [, step]	éléments de `seq[start:stop:step]`	`islice('ABCDEFG', 2, None) --> C D E F G`
starmap()	func, seq	func(*seq[0]), func(*seq[1]), ...	`starmap(pow, [(2,5), (3,2), (10,3)]) --> 32 9 1000`
takewhile()	pred, seq	`seq[0]`, `seq[1]`, jusqu'à ce que *pred* échoue	`takewhile(lambda x: x<5, [1,4,6,4,1]) --> 1 4`
tee()	it, n	*it1*, *it2*, ... *itn* sépare un itérateur en *n*	
zip_longest()	p, q, ...	(p[0], q[0]), (p[1], q[1]), ...	`zip_longest('ABCD', 'xy', fillvalue='-') --> Ax By C- D-`

Itérateurs combinatoires :

Itérateur	Arguments	Résultats
product()	p, q, ... [repeat=1]	produit cartésien, équivalent à une boucle *for* imbriquée
permutations()	p[, r]	n-uplets de longueur r, tous les ré-arrangements possibles, sans répétition d'éléments
combinations()	p, r	n-uplets de longueur r, ordonnés, sans répétition d'éléments
combinations_with_replacement()	p, r	n-uplets de longueur r, ordonnés, avec répétition d'éléments
`product('ABCD', repeat=2)`		`AA AB AC AD BA BB BC BD CA CB CC CD DA DB DC DD`
`permutations('ABCD', 2)`		`AB AC AD BA BC BD CA CB CD DA DB DC`
`combinations('ABCD', 2)`		`AB AC AD BC BD CD`
`combinations_with_replacement('ABCD', 2)`		`AA AB AC AD BB BC BD CC CD DD`

10.1.1 Fonctions d'*itertool*

Toutes les fonctions du module qui suivent construisent et renvoient des itérateurs. Certaines produisent des flux de longueur infinie ; celles-ci ne doivent donc être contrôlées que par des fonctions ou boucles qui interrompent le flux.

itertools.**accumulate**(*iterable*[, *func*])

Créer un itérateur qui renvoie les sommes accumulées, ou les résultats accumulés d'autres fonctions binaires (spécifiées par l'argument optionnel *func*). Si *func* est renseigné, il doit être une fonction à deux arguments. Les éléments de l'itérable d'entrée peuvent être de n'importe quel type qui peuvent être acceptés comme arguments de *func*. (Par exemple, avec l'opération par défaut d'addition, les éléments peuvent être de n'importe quel type additionnable incluant *Decimal* ou *Fraction*.) Si l'itérable d'entrée est vide, l'itérable de sortie sera aussi vide.

À peu près équivalent à :

```
def accumulate(iterable, func=operator.add):
    'Return running totals'
    # accumulate([1,2,3,4,5]) --> 1 3 6 10 15
    # accumulate([1,2,3,4,5], operator.mul) --> 1 2 6 24 120
    it = iter(iterable)
    try:
        total = next(it)
    except StopIteration:
        return
    yield total
    for element in it:
        total = func(total, element)
        yield total
```

Il y a de nombreuses utilisations à l'argument *func*. Celui-ci peut être *min()* pour calculer un minimum glissant, *max()* pour un maximum glissant ou *operator.mul()* pour un produit glissant. Des tableaux de remboursements peuvent être construits en ajoutant les intérêts et en soustrayant les paiements. Des suites par récurrence de premier ordre peuvent être modélisées en en passant la valeur initiale dans *iterable* et en n'utilisant que le premier argument de *func*, qui contient le résultat des évaluations précédentes :

```
>>> data = [3, 4, 6, 2, 1, 9, 0, 7, 5, 8]
>>> list(accumulate(data, operator.mul))     # running product
[3, 12, 72, 144, 144, 1296, 0, 0, 0, 0]
>>> list(accumulate(data, max))              # running maximum
[3, 4, 6, 6, 6, 9, 9, 9, 9, 9]

# Amortize a 5% loan of 1000 with 4 annual payments of 90
>>> cashflows = [1000, -90, -90, -90, -90]
>>> list(accumulate(cashflows, lambda bal, pmt: bal*1.05 + pmt))
[1000, 960.0, 918.0, 873.9000000000001, 827.5950000000001]

# Chaotic recurrence relation https://en.wikipedia.org/wiki/Logistic_map
>>> logistic_map = lambda x, _:  r * x * (1 - x)
>>> r = 3.8
>>> x0 = 0.4
>>> inputs = repeat(x0, 36)     # only the initial value is used
>>> [format(x, '.2f') for x in accumulate(inputs, logistic_map)]
['0.40', '0.91', '0.30', '0.81', '0.60', '0.92', '0.29', '0.79', '0.63',
 '0.88', '0.39', '0.90', '0.33', '0.84', '0.52', '0.95', '0.18', '0.57',
 '0.93', '0.25', '0.71', '0.79', '0.63', '0.88', '0.39', '0.91', '0.32',
 '0.83', '0.54', '0.95', '0.20', '0.60', '0.91', '0.30', '0.80', '0.60']
```

Voir *functools.reduce()* pour une fonction similaire qui ne renvoie que la valeur accumulée finale.

Nouveau dans la version 3.2.

Modifié dans la version 3.3 : Ajout du paramètre optionnel *func*.

itertools.**chain**(**iterables*)

Crée un itérateur qui renvoie les éléments du premier itérable jusqu'à son épuisement, puis continue avec

l'itérable suivant jusqu'à ce que tous les itérables soient épuisés. Utilisée pour traiter des séquences consécutives comme une seule séquence. À peu près équivalent à :

```
def chain(*iterables):
    # chain('ABC', 'DEF') --> A B C D E F
    for it in iterables:
        for element in it:
            yield element
```

classmethod chain.**from_iterable**(*iterable*)

Constructeur alternatif pour *chain()*. Récupère des entrées chaînées depuis un unique itérable passé en argument, qui est évalué de manière paresseuse. À peu près équivalent à :

```
def from_iterable(iterables):
    # chain.from_iterable(['ABC', 'DEF']) --> A B C D E F
    for it in iterables:
        for element in it:
            yield element
```

itertools.**combinations**(*iterable*, *r*)

Renvoie les combinaisons de longueur *r* de *iterable*.

Les combinaisons sont produites dans l'ordre lexicographique. Ainsi, si l'itérable *iterable* est ordonné, les n-uplets de combinaison produits le sont aussi.

Les éléments sont considérés comme uniques en fonction de leur position, et non pas de leur valeur. Ainsi, si les éléments en entrée sont uniques, il n'y aura pas de valeurs répétées dans chaque combinaison.

À peu près équivalent à :

```
def combinations(iterable, r):
    # combinations('ABCD', 2) --> AB AC AD BC BD CD
    # combinations(range(4), 3) --> 012 013 023 123
    pool = tuple(iterable)
    n = len(pool)
    if r > n:
        return
    indices = list(range(r))
    yield tuple(pool[i] for i in indices)
    while True:
        for i in reversed(range(r)):
            if indices[i] != i + n - r:
                break
        else:
            return
        indices[i] += 1
        for j in range(i+1, r):
            indices[j] = indices[j-1] + 1
        yield tuple(pool[i] for i in indices)
```

Un appel à *combinations()* peut aussi être vu comme à un appel à *permutations()* en excluant les sorties dans lesquelles les éléments ne sont pas ordonnés (avec la même relation d'ordre que pour l'entrée) :

```
def combinations(iterable, r):
    pool = tuple(iterable)
    n = len(pool)
    for indices in permutations(range(n), r):
        if sorted(indices) == list(indices):
            yield tuple(pool[i] for i in indices)
```

Le nombre d'éléments renvoyés est `n! / r! / (n-r)!` quand `0 <= r <= n` ou zéro quand `r > n`.

itertools.**combinations_with_replacement**(*iterable*, *r*)

Renvoyer les sous-séquences de longueur *r* des éléments de l'itérable *iterable* d'entrée, permettant aux éléments individuels d'être répétés plus d'une fois.

Les combinaisons sont produites dans l'ordre lexicographique. Ainsi, si l'itérable *iterable* est ordonné, les n-uplets de combinaison produits le sont aussi.

Les éléments sont considérés comme uniques en fonction de leur position, et non pas de leur valeur. Ainsi si les éléments d'entrée sont uniques, les combinaisons générées seront aussi uniques.

À peu près équivalent à :

```
def combinations_with_replacement(iterable, r):
    # combinations_with_replacement('ABC', 2) --> AA AB AC BB BC CC
    pool = tuple(iterable)
    n = len(pool)
    if not n and r:
        return
    indices = [0] * r
    yield tuple(pool[i] for i in indices)
    while True:
        for i in reversed(range(r)):
            if indices[i] != n - 1:
                break
        else:
            return
        indices[i:] = [indices[i] + 1] * (r - i)
        yield tuple(pool[i] for i in indices)
```

Un appel à *combinations_with_replacement()* peut aussi être vu comme un appel à *product()* en excluant les sorties dans lesquelles les éléments ne sont pas dans ordonnés (avec la même relation d'ordre que pour l'entrée) :

```
def combinations_with_replacement(iterable, r):
    pool = tuple(iterable)
    n = len(pool)
    for indices in product(range(n), repeat=r):
        if sorted(indices) == list(indices):
            yield tuple(pool[i] for i in indices)
```

Le nombre d'éléments renvoyés est `(n+r-1)! / r! / (n-1)!` quand `n > 0`.

Nouveau dans la version 3.1.

itertools.**compress**(*data*, *selectors*)

Crée un itérateur qui filtre les éléments de *data*, en ne renvoyant que ceux dont l'élément correspondant dans *selectors* s'évalue à `True`. S'arrête quand l'itérable *data* ou *selectors* a été épuisé. À peu près équivalent à :

```
def compress(data, selectors):
    # compress('ABCDEF', [1,0,1,0,1,1]) --> A C E F
    return (d for d, s in zip(data, selectors) if s)
```

Nouveau dans la version 3.1.

itertools.**count**(*start=0*, *step=1*)

Crée un itérateur qui renvoie des valeurs espacées régulièrement, en commençant par le nombre *start*. Souvent utilisé comme un argument de *map()* pour générer des points de données consécutifs. Aussi utilisé avec *zip()* pour ajouter des nombres de séquence. À peu près équivalent à :

```
def count(start=0, step=1):
    # count(10) --> 10 11 12 13 14 ...
    # count(2.5, 0.5) -> 2.5 3.0 3.5 ...
    n = start
    while True:
        yield n
        n += step
```

Pour compter avec des nombres à virgule flottante, il est parfois préférable d'utiliser le code : `(start + step * i for i in count())` pour obtenir une meilleure précision.

Modifié dans la version 3.1 : Ajout de l'argument *step* et ajout du support pour les arguments non-entiers.

itertools.**cycle**(*iterable*)

Crée un itérateur qui renvoie les éléments de l'itérable en en sauvegardant une copie. Quand l'itérable est épuisé, renvoie les éléments depuis la sauvegarde. Répète à l'infini. À peu près équivalent à :

```
def cycle(iterable):
    # cycle('ABCD') --> A B C D A B C D A B C D ...
    saved = []
    for element in iterable:
        yield element
        saved.append(element)
    while saved:
        for element in saved:
              yield element
```

Note, cette fonction peut avoir besoin d'un stockage auxiliaire important (en fonction de la longueur de l'itérable).

itertools.**dropwhile**(*predicate*, *iterable*)

Crée un itérateur qui saute les éléments de l'itérable tant que le prédicat est vrai ; renvoie ensuite chaque élément. Notez que l'itérateur ne produit *aucune* sortie avant que le prédicat ne devienne faux, il peut donc avoir un temps de démarrage long. À peu près équivalent à :

```
def dropwhile(predicate, iterable):
    # dropwhile(lambda x: x<5, [1,4,6,4,1]) --> 6 4 1
    iterable = iter(iterable)
    for x in iterable:
        if not predicate(x):
            yield x
            break
    for x in iterable:
        yield x
```

itertools.**filterfalse**(*predicate*, *iterable*)

Crée un itérateur qui filtre les éléments de *iterable*, ne renvoyant seulement ceux pour lesquels le prédicat est `False`. Si *predicate* vaut `None`, renvoie les éléments qui sont faux. À peu près équivalent à :

```
def filterfalse(predicate, iterable):
    # filterfalse(lambda x: x%2, range(10)) --> 0 2 4 6 8
    if predicate is None:
        predicate = bool
    for x in iterable:
        if not predicate(x):
            yield x
```

itertools.**groupby**(*iterable*, *key=None*)

Crée un itérateur qui renvoie les clés et les groupes de l'itérable *iterable*. La clé *key* est une fonction qui génère une clé pour chaque élément. Si *key* n'est pas spécifiée ou est `None`, elle vaut par défaut une fonction d'identité qui renvoie l'élément sans le modifier. Généralement, l'itérable a besoin d'avoir ses éléments déjà classés selon cette même fonction de clé.

L'opération de *groupby()* est similaire au filtre `uniq` dans Unix. Elle génère un nouveau groupe à chaque fois que la valeur de la fonction *key* change (ce pourquoi il est souvent nécessaire d'avoir trié les données selon la même fonction de clé). Ce comportement est différent de celui de GROUP BY de SQL qui agrège les éléments sans prendre compte de leur ordre d'entrée.

Le groupe renvoyé est lui-même un itérateur qui partage l'itérable sous-jacent avec *groupby()*. Puisque que la source est partagée, quand l'objet *groupby()* est avancé, le groupe précédent n'est plus visible. Ainsi, si cette donnée doit être utilisée plus tard, elle doit être stockée comme une liste :

```
groups = []
uniquekeys = []
data = sorted(data, key=keyfunc)
for k, g in groupby(data, keyfunc):
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
    groups.append(list(g))      # Store group iterator as a list
    uniquekeys.append(k)
```

groupby() est à peu près équivalente à :

```
class groupby:
    # [k for k, g in groupby('AAAABBBCCDAABBB')] --> A B C D A B
    # [list(g) for k, g in groupby('AAAABBBCCD')] --> AAAA BBB CC D
    def __init__(self, iterable, key=None):
        if key is None:
            key = lambda x: x
        self.keyfunc = key
        self.it = iter(iterable)
        self.tgtkey = self.currkey = self.currvalue = object()
    def __iter__(self):
        return self
    def __next__(self):
        self.id = object()
        while self.currkey == self.tgtkey:
            self.currvalue = next(self.it)    # Exit on StopIteration
            self.currkey = self.keyfunc(self.currvalue)
        self.tgtkey = self.currkey
        return (self.currkey, self._grouper(self.tgtkey, self.id))
    def _grouper(self, tgtkey, id):
        while self.id is id and self.currkey == tgtkey:
            yield self.currvalue
            try:
                self.currvalue = next(self.it)
            except StopIteration:
                return
            self.currkey = self.keyfunc(self.currvalue)
```

itertools.**islice**(*iterable*, *stop*)
itertools.**islice**(*iterable*, *start*, *stop*[, *step*])

Crée un itérateur qui renvoie les élément sélectionnés de l'itérable. Si *start* est différent de zéro, alors les éléments de l'itérable sont ignorés jusqu'à ce que *start* soit atteint. Ensuite, les éléments sont renvoyés consécutivement sauf si *step* est plus grand que 1, auquel cas certains éléments seront ignorés. Si *stop* est `None`, alors l'itération continue jusqu'à ce que l'itérateur soit épuisé s'il ne l'est pas déjà ; sinon, il s'arrête à la position spécifiée. À la différence des tranches standards, *slice()* ne gère pas les valeurs négatives pour *start*, *stop* ou *step*. Peut être utilisée pour extraire les champs consécutifs depuis des données dont la structure interne a été aplatie (par exemple, un rapport multi-lignes pourrait lister un nom de champ toutes les trois lignes). À peu près similaire à :

```
def islice(iterable, *args):
    # islice('ABCDEFG', 2) --> A B
    # islice('ABCDEFG', 2, 4) --> C D
    # islice('ABCDEFG', 2, None) --> C D E F G
    # islice('ABCDEFG', 0, None, 2) --> A C E G
    s = slice(*args)
    start, stop, step = s.start or 0, s.stop or sys.maxsize, s.step or 1
    it = iter(range(start, stop, step))
    try:
        nexti = next(it)
    except StopIteration:
        # Consume *iterable* up to the *start* position.
        for i, element in zip(range(start), iterable):
            pass
        return
    try:
        for i, element in enumerate(iterable):
            if i == nexti:
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
                yield element
                nexti = next(it)
    except StopIteration:
        # Consume to *stop*.
        for i, element in zip(range(i + 1, stop), iterable):
            pass
```

Si *start* vaut `None`, alors l'itération commence à zéro. Si *step* vaut `None`, alors le pas est à 1 par défaut.

`itertools.`**`permutations`**(*iterable*, *r=None*)

Renvoie les arrangements successifs de longueur *r* des éléments de *iterable*.

Si *r* n'est pas spécifié ou vaut `None`, alors *r* a pour valeur la longueur de *iterable* et toutes les permutations de longueur *r* possibles sont générées.

Les permutations sont émises dans l'ordre lexicographique. Ainsi, si l'itérable d'entrée *iterable* est classé, les n-uplets de permutation sont produits dans ce même ordre.

Les éléments sont considérés comme uniques en fonction de leur position, et non pas de leur valeur. Ainsi, si l'élément est unique, il n'y aura pas de valeurs répétées dans chaque permutation.

À peu près équivalent à :

```
def permutations(iterable, r=None):
    # permutations('ABCD', 2) --> AB AC AD BA BC BD CA CB CD DA DB DC
    # permutations(range(3)) --> 012 021 102 120 201 210
    pool = tuple(iterable)
    n = len(pool)
    r = n if r is None else r
    if r > n:
        return
    indices = list(range(n))
    cycles = list(range(n, n-r, -1))
    yield tuple(pool[i] for i in indices[:r])
    while n:
        for i in reversed(range(r)):
            cycles[i] -= 1
            if cycles[i] == 0:
                indices[i:] = indices[i+1:] + indices[i:i+1]
                cycles[i] = n - i
            else:
                j = cycles[i]
                indices[i], indices[-j] = indices[-j], indices[i]
                yield tuple(pool[i] for i in indices[:r])
                break
        else:
            return
```

Un appel à *`permutations()`* peut aussi être vu un appel à *`product()`* en excluant les sorties avec des doublons (avec la même relation d'ordre que pour l'entrée) :

```
def permutations(iterable, r=None):
    pool = tuple(iterable)
    n = len(pool)
    r = n if r is None else r
    for indices in product(range(n), repeat=r):
        if len(set(indices)) == r:
            yield tuple(pool[i] for i in indices)
```

Le nombre d'éléments renvoyés est `n! / (n-r)!` quand `0 <= r <= n` ou zéro quand `r > n`.

`itertools.`**`product`**(**iterables*, *repeat=1*)

Produit cartésien des itérables d'entrée.

À peu près équivalent à des boucles *for* imbriquées dans une expression de générateur. Par exemple `product(A, B)` renvoie la même chose que `((x, y) for x in A for y in B)`.

Les boucles imbriquées tournent comme un compteur kilométrique avec l'élément le plus à droite avançant à chaque itération. Ce motif défini un ordre lexicographique afin que, si les éléments des itérables en l'entrée sont ordonnés, les n-uplets produits le sont aussi.

Pour générer le produit d'un itérable avec lui-même, spécifiez le nombre de répétitions avec le paramètre nommé optionnel *repeat*. Par exemple, `product(A, repeat=4)` est équivalent à `product(A, A, A, A)`.

Cette fonction est à peu près équivalente au code suivant, à la différence près que la vraie implémentation ne crée pas de résultats intermédiaires en mémoire :

```
def product(*args, repeat=1):
    # product('ABCD', 'xy') --> Ax Ay Bx By Cx Cy Dx Dy
    # product(range(2), repeat=3) --> 000 001 010 011 100 101 110 111
    pools = [tuple(pool) for pool in args] * repeat
    result = [[]]
    for pool in pools:
        result = [x+[y] for x in result for y in pool]
    for prod in result:
        yield tuple(prod)
```

`itertools.`**`repeat`**(*object*[, *times*])

Crée un itérateur qui renvoie *object* à l'infini. S'exécute indéfiniment sauf si l'argument *times* est spécifié. Utilisée comme argument de *map()* pour les paramètres invariants de la fonction appelée. Aussi utilisée avec *zip()* pour créer une partie invariante d'un n-uplet.

À peu près équivalent à :

```
def repeat(object, times=None):
    # repeat(10, 3) --> 10 10 10
    if times is None:
        while True:
            yield object
    else:
        for i in range(times):
            yield object
```

Une utilisation courante de *repeat* est de fournir un flux constant de valeurs à *map* ou *zip* :

```
>>> list(map(pow, range(10), repeat(2)))
[0, 1, 4, 9, 16, 25, 36, 49, 64, 81]
```

`itertools.`**`starmap`**(*function*, *iterable*)

Crée un itérateur qui exécute la fonction avec les arguments obtenus depuis l'itérable. Utilisée à la place de *map()* quand les arguments sont déjà groupés en n-uplets depuis un seul itérable — la donnée a déjà été « pré-zippée ». La différence entre *map()* et *starmap()* est similaire à la différence entre `fonction(a,b)` et `fonction(*c)`. À peu près équivalent à :

```
def starmap(function, iterable):
    # starmap(pow, [(2,5), (3,2), (10,3)]) --> 32 9 1000
    for args in iterable:
        yield function(*args)
```

`itertools.`**`takewhile`**(*predicate*, *iterable*)

Crée un itérateur qui renvoie les éléments d'un itérable tant que le prédicat est vrai. À peu près équivalent à :

```
def takewhile(predicate, iterable):
    # takewhile(lambda x: x<5, [1,4,6,4,1]) --> 1 4
    for x in iterable:
        if predicate(x):
            yield x
        else:
            break
```

`itertools.`**`tee`**(*iterable*, *n=2*)

Renvoie *n* itérateurs indépendants depuis un unique itérable.

Le code Python qui suit aide à expliquer ce que fait *tee*, bien que la vraie implémentation soit plus complexe et n'utilise qu'une file FIFO.

À peu près équivalent à :

```
def tee(iterable, n=2):
    it = iter(iterable)
    deques = [collections.deque() for i in range(n)]
    def gen(mydeque):
        while True:
            if not mydeque:             # when the local deque is empty
                try:
                    newval = next(it)   # fetch a new value and
                except StopIteration:
                    return
                for d in deques:        # load it to all the deques
                    d.append(newval)
            yield mydeque.popleft()
    return tuple(gen(d) for d in deques)
```

Une fois que `tee()` a créé un branchement, l'itérable *iterable* ne doit être utilisé nulle part ailleurs ; sinon, *iterable* pourrait être avancé sans que les objets tee ne soient informés.

`tee` iterators are not threadsafe. A `RuntimeError` may be raised when using simultaneously iterators returned by the same `tee()` call, even if the original *iterable* is threadsafe.

Cet outil peut avoir besoin d'un stockage auxiliaire important (en fonction de la taille des données temporaires nécessaires). En général, si un itérateur utilise la majorité ou toute la donnée avant qu'un autre itérateur ne commence, il est plus rapide d'utiliser `list()` à la place de `tee()`.

itertools.**zip_longest**(**iterables*, *fillvalue=None*)

Crée un itérateur qui agrège les éléments de chacun des itérables. Si les itérables sont de longueurs différentes, les valeurs manquantes sont remplacées par *fillvalue*. L'itération continue jusqu'à ce que l'itérable le plus long soit épuisé. À peu près équivalent à :

```
def zip_longest(*args, fillvalue=None):
    # zip_longest('ABCD', 'xy', fillvalue='-') --> Ax By C- D-
    iterators = [iter(it) for it in args]
    num_active = len(iterators)
    if not num_active:
        return
    while True:
        values = []
        for i, it in enumerate(iterators):
            try:
                value = next(it)
            except StopIteration:
                num_active -= 1
                if not num_active:
                    return
                iterators[i] = repeat(fillvalue)
                value = fillvalue
            values.append(value)
        yield tuple(values)
```

Si un des itérables est potentiellement infini, alors la fonction `zip_longest()` doit être encapsulée dans un code qui limite le nombre d'appels (par exemple, `islice()` ou `takewhile()`). Si *fillvalue* n'est pas spécifié, il vaut `None` par défaut.

10.1.2 Recettes *itertools*

Cette section présente des recettes pour créer une vaste boîte à outils en se servant des *itertools* existants comme des briques.

Ces outils dérivés offrent la même bonne performance que les outils sous-jacents. La performance mémoire supérieure est gardée en traitant les éléments un à la fois plutôt que de charger tout l'itérable en mémoire en même temps. Le volume de code reste bas grâce à un chaînage de style fonctionnel qui aide à éliminer les variables temporaires. La grande vitesse est gardée en préférant les briques « vectorisées » plutôt que les boucles *for* et les *générateurs* qui engendrent un surcoût de traitement.

```
def take(n, iterable):
    "Return first n items of the iterable as a list"
    return list(islice(iterable, n))

def prepend(value, iterator):
    "Prepend a single value in front of an iterator"
    # prepend(1, [2, 3, 4]) -> 1 2 3 4
    return chain([value], iterator)

def tabulate(function, start=0):
    "Return function(0), function(1), ..."
    return map(function, count(start))

def tail(n, iterable):
    "Return an iterator over the last n items"
    # tail(3, 'ABCDEFG') --> E F G
    return iter(collections.deque(iterable, maxlen=n))

def consume(iterator, n=None):
    "Advance the iterator n-steps ahead. If n is None, consume entirely."
    # Use functions that consume iterators at C speed.
    if n is None:
        # feed the entire iterator into a zero-length deque
        collections.deque(iterator, maxlen=0)
    else:
        # advance to the empty slice starting at position n
        next(islice(iterator, n, n), None)

def nth(iterable, n, default=None):
    "Returns the nth item or a default value"
    return next(islice(iterable, n, None), default)

def all_equal(iterable):
    "Returns True if all the elements are equal to each other"
    g = groupby(iterable)
    return next(g, True) and not next(g, False)

def quantify(iterable, pred=bool):
    "Count how many times the predicate is true"
    return sum(map(pred, iterable))

def padnone(iterable):
    """Returns the sequence elements and then returns None indefinitely.

    Useful for emulating the behavior of the built-in map() function.
    """
    return chain(iterable, repeat(None))

def ncycles(iterable, n):
    "Returns the sequence elements n times"
    return chain.from_iterable(repeat(tuple(iterable), n))
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
def dotproduct(vec1, vec2):
    return sum(map(operator.mul, vec1, vec2))

def flatten(listOfLists):
    "Flatten one level of nesting"
    return chain.from_iterable(listOfLists)

def repeatfunc(func, times=None, *args):
    """Repeat calls to func with specified arguments.

    Example:  repeatfunc(random.random)
    """
    if times is None:
        return starmap(func, repeat(args))
    return starmap(func, repeat(args, times))

def pairwise(iterable):
    "s -> (s0,s1), (s1,s2), (s2, s3), ..."
    a, b = tee(iterable)
    next(b, None)
    return zip(a, b)

def grouper(iterable, n, fillvalue=None):
    "Collect data into fixed-length chunks or blocks"
    # grouper('ABCDEFG', 3, 'x') --> ABC DEF Gxx"
    args = [iter(iterable)] * n
    return zip_longest(*args, fillvalue=fillvalue)

def roundrobin(*iterables):
    "roundrobin('ABC', 'D', 'EF') --> A D E B F C"
    # Recipe credited to George Sakkis
    num_active = len(iterables)
    nexts = cycle(iter(it).__next__ for it in iterables)
    while num_active:
        try:
            for next in nexts:
                yield next()
        except StopIteration:
            # Remove the iterator we just exhausted from the cycle.
            num_active -= 1
            nexts = cycle(islice(nexts, num_active))

def partition(pred, iterable):
    'Use a predicate to partition entries into false entries and true entries'
    # partition(is_odd, range(10)) --> 0 2 4 6 8   and  1 3 5 7 9
    t1, t2 = tee(iterable)
    return filterfalse(pred, t1), filter(pred, t2)

def powerset(iterable):
    "powerset([1,2,3]) --> () (1,) (2,) (3,) (1,2) (1,3) (2,3) (1,2,3)"
    s = list(iterable)
    return chain.from_iterable(combinations(s, r) for r in range(len(s)+1))

def unique_everseen(iterable, key=None):
    "List unique elements, preserving order. Remember all elements ever seen."
    # unique_everseen('AAAABBBCCDAABBB') --> A B C D
    # unique_everseen('ABBCcAD', str.lower) --> A B C D
    seen = set()
    seen_add = seen.add
    if key is None:
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
        for element in filterfalse(seen.__contains__, iterable):
            seen_add(element)
            yield element
    else:
        for element in iterable:
            k = key(element)
            if k not in seen:
                seen_add(k)
                yield element

def unique_justseen(iterable, key=None):
    "List unique elements, preserving order. Remember only the element just seen."
    # unique_justseen('AAAABBBCCDAABBB') --> A B C D A B
    # unique_justseen('ABBCcAD', str.lower) --> A B C A D
    return map(next, map(itemgetter(1), groupby(iterable, key)))

def iter_except(func, exception, first=None):
    """ Call a function repeatedly until an exception is raised.

    Converts a call-until-exception interface to an iterator interface.
    Like builtins.iter(func, sentinel) but uses an exception instead
    of a sentinel to end the loop.

    Examples:
        iter_except(functools.partial(heappop, h), IndexError)    # priority queue␣
↪iterator
        iter_except(d.popitem, KeyError)                          # non-blocking␣
↪dict iterator
        iter_except(d.popleft, IndexError)                        # non-blocking␣
↪deque iterator
        iter_except(q.get_nowait, Queue.Empty)                    # loop over a␣
↪producer Queue
        iter_except(s.pop, KeyError)                              # non-blocking␣
↪set iterator

    """
    try:
        if first is not None:
            yield first()            # For database APIs needing an initial cast␣
↪to db.first()
        while True:
            yield func()
    except exception:
        pass

def first_true(iterable, default=False, pred=None):
    """Returns the first true value in the iterable.

    If no true value is found, returns *default*

    If *pred* is not None, returns the first item
    for which pred(item) is true.

    """
    # first_true([a,b,c], x) --> a or b or c or x
    # first_true([a,b], x, f) --> a if f(a) else b if f(b) else x
    return next(filter(pred, iterable), default)

def random_product(*args, repeat=1):
    "Random selection from itertools.product(*args, **kwds)"
    pools = [tuple(pool) for pool in args] * repeat
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
    return tuple(random.choice(pool) for pool in pools)

def random_permutation(iterable, r=None):
    "Random selection from itertools.permutations(iterable, r)"
    pool = tuple(iterable)
    r = len(pool) if r is None else r
    return tuple(random.sample(pool, r))

def random_combination(iterable, r):
    "Random selection from itertools.combinations(iterable, r)"
    pool = tuple(iterable)
    n = len(pool)
    indices = sorted(random.sample(range(n), r))
    return tuple(pool[i] for i in indices)

def random_combination_with_replacement(iterable, r):
    "Random selection from itertools.combinations_with_replacement(iterable, r)"
    pool = tuple(iterable)
    n = len(pool)
    indices = sorted(random.randrange(n) for i in range(r))
    return tuple(pool[i] for i in indices)

def nth_combination(iterable, r, index):
    'Equivalent to list(combinations(iterable, r))[index]'
    pool = tuple(iterable)
    n = len(pool)
    if r < 0 or r > n:
        raise ValueError
    c = 1
    k = min(r, n-r)
    for i in range(1, k+1):
        c = c * (n - k + i) // i
    if index < 0:
        index += c
    if index < 0 or index >= c:
        raise IndexError
    result = []
    while r:
        c, n, r = c*r//n, n-1, r-1
        while index >= c:
            index -= c
            c, n = c*(n-r)//n, n-1
        result.append(pool[-1-n])
    return tuple(result)
```

Note, beaucoup des recettes ci-dessus peuvent être optimisées en replaçant les recherches globales par des recherches locales avec des variables locales définies comme des valeurs par défaut. Par exemple, la recette *dotproduct* peut être écrite comme :

```
def dotproduct(vec1, vec2, sum=sum, map=map, mul=operator.mul):
    return sum(map(mul, vec1, vec2))
```

10.2 `functools` --- Fonctions de haut niveau et opérations sur des objets appelables

Code source : Lib/functools.py

Le module *`functools`* est utilisé pour des fonctions de haut niveau : des fonctions qui agissent sur ou revoient d'autres fonctions. En général, tout objet appelable peut être utilisé comme une fonction pour les besoins de ce module.

Le module *`functools`* définit les fonctions suivantes :

`functools.`**`cmp_to_key`**(*func*)

Transforme une fonction de comparaison à l'ancienne en une *fonction clé*. Utilisé avec des outils qui acceptent des fonctions clef (comme *`sorted()`*, *`min()`*, *`max()`*, *`heapq.nlargest()`*, *`heapq.nsmallest()`*, *`itertools.groupby()`*). Cette fonction est destinée au portage de fonctions python 2 utilisant des fonctions de comparaison vers Python 3.

Une fonction de comparaison est un appelable qui prend deux arguments, les compare, et renvoie un nombre négatif pour l'infériorité, zéro pour l'égalité ou un nombre positif pour la supériorité. Une fonction de clé est un appelable qui prend un argument et retourne une autre valeur qui sera utilisée comme clé de tri.

Exemple :

```
sorted(iterable, key=cmp_to_key(locale.strcoll))  # locale-aware sort order
```

Pour des exemples de tris et un bref tutoriel, consultez sortinghowto.

Nouveau dans la version 3.2.

`@functools.`**`lru_cache`**(*maxsize=128*, *typed=False*)

Décorateur qui englobe une fonction avec un appelable mémoïsant qui enregistre jusqu'à *maxsize* appels récents. Cela peut gagner du temps quand une fonction coûteuse en ressources est souvent appelée avec les mêmes arguments.

Comme un dictionnaire est utilisé pour mettre en cache les résultats, les arguments positionnels et nommés de la fonction doivent être hachables.

Des agencements différents des arguments peuvent être considérés comme des appels différents avec chacun leur propre entrée dans le cache. Par exemple, *f(a=1, b=2)* et *f(b=2, a=1)* n'ont pas leurs arguments dans le même ordre, ce qui peut conduire à des entrées séparées dans le cache.

Si *maxsize* est à `None`, la fonctionnalité LRU est désactivée et le cache peut grossir sans limite. La fonctionnalité LRU fonctionne mieux quand *maxsize* est une puissance de deux.

Si *typed* est vrai, les arguments de différents types seront mis en cache séparément. Par exemple, `f(3)` et `f(3.0)` seront considérés comme des appels distincts avec des résultats distincts.

Pour aider à mesurer l'efficacité du cache et ajuster le paramètre *maxsize*, la fonction englobée est surveillée avec une fonction `cache_info()` qui renvoie un *named tuple* affichant les *hits*, *misses*, *maxsize* et *currsize*. Dans un environnement *multithread*, les succès et échecs d'appel du cache sont approximatifs.

Le décorateur fournit également une fonction `cache_clear()` pour vider ou invalider le cache.

La fonction sous-jacente originale est accessible à travers l'attribut `__wrapped__`. Ceci est utile pour l'introspection, pour outrepasser le cache, ou pour ré-englober la fonction avec un cache différent.

Un cache LRU (*least recently used*) fonctionne très bien lorsque les appels récents sont les prochains appels les plus probables (par exemple, les articles les plus lus d'un serveur d'actualités ont tendance à ne changer que d'un jour à l'autre). La taille limite du cache permet de s'assurer que le cache ne grossisse pas sans limite sur les processus longs comme les serveurs web.

En général, le cache LRU ne doit être utilisé que quand vous voulez ré-utiliser les valeurs déjà calculées. Ainsi, cela n'a pas de sens de mettre un cache sur une fonction qui a des effets de bord, qui doit créer un objet mutable distinct à chaque appel ou des fonctions *impures* telles que `!time()` ou `!random()`.

Exemple d'un cache LRU pour du contenu web statique :

```
@lru_cache(maxsize=32)
def get_pep(num):
    'Retrieve text of a Python Enhancement Proposal'
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
    resource = 'http://www.python.org/dev/peps/pep-%04d/' % num
    try:
        with urllib.request.urlopen(resource) as s:
            return s.read()
    except urllib.error.HTTPError:
        return 'Not Found'

>>> for n in 8, 290, 308, 320, 8, 218, 320, 279, 289, 320, 9991:
...     pep = get_pep(n)
...     print(n, len(pep))

>>> get_pep.cache_info()
CacheInfo(hits=3, misses=8, maxsize=32, currsize=8)
```

Exemple de calcul efficace de la suite de Fibonacci en utilisant un cache pour implémenter la technique de programmation dynamique :

```
@lru_cache(maxsize=None)
def fib(n):
    if n < 2:
        return n
    return fib(n-1) + fib(n-2)

>>> [fib(n) for n in range(16)]
[0, 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89, 144, 233, 377, 610]

>>> fib.cache_info()
CacheInfo(hits=28, misses=16, maxsize=None, currsize=16)
```

Nouveau dans la version 3.2.

Modifié dans la version 3.3 : L'option *typed* a été ajoutée.

`@functools.`**`total_ordering`**

A partir d'une classe définissant une ou plusieurs méthodes de comparaison riches, ce décorateur de classe fournit le reste. Ceci simplifie l'effort à fournir dans la spécification de toutes les opérations de comparaison riche :

La classe doit définir au moins une de ces méthodes `__lt__()`, `__le__()`, `__gt__()`, or `__ge__()`. De plus, la classe doit fournir une méthode `__eq__()`.

Par exemple :

```
@total_ordering
class Student:
    def _is_valid_operand(self, other):
        return (hasattr(other, "lastname") and
                hasattr(other, "firstname"))
    def __eq__(self, other):
        if not self._is_valid_operand(other):
            return NotImplemented
        return ((self.lastname.lower(), self.firstname.lower()) ==
                (other.lastname.lower(), other.firstname.lower()))
    def __lt__(self, other):
        if not self._is_valid_operand(other):
            return NotImplemented
        return ((self.lastname.lower(), self.firstname.lower()) <
                (other.lastname.lower(), other.firstname.lower()))
```

Note : Même si ce décorateur permet de créer des types ordonnables facilement, cela vient avec un *coût* d'exécution et des traces d'exécution complexes pour les méthodes de comparaison dérivées. Si des tests de performances le révèlent comme un goulot d'étranglement, l'implémentation manuelle des six méthodes de comparaison riches résoudra normalement vos problèmes de rapidité.

Nouveau dans la version 3.2.

Modifié dans la version 3.4 : Retourner NotImplemented dans les fonction de comparaison sous-jacentes pour les types non reconnus est maintenant supporté.

functools.**partial**(*func*, **args*, ***keywords*)

Retourne un nouvel *objet partiel* qui, quand il est appelé, fonctionne comme *func* appelée avec les arguments positionnels *args* et les arguments nommés *keywords*. Si plus d'arguments sont fournis à l'appel, ils sont ajoutés à *args*. Si plus d'arguments nommés sont fournis, ils étendent et surchargent *keywords*. À peu près équivalent à :

```
def partial(func, *args, **keywords):
    def newfunc(*fargs, **fkeywords):
        newkeywords = keywords.copy()
        newkeywords.update(fkeywords)
        return func(*args, *fargs, **newkeywords)
    newfunc.func = func
    newfunc.args = args
    newfunc.keywords = keywords
    return newfunc
```

partial() est utilisé pour une application de fonction partielle qui "gèle" une portion des arguments et/ou mots-clés d'une fonction donnant un nouvel objet avec une signature simplifiée. Par exemple, *partial()* peut être utilisé pour créer un appelable qui se comporte comme la fonction *int()* ou l'argument *base* est deux par défaut :

```
>>> from functools import partial
>>> basetwo = partial(int, base=2)
>>> basetwo.__doc__ = 'Convert base 2 string to an int.'
>>> basetwo('10010')
18
```

class functools.**partialmethod**(*func*, **args*, ***keywords*)

Retourne un nouveau descripteur *partialmethod* qui se comporte comme *partial* sauf qu'il est fait pour être utilisé comme une définition de méthode plutôt que d'être appelé directement.

func doit être un *descriptor* ou un appelable (les objets qui sont les deux, comme les fonction normales, sont gérés comme des descripteurs).

Quand *func* est un descripteur (comme une fonction Python normale, *classmethod()*, *staticmethod()*, abstractmethod() ou une autre instance de *partialmethod*), les appels à __get__ sont délégués au descripteur sous-jacent, et un *objet partiel* approprié est renvoyé comme résultat.

Quand *func* est un appelable non-descripteur, une méthode liée appropriée est crée dynamiquement. Elle se comporte comme une fonction Python normale quand elle est utilisée comme méthode : l'argument *self* sera inséré comme premier argument positionnel, avant les *args* et *keywords* fournis au constructeur *partialmethod*.

Exemple :

```
>>> class Cell(object):
...     def __init__(self):
...         self._alive = False
...     @property
...     def alive(self):
...         return self._alive
...     def set_state(self, state):
...         self._alive = bool(state)
...     set_alive = partialmethod(set_state, True)
...     set_dead = partialmethod(set_state, False)
...
>>> c = Cell()
>>> c.alive
False
>>> c.set_alive()
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
>>> c.alive
True
```

Nouveau dans la version 3.4.

`functools.`**`reduce`**(*function*, *iterable*[, *initializer*])

Applique *function* avec deux arguments cumulativement aux éléments de *sequence*, de gauche à droite, pour réduire la séquence à une valeur unique. Par exemple, `reduce(lambda x, y: x+y, [1, 2, 3, 4, 5])` calcule `(((1+2)+3)+4)+5)`. Le premier argument, *x*, et la valeur de cumul et le deuxième, *y*, est la valeur de mise à jour depuis *sequence*. Si l'argument optionnel *initializer* est présent, il est placé avant les éléments de la séquence dans le calcul, et sert de valeur par défaut quand la séquence est vide. Si *initializer* n'est pas renseigné et que *sequence* ne contient qu'un élément, le premier élément est retourné.

Sensiblement équivalent à :

```
def reduce(function, iterable, initializer=None):
    it = iter(iterable)
    if initializer is None:
        value = next(it)
    else:
        value = initializer
    for element in it:
        value = function(value, element)
    return value
```

`@functools.`**`singledispatch`**

Transforme une fonction en une *fonction générique single-dispatch*.

Pour définir une fonction générique, il faut la décorer avec le décorateur `@singledispatch`. Noter que la distribution est effectuée sur le type du premier argument, donc la fonction doit être créée en conséquence :

```
>>> from functools import singledispatch
>>> @singledispatch
... def fun(arg, verbose=False):
...     if verbose:
...         print("Let me just say,", end=" ")
...     print(arg)
```

Pour ajouter des surcharges d'implémentation à la fonction, utiliser l'attribut `register()` de la fonction générique. C'est un décorateur. Pour les fonctions annotées avec des types, le décorateur infère le type du premier argument automatiquement :

```
>>> @fun.register
... def _(arg: int, verbose=False):
...     if verbose:
...         print("Strength in numbers, eh?", end=" ")
...     print(arg)
...
>>> @fun.register
... def _(arg: list, verbose=False):
...     if verbose:
...         print("Enumerate this:")
...     for i, elem in enumerate(arg):
...         print(i, elem)
```

Pour le code qui n'utilise pas les indications de type, le type souhaité peut être passé explicitement en argument au décorateur :

```
>>> @fun.register(complex)
... def _(arg, verbose=False):
...     if verbose:
...         print("Better than complicated.", end=" ")
...     print(arg.real, arg.imag)
...
```

Pour permettre l'enregistrement de *lambdas* et de fonctions pré-existantes, l'attribut `register()` peut être utilisé sous forme fonctionnelle :

```
>>> def nothing(arg, verbose=False):
...     print("Nothing.")
...
>>> fun.register(type(None), nothing)
```

L'attribut `register()` renvoie la fonction non décorée ce qui permet d'empiler les décorateurs, la sérialisation, et la création de tests unitaires pour chaque variante indépendamment :

```
>>> @fun.register(float)
... @fun.register(Decimal)
... def fun_num(arg, verbose=False):
...     if verbose:
...         print("Half of your number:", end=" ")
...     print(arg / 2)
...
>>> fun_num is fun
False
```

Quand elle est appelée, la fonction générique distribue sur le type du premier argument :

```
>>> fun("Hello, world.")
Hello, world.
>>> fun("test.", verbose=True)
Let me just say, test.
>>> fun(42, verbose=True)
Strength in numbers, eh? 42
>>> fun(['spam', 'spam', 'eggs', 'spam'], verbose=True)
Enumerate this:
0 spam
1 spam
2 eggs
3 spam
>>> fun(None)
Nothing.
>>> fun(1.23)
0.615
```

Quand il n'y a pas d'implémentation enregistrée pour un type spécifique, son ordre de résolution de méthode est utilisé pour trouver une implémentation plus générique. La fonction originale est décorée avec `@singledispatch` est enregistrée pour le type d'`object`, et elle sera utilisée si aucune implémentation n'est trouvée.

Pour vérifier quelle implémentation la fonction générique choisira pour un type donné, utiliser l'attribut `dispatch()` :

```
>>> fun.dispatch(float)
<function fun_num at 0x1035a2840>
>>> fun.dispatch(dict)    # note: default implementation
<function fun at 0x103fe0000>
```

Pour accéder à toutes les implémentations enregistrées, utiliser l'attribut en lecture seule `registry` :

```
>>> fun.registry.keys()
dict_keys([<class 'NoneType'>, <class 'int'>, <class 'object'>,
           <class 'decimal.Decimal'>, <class 'list'>,
           <class 'float'>])
>>> fun.registry[float]
<function fun_num at 0x1035a2840>
>>> fun.registry[object]
<function fun at 0x103fe0000>
```

Nouveau dans la version 3.4.

Modifié dans la version 3.7 : L'attribut `register()` gère l'utilisation des indications de type.

functools.**update_wrapper**(*wrapper*, *wrapped*, *assigned=WRAPPER_ASSIGNMENTS*, *updated=WRAPPER_UPDATES*)

Met à jour la fonction *wrapper* pour ressembler à la fonction *wrapped*. Les arguments optionnels sont des tuples pour spécifier quels attributs de la fonction originale sont assignés directement aux attributs correspondants sur la fonction englobante et quels attributs de la fonction englobante sont mis à jour avec les attributs de la fonction originale. Les valeurs par défaut de ces arguments sont les constantes au niveau du module WRAPPER_ASSIGNMENTS (qui assigne __module__, __name__, __qualname__, __annotations__ et __doc__, la chaîne de documentation, depuis la fonction englobante) et WRAPPER_UPDATES (qui met à jour le __dict__ de la fonction englobante, c'est-à-dire le dictionnaire de l'instance).

Pour autoriser l'accès à la fonction originale pour l'introspection ou à d'autres fins (par ex. outrepasser l'accès à un décorateur de cache comme *lru_cache()*), cette fonction ajoute automatiquement un attribut __wrapped__ qui référence la fonction englobée.

La principale utilisation de cette fonction est dans les *décorateurs* qui renvoient une nouvelle fonction. Si la fonction crée n'est pas mise à jour, ses métadonnées refléteront sa définition dans le décorateur, au lieu de la définition originale, métadonnées souvent bien moins utiles.

update_wrapper() peut être utilisé avec des appelables autres que des fonctions. Tout attribut défini dans *assigned* ou *updated* qui ne sont pas l'objet englobé sont ignorés (cette fonction n'essaiera pas de les définir dans la fonction englobante). *AttributeError* est toujours levée si le fonction englobante elle même a des attributs non existants dans *updated*.

Nouveau dans la version 3.2 : Ajout automatique de l'attribut __wrapped__.

Nouveau dans la version 3.2 : Copie de l'attribut __annotations__ par défaut.

Modifié dans la version 3.2 : Les attributs manquants ne lèvent plus d'exception *AttributeError*.

Modifié dans la version 3.4 : L'attribut __wrapped__ renvoie toujours la fonction englobée, même si cette fonction définit un attribut __wrapped__. (voir bpo-17482)

@functools.**wraps**(*wrapped*, *assigned=WRAPPER_ASSIGNMENTS*, *updated=WRAPPER_UPDATES*)

Ceci est une fonction d'aide pour appeler *update_wrapper()* comme décorateur de fonction lors de la définition d'une fonction englobante. C'est équivalent à partial(update_wrapper, wrapped=wrapped, assigned=assigned, updated=updated). Par exemple :

```
>>> from functools import wraps
>>> def my_decorator(f):
...     @wraps(f)
...     def wrapper(*args, **kwds):
...         print('Calling decorated function')
...         return f(*args, **kwds)
...     return wrapper
...
>>> @my_decorator
... def example():
...     """Docstring"""
...     print('Called example function')
...
>>> example()
Calling decorated function
Called example function
>>> example.__name__
'example'
>>> example.__doc__
'Docstring'
```

Sans l'utilisation de cette usine à décorateur, le nom de la fonction d'exemple aurait été 'wrapper', et la chaîne de documentation de la fonction example() originale aurait été perdue.

10.2.1 Objets `partial`

Les objets *`partial`* sont des objets appelables créés par *`partial()`*. Ils ont trois attributs en lecture seule :

`partial.`**`func`**
Un objet ou une fonction appelable. Les appels à l'objet *`partial`* seront transmis à *`func`* avec les nouveaux arguments et mots-clés.

`partial.`**`args`**
Les arguments positionnels qui seront ajoutés avant les arguments fournis lors de l'appel d'un objet *`partial`*.

`partial.`**`keywords`**
Les arguments nommés qui seront fournis quand l'objet *`partial`* est appelé.

Les objets *`partial`* sont comme des objets `function` de par le fait qu'il sont appelables, référençables, et peuvent avoir des attributs. Il y a cependant des différences importantes. Par exemple, les attributs *`__name__`* et `__doc__` ne sont pas créés automatiquement. De plus, les objets *`partial`* définis dans les classes se comportent comme des méthodes statiques et ne se transforment pas en méthodes liées durant la recherche d'attributs dans l'instance.

10.3 `operator` — Opérateurs standards en tant que fonctions

Code source : Lib/operator.py

Le module *`operator`* fournit un ensemble de fonctions correspondant aux opérateurs natifs de Python. Par exemple, `operator.add(x, y)` correspond à l'expression `x+y`. Les noms de la plupart de ces fonctions sont ceux utilisés par les méthodes spéciales, sans les doubles tirets bas. Pour assurer la rétrocompatibilité, la plupart de ces noms ont une variante *avec* les doubles tirets bas ; la forme simple est cependant à privilégier pour des raisons de clarté.

Les fonctions sont divisées en différentes catégories selon l'opération effectuée : comparaison entre objets, opérations logiques, opérations mathématiques ou opérations sur séquences.

Les fonctions de comparaison s'appliquent à tous les objets, et leur nom vient des opérateurs de comparaison qu'elles implémentent :

`operator.`**`lt`**(*a*, *b*)
`operator.`**`le`**(*a*, *b*)
`operator.`**`eq`**(*a*, *b*)
`operator.`**`ne`**(*a*, *b*)
`operator.`**`ge`**(*a*, *b*)
`operator.`**`gt`**(*a*, *b*)
`operator.`**`__lt__`**(*a*, *b*)
`operator.`**`__le__`**(*a*, *b*)
`operator.`**`__eq__`**(*a*, *b*)
`operator.`**`__ne__`**(*a*, *b*)
`operator.`**`__ge__`**(*a*, *b*)
`operator.`**`__gt__`**(*a*, *b*)
Effectue une « comparaison riche » entre *a* et *b*. Plus précisément, `lt(a, b)` équivaut à `a < b`, `le(a, b)` équivaut à `a <= b`, `eq(a, b)` équivaut à `a == b`, `ne(a, b)` équivaut à `a != b`, `gt(a, b)` équivaut à `a > b` et `ge(a, b)` équivaut à `a >= b`. Notez que ces fonctions peuvent renvoyer n'importe quelle valeur, convertible ou non en booléen. Voir comparisons pour plus d'informations sur les méthodes de comparaison riches.

En général, les opérations logiques s'appliquent aussi à tous les objets et implémentent les tests de vérité, d'identité et les opérations booléennes :

`operator.`**`not_`**(*obj*)
`operator.`**`__not__`**(*obj*)
Renvoie le résultat de `not` *obj*. (Notez qu'il n'existe pas de méthode *`__not__()`* pour les instances d'objet ; seul le cœur de l'interpréteur définit cette opération. Le résultat dépend des méthodes `__bool__()` et `__len__()`.)

operator.**truth**(*obj*)
Renvoie `True` si *obj* est vrai, et `False` dans le cas contraire. Équivaut à utiliser le constructeur de `bool`.

operator.**is_**(*a*, *b*)
Renvoie `a is b`. Vérifie si les deux paramètres sont le même objet.

operator.**is_not**(*a*, *b*)
Renvoie `a is not b`. Vérifie si les deux paramètres sont deux objets distincts.

Les opérations mathématiques ou bit à bit sont les plus nombreuses :

operator.**abs**(*obj*)
operator.**__abs__**(*obj*)
Renvoie la valeur absolue de *obj*.

operator.**add**(*a*, *b*)
operator.**__add__**(*a*, *b*)
Renvoie `a + b` où *a* et *b* sont des nombres.

operator.**and_**(*a*, *b*)
operator.**__and__**(*a*, *b*)
Renvoie le *et* bit à bit de *a* et *b*.

operator.**floordiv**(*a*, *b*)
operator.**__floordiv__**(*a*, *b*)
Renvoie `a // b`.

operator.**index**(*a*)
operator.**__index__**(*a*)
Renvoie *a* converti en entier. Équivaut à `a.__index__()`.

operator.**inv**(*obj*)
operator.**invert**(*obj*)
operator.**__inv__**(*obj*)
operator.**__invert__**(*obj*)
Renvoie l'inverse bit à bit du nombre *obj*. Équivaut à `~obj`.

operator.**lshift**(*a*, *b*)
operator.**__lshift__**(*a*, *b*)
Renvoie le décalage de *b* bits vers la gauche de *a*.

operator.**mod**(*a*, *b*)
operator.**__mod__**(*a*, *b*)
Renvoie“a % b“.

operator.**mul**(*a*, *b*)
operator.**__mul__**(*a*, *b*)
Renvoie `a * b` où *a* et *b* sont des nombres.

operator.**matmul**(*a*, *b*)
operator.**__matmul__**(*a*, *b*)
Renvoie `a @ b`.
Nouveau dans la version 3.5.

operator.**neg**(*obj*)
operator.**__neg__**(*obj*)
Renvoie l'opposé de *obj* (`-obj`).

operator.**or_**(*a*, *b*)
operator.**__or__**(*a*, *b*)
Renvoie le *ou* bit à bit de *a* et *b*.

operator.**pos**(*obj*)
operator.**__pos__**(*obj*)
Renvoie la valeur positive de *obj* (`+obj`).

operator.**pow**(*a*, *b*)
operator.**__pow__**(*a*, *b*)
Renvoie `a ** b` où *a* et *b* sont des nombres.

operator.**rshift**(*a*, *b*)
operator.**__rshift__**(*a*, *b*)
Renvoie le décalage de *b* bits vers la droite de *a*.

operator.**sub**(*a*, *b*)
operator.**__sub__**(*a*, *b*)
Renvoie `a - b`.

operator.**truediv**(*a*, *b*)
operator.**__truediv__**(*a*, *b*)
Renvoie `a / b` où 2/3 est 0.66 et non 0. Appelée aussi division « réelle ».

operator.**xor**(*a*, *b*)
operator.**__xor__**(*a*, *b*)
Renvoie le ou exclusif bit à bit de *a* et *b*.

Les opérations sur séquences (et pour certaines, sur correspondances) sont :

operator.**concat**(*a*, *b*)
operator.**__concat__**(*a*, *b*)
Renvoie `a + b` où *a* et *b* sont des séquences.

operator.**contains**(*a*, *b*)
operator.**__contains__**(*a*, *b*)
Renvoie le résultat du test `b in a`. Notez que les opérandes sont inversées.

operator.**countOf**(*a*, *b*)
Renvoie le nombre d'occurrences de *b* dans *a*.

operator.**delitem**(*a*, *b*)
operator.**__delitem__**(*a*, *b*)
Renvoie la valeur de *a* à l'indice *b*.

operator.**getitem**(*a*, *b*)
operator.**__getitem__**(*a*, *b*)
Renvoie la valeur de *a* à l'indice *b*.

operator.**indexOf**(*a*, *b*)
Renvoie l'indice de la première occurrence de *b* dans *a*.

operator.**setitem**(*a*, *b*, *c*)
operator.**__setitem__**(*a*, *b*, *c*)
Affecte *c* dans *a* à l'indice *b*.

operator.**length_hint**(*obj*, *default=0*)
Renvoie une estimation de la taille de l'objet *o*. Tente d'abord de renvoyer la taille réelle, puis une estimation en appelant `object.__length_hint__()`, ou sinon la valeur par défaut.

Nouveau dans la version 3.4.

Le module *operator* définit aussi des fonctions pour la recherche générique d'attributs ou d'objets. Elles sont particulièrement utiles pour construire rapidement des accesseurs d'attributs à passer en paramètre à *map()*, *sorted()*, *itertools.groupby()* ou à toute autre fonction prenant une fonction en paramètre.

operator.**attrgetter**(*attr*)
operator.**attrgetter**(**attrs*)
Renvoie un objet appelable qui récupère *attr* de son opérande. Si plus d'un attribut est demandé, renvoie un n-uplet d'attributs. Les noms des attributs peuvent aussi comporter des points. Par exemple :

— Avec `f = attrgetter('name')`, l'appel `f(b)` renvoie `b.name`.
— Avec `f = attrgetter('name', 'date')`, l'appel `f(b)` renvoie `(b.name, b.date)`.
— Après `f = attrgetter('name.first', 'name.last')`, l'appel `f(b)` renvoie `(b.name.first, b.name.last)`.

Équivalent à :

```
def attrgetter(*items):
    if any(not isinstance(item, str) for item in items):
        raise TypeError('attribute name must be a string')
    if len(items) == 1:
        attr = items[0]
        def g(obj):
            return resolve_attr(obj, attr)
    else:
        def g(obj):
            return tuple(resolve_attr(obj, attr) for attr in items)
    return g

def resolve_attr(obj, attr):
    for name in attr.split("."):
        obj = getattr(obj, name)
    return obj
```

operator.**itemgetter**(*item*)
operator.**itemgetter**(**items*)

Renvoie un objet appelable qui récupère *item* de l'opérande en utilisant la méthode *__getitem__()*. Si plusieurs *item* sont passés en paramètre, renvoie un n-uplet des valeurs récupérées. Par exemple :
— Avec `f = itemgetter(2)`, `f(r)` renvoie `r[2]`.
— Avec `g = itemgetter(2, 5, 3)`, `g(r)` renvoie `(r[2], r[5], r[3])`.
Équivalent à :

```
def itemgetter(*items):
    if len(items) == 1:
        item = items[0]
        def g(obj):
            return obj[item]
    else:
        def g(obj):
            return tuple(obj[item] for item in items)
    return g
```

Les *items* en entrée peuvent être de n'importe quel type tant que celui-ci est géré par la méthode *__getitem__()* de l'opérande. Les dictionnaires acceptent toute valeur hachable. Les listes, n-uplets et chaînes de caractères acceptent un index ou une tranche :

```
>>> itemgetter(1)('ABCDEFG')
'B'
>>> itemgetter(1,3,5)('ABCDEFG')
('B', 'D', 'F')
>>> itemgetter(slice(2,None))('ABCDEFG')
'CDEFG'
```

```
>>> soldier = dict(rank='captain', name='dotterbart')
>>> itemgetter('rank')(soldier)
'captain'
```

Exemple d'utilisation de *itemgetter()* pour récupérer des champs spécifiques d'un n-uplet :

```
>>> inventory = [('apple', 3), ('banana', 2), ('pear', 5), ('orange', 1)]
>>> getcount = itemgetter(1)
>>> list(map(getcount, inventory))
[3, 2, 5, 1]
>>> sorted(inventory, key=getcount)
[('orange', 1), ('banana', 2), ('apple', 3), ('pear', 5)]
```

operator.**methodcaller**(*name*[, *args...*])

Renvoie un objet appelable qui appelle la méthode *name* de son opérande. Si des paramètres supplémentaires

et/ou des paramètres nommés sont donnés, ils seront aussi passés à la méthode. Par exemple :
— Avec `f = methodcaller('name'), f(b)` renvoie `b.name()`.
— Avec `f = methodcaller('name', 'foo', bar=1), f(b)` renvoie `b.name('foo', bar=1)`.
Équivalent à :

```
def methodcaller(name, *args, **kwargs):
    def caller(obj):
        return getattr(obj, name)(*args, **kwargs)
    return caller
```

10.3.1 Correspondances entre opérateurs et fonctions

Le tableau montre la correspondance entre les symboles des opérateurs Python et les fonctions du module *operator*.

Opération	Syntaxe	Fonction
Addition	`a + b`	`add(a, b)`
Concaténation	`seq1 + seq2`	`concat(seq1, seq2)`
Test d'inclusion	`obj in seq`	`contains(seq, obj)`
Division	`a / b`	`truediv(a, b)`
Division	`a // b`	`floordiv(a, b)`
Et bit à bit	`a & b`	`and_(a, b)`
Ou exclusif bit à bit	`a ^ b`	`xor(a, b)`
Inversion bit à bit	`~ a`	`invert(a)`
Ou bit à bit	`a | b`	`or_(a, b)`
Exponentiation	`a ** b`	`pow(a, b)`
Identité	`a is b`	`is_(a, b)`
Identité	`a is not b`	`is_not(a, b)`
Affectation par index	`obj[k] = v`	`setitem(obj, k, v)`
Suppression par index	`del obj[k]`	`delitem(obj, k)`
Indexation	`obj[k]`	`getitem(obj, k)`
Décalage bit à bit gauche	`a << b`	`lshift(a, b)`
Modulo	`a % b`	`mod(a, b)`
Multiplication	`a * b`	`mul(a, b)`
Multiplication matricielle	`a @ b`	`matmul(a, b)`
Opposé	`- a`	`neg(a)`
Négation (logique)	`not a`	`not_(a)`
Valeur positive	`+ a`	`pos(a)`
Décalage bit à bit droite	`a >> b`	`rshift(a, b)`
Affectation par tranche	`seq[i:j] = values`	`setitem(seq, slice(i, j), values)`
Suppression par tranche	`del seq[i:j]`	`delitem(seq, slice(i, j))`
Tranche	`seq[i:j]`	`getitem(seq, slice(i, j))`
Formatage de chaînes de caractères	`s % obj`	`mod(s, obj)`
Soustraction	`a - b`	`sub(a, b)`
Test de véracité	`obj`	`truth(obj)`
Ordre	`a < b`	`lt(a, b)`
Ordre	`a <= b`	`le(a, b)`
Égalité	`a == b`	`eq(a, b)`
Inégalité	`a != b`	`ne(a, b)`
Ordre	`a >= b`	`ge(a, b)`
Ordre	`a > b`	`gt(a, b)`

10.3.2 Opérateurs en-place

Beaucoup d'opérations ont une version travaillant « en-place ». Les fonctions listées ci-dessous fournissent un accès plus direct aux opérateurs en-place que la syntaxe Python habituelle ; par exemple, l'expression *statement* `x += y` équivaut à `x = operator.iadd(x, y)`. Autrement dit, l'expression `z = operator.iadd(x, y)` équivaut à l'expression composée `z = x; z += y`.

Dans ces exemples, notez que lorsqu'une méthode en-place est appelée, le calcul et l'affectation sont effectués en deux étapes distinctes. Les fonctions en-place de la liste ci-dessous ne font que la première, en appelant la méthode en-place. La seconde étape, l'affectation, n'est pas effectuée.

Pour des paramètres non-mutables comme les chaînes de caractères, les nombres et les n-uplets, la nouvelle valeur est calculée, mais pas affectée à la variable d'entrée :

```
>>> a = 'hello'
>>> iadd(a, ' world')
'hello world'
>>> a
'hello'
```

Pour des paramètres mutables comme les listes et les dictionnaires, la méthode en-place modifiera la valeur, aucune affectation ultérieure n'est nécessaire :

```
>>> s = ['h', 'e', 'l', 'l', 'o']
>>> iadd(s, [' ', 'w', 'o', 'r', 'l', 'd'])
['h', 'e', 'l', 'l', 'o', ' ', 'w', 'o', 'r', 'l', 'd']
>>> s
['h', 'e', 'l', 'l', 'o', ' ', 'w', 'o', 'r', 'l', 'd']
```

`operator.`**`iadd`**(*a*, *b*)
`operator.`**`__iadd__`**(*a*, *b*)
`a = iadd(a, b)` équivaut à `a += b`.

`operator.`**`iand`**(*a*, *b*)
`operator.`**`__iand__`**(*a*, *b*)
`a = iand(a, b)` équivaut à `a &= b`.

`operator.`**`iconcat`**(*a*, *b*)
`operator.`**`__iconcat__`**(*a*, *b*)
`a = iconcat(a, b)` équivaut à `a += b` où *a* et *b* sont des séquences.

`operator.`**`ifloordiv`**(*a*, *b*)
`operator.`**`__ifloordiv__`**(*a*, *b*)
`a = ifloordiv(a, b)``équivaut à ``a //= b`.

`operator.`**`ilshift`**(*a*, *b*)
`operator.`**`__ilshift__`**(*a*, *b*)
`a = ilshift(a, b)` équivaut à `a <<= b`.

`operator.`**`imod`**(*a*, *b*)
`operator.`**`__imod__`**(*a*, *b*)
`a = imod(a, b)` équivaut à `a %= b`.

`operator.`**`imul`**(*a*, *b*)
`operator.`**`__imul__`**(*a*, *b*)
`a = imul(a, b)` équivaut à `a *= b`.

`operator.`**`imatmul`**(*a*, *b*)
`operator.`**`__imatmul__`**(*a*, *b*)
`a = imatmul(a, b)` équivaut à `a @= b`.
Nouveau dans la version 3.5.

`operator.`**`ior`**(*a*, *b*)

operator.**__ior__**(*a*, *b*)
    `a = ior(a, b)` équivaut à `a |= b`.

operator.**ipow**(*a*, *b*)
operator.**__ipow__**(*a*, *b*)
    `a = ipow(a, b)` équivaut à `a **= b`.

operator.**irshift**(*a*, *b*)
operator.**__irshift__**(*a*, *b*)
    `a = irshift(a, b)` équivaut à `a >>= b`.

operator.**isub**(*a*, *b*)
operator.**__isub__**(*a*, *b*)
    `a = isub(a, b)` équivaut à `a -= b`.

operator.**itruediv**(*a*, *b*)
operator.**__itruediv__**(*a*, *b*)
    `a = itruediv(a, b)` équivaut à `a /= b`.

operator.**ixor**(*a*, *b*)
operator.**__ixor__**(*a*, *b*)
    `a = ixor(a, b)` équivaut à `a ^= b`.

CHAPITRE 11

Accès aux Fichiers et aux Dossiers

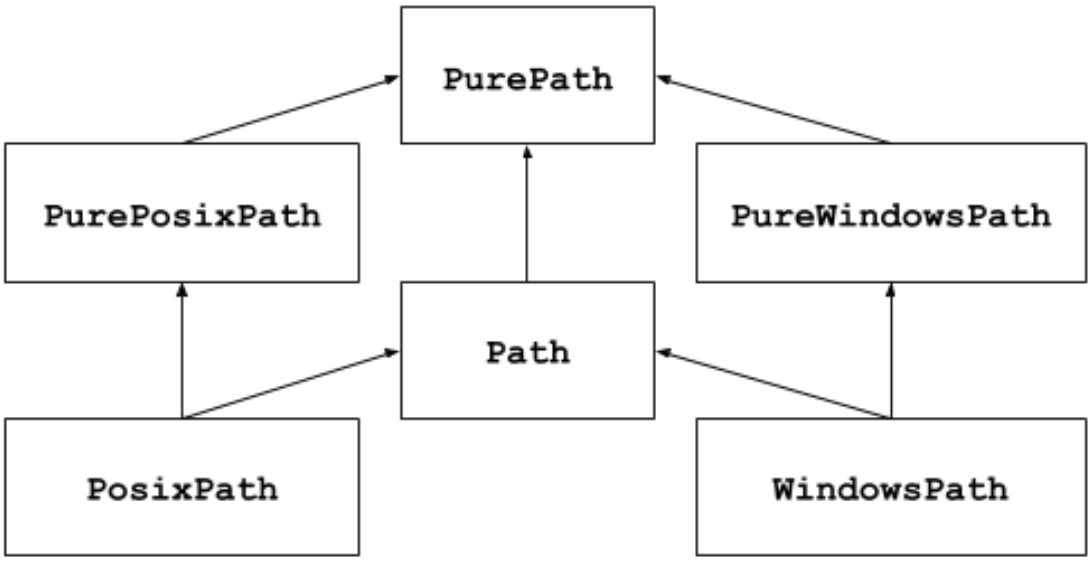
Les modules décrits dans ce chapitre servent à accéder aux fichiers et aux dossiers. Des modules, par exemple, pour lire les propriétés des fichiers, manipuler des chemins de manière portable, et créer des fichiers temporaires. La liste exhaustive des modules de ce chapitre est :

11.1 `pathlib` — Chemins de système de fichiers orientés objet

Nouveau dans la version 3.4.

Code source : Lib/pathlib.py

Ce module offre des classes représentant le système de fichiers avec la sémantique appropriée pour différents systèmes d'exploitation. Les classes de chemins sont divisées en *chemins purs*, qui fournissent purement du calcul sans entrées/sorties, et *chemins concrets*, qui héritent des chemins purs et fournissent également les opérations d'entrées/sorties.



Si vous n'avez jamais utilisé ce module précédemment, ou si vous n'êtes pas sûr de quelle classe est faite pour votre tâche, `Path` est très certainement ce dont vous avez besoin. Elle instancie un *chemin concret* pour la plateforme sur laquelle s'exécute le code.

Les chemins purs sont utiles dans certains cas particuliers ; par exemple :

1. Si vous voulez manipuler des chemins Windows sur une machine Unix (ou vice versa). Vous ne pouvez pas instancier un `WindowsPath` quand vous êtes sous Unix, mais vous pouvez instancier `PureWindowsPath`.
2. Vous voulez être sûr que votre code manipule des chemins sans réellement accéder au système d'exploitation. Dans ce cas, instancier une de ces classes pures peut être utile puisqu'elle ne possède tout simplement aucune opération permettant d'accéder au système d'exploitation.

Voir aussi :

PEP 428 : Le module *pathlib* -- chemins de système de fichiers orientés objet.

Voir aussi :

Pour de la manipulation de chemins bas-niveau avec des chaînes de caractères, vous pouvez aussi utiliser le module `os.path`.

11.1.1 Utilisation basique

Importer la classe principale :

```
>>> from pathlib import Path
```

Lister les sous-dossiers :

```
>>> p = Path('.')
>>> [x for x in p.iterdir() if x.is_dir()]
[PosixPath('.hg'), PosixPath('docs'), PosixPath('dist'),
 PosixPath('__pycache__'), PosixPath('build')]
```

Lister les fichiers source Python dans cette arborescence de dossiers :

```
>>> list(p.glob('**/*.py'))
[PosixPath('test_pathlib.py'), PosixPath('setup.py'),
 PosixPath('pathlib.py'), PosixPath('docs/conf.py'),
 PosixPath('build/lib/pathlib.py')]
```

Naviguer à l'intérieur d'une arborescence de dossiers :

```
>>> p = Path('/etc')
>>> q = p / 'init.d' / 'reboot'
>>> q
PosixPath('/etc/init.d/reboot')
>>> q.resolve()
PosixPath('/etc/rc.d/init.d/halt')
```

Récupérer les propriétés de chemin :

```
>>> q.exists()
True
>>> q.is_dir()
False
```

Ouvrir un fichier :

```
>>> with q.open() as f: f.readline()
...
'#!/bin/bash\n'
```

11.1.2 Chemins purs

Les objets chemins purs fournissent les opérations de gestion de chemin qui n'accèdent pas réellement au système de fichiers. Il y a trois façons d'accéder à ces classes que nous appelons aussi *familles* :

class pathlib.**PurePath**(**pathsegments*)

Une classe générique qui représente la famille de chemin du système (l'instancier crée soit un *PurePosixPath* soit un *PureWindowsPath*) :

```
>>> PurePath('setup.py')      # Running on a Unix machine
PurePosixPath('setup.py')
```

Chaque élément de *pathsegments* peut soit être une chaîne de caractères représentant un segment de chemin, un objet implémentant l'interface *os.PathLike* qui renvoie une chaîne de caractères, soit un autre objet chemin :

```
>>> PurePath('foo', 'some/path', 'bar')
PurePosixPath('foo/some/path/bar')
>>> PurePath(Path('foo'), Path('bar'))
PurePosixPath('foo/bar')
```

Quand *pathsegments* est vide, le dossier courant est utilisé :

```
>>> PurePath()
PurePosixPath('.')
```

Quand plusieurs chemins absolus sont fournis, le dernier est pris comme ancre (recopiant le comportement de *os.path.join()*) :

```
>>> PurePath('/etc', '/usr', 'lib64')
PurePosixPath('/usr/lib64')
>>> PureWindowsPath('c:/Windows', 'd:bar')
PureWindowsPath('d:bar')
```

Cependant, dans un chemin Windows, changer la racine locale ne supprime pas la précédente configuration de lecteur :

```
>>> PureWindowsPath('c:/Windows', '/Program Files')
PureWindowsPath('c:/Program Files')
```

Les points et slashs malencontreux sont supprimés, mais les doubles points (`'..'`) ne le sont pas, puisque cela changerait la signification du chemin dans le cas de liens symboliques :

```
>>> PurePath('foo//bar')
PurePosixPath('foo/bar')
>>> PurePath('foo/./bar')
PurePosixPath('foo/bar')
>>> PurePath('foo/../bar')
PurePosixPath('foo/../bar')
```

(une analyse naïve considérerait `PurePosixPath('foo/../bar')` équivalent à `PurePosixPath('bar')`, ce qui est faux si `foo` est un lien symbolique vers un autre dossier)

Les objets chemins purs implémentent l'interface *os.PathLike*, leur permettant d'être utilisés n'importe où l'interface est acceptée.

Modifié dans la version 3.6 : Ajout de la gestion de l'interface *os.PathLike*.

class pathlib.**PurePosixPath**(**pathsegments*)

Une sous-classe de *PurePath*, cette famille de chemin représente les chemins de systèmes de fichiers en dehors des chemins Windows :

```
>>> PurePosixPath('/etc')
PurePosixPath('/etc')
```

pathsegments est spécifié de manière similaire à *PurePath*.

class pathlib.**PureWindowsPath**(**pathsegments*)

Une sous-classe de *PurePath*, cette famille de chemin représente les chemins de systèmes de fichiers Windows :

```
>>> PureWindowsPath('c:/Program Files/')
PureWindowsPath('c:/Program Files')
```

pathsegments est spécifié de manière similaire à *PurePath*.

Sans tenir compte du système sur lequel vous êtes, vous pouvez instancier toutes ces classes, puisqu'elles ne fournissent aucune opération qui appelle le système d'exploitation.

Propriétés générales

Les chemins sont immuables et hachables. Les chemins d'une même famille sont comparables et ordonnables. Ces propriétés respectent l'ordre lexicographique défini par la famille :

```
>>> PurePosixPath('foo') == PurePosixPath('FOO')
False
>>> PureWindowsPath('foo') == PureWindowsPath('FOO')
True
>>> PureWindowsPath('FOO') in { PureWindowsPath('foo') }
True
>>> PureWindowsPath('C:') < PureWindowsPath('d:')
True
```

Les chemins de différentes familles ne sont pas égaux et ne peuvent être ordonnés :

```
>>> PureWindowsPath('foo') == PurePosixPath('foo')
False
>>> PureWindowsPath('foo') < PurePosixPath('foo')
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
TypeError: '<' not supported between instances of 'PureWindowsPath' and
↪'PurePosixPath'
```

Opérateurs

L'opérateur slash aide à créer les chemins enfants, de manière similaire à *os.path.join()* :

```
>>> p = PurePath('/etc')
>>> p
PurePosixPath('/etc')
>>> p / 'init.d' / 'apache2'
PurePosixPath('/etc/init.d/apache2')
>>> q = PurePath('bin')
>>> '/usr' / q
PurePosixPath('/usr/bin')
```

Un objet chemin peut être utilisé n'importe où un objet implémentant *os.PathLike* est accepté :

```
>>> import os
>>> p = PurePath('/etc')
>>> os.fspath(p)
'/etc'
```

La représentation d'un chemin en chaîne de caractères est celle du chemin brut du système de fichiers lui-même (dans sa forme native, i.e. avec des antislashs sous Windows), et que vous pouvez passer à n'importe quelle fonction prenant un chemin en tant que chaîne de caractères :

```
>>> p = PurePath('/etc')
>>> str(p)
'/etc'
>>> p = PureWindowsPath('c:/Program Files')
>>> str(p)
'c:\\Program Files'
```

De manière similaire, appeler *bytes* sur un chemin donne le chemin brut du système de fichiers en tant que bytes, tel qu'encodé par *os.fsencode()* :

```
>>> bytes(p)
b'/etc'
```

Note : Appeler *bytes* est seulement recommandé sous Unix. Sous Windows, la forme Unicode est la représentation canonique des chemins du système de fichiers.

Accéder aux parties individuelles

Pour accéder aux parties individuelles (composantes) d'un chemin, utilisez les propriétés suivantes :

`PurePath.`**`parts`**

Un tuple donnant accès aux différentes composantes du chemin :

```
>>> p = PurePath('/usr/bin/python3')
>>> p.parts
('/', 'usr', 'bin', 'python3')
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
>>> p = PureWindowsPath('c:/Program Files/PSF')
>>> p.parts
('c:\\', 'Program Files', 'PSF')
```

(notez comme le lecteur et la racine locale sont regroupés en une seule partie)

Méthodes et propriétés

Les chemins purs fournissent les méthodes et propriétés suivantes :

`PurePath.`**`drive`**

Une chaîne représentant la lettre du lecteur ou le nom, s'il y en a un :

```
>>> PureWindowsPath('c:/Program Files/').drive
'c:'
>>> PureWindowsPath('/Program Files/').drive
''
>>> PurePosixPath('/etc').drive
''
```

Les partages UNC sont aussi considérés comme des lecteurs :

```
>>> PureWindowsPath('//host/share/foo.txt').drive
'\\\\host\\share'
```

`PurePath.`**`root`**

Une chaîne de caractères représentant la racine (locale ou globale), s'il y en a une :

```
>>> PureWindowsPath('c:/Program Files/').root
'\\'
>>> PureWindowsPath('c:Program Files/').root
''
>>> PurePosixPath('/etc').root
'/'
```

Les partages UNC ont toujours une racine :

```
>>> PureWindowsPath('//host/share').root
'\\'
```

`PurePath.`**`anchor`**

La concaténation du lecteur et de la racine :

```
>>> PureWindowsPath('c:/Program Files/').anchor
'c:\\'
>>> PureWindowsPath('c:Program Files/').anchor
'c:'
>>> PurePosixPath('/etc').anchor
'/'
>>> PureWindowsPath('//host/share').anchor
'\\\\host\\share\\'
```

`PurePath.`**`parents`**

Une séquence immuable fournissant accès aux ancêtres logiques du chemin :

```
>>> p = PureWindowsPath('c:/foo/bar/setup.py')
>>> p.parents[0]
PureWindowsPath('c:/foo/bar')
>>> p.parents[1]
PureWindowsPath('c:/foo')
>>> p.parents[2]
PureWindowsPath('c:/')
```

PurePath.**parent**
Le parent logique du chemin :

```
>>> p = PurePosixPath('/a/b/c/d')
>>> p.parent
PurePosixPath('/a/b/c')
```

Vous ne pouvez pas aller au-delà d'une ancre, ou d'un chemin vide :

```
>>> p = PurePosixPath('/')
>>> p.parent
PurePosixPath('/')
>>> p = PurePosixPath('.')
>>> p.parent
PurePosixPath('.')
```

Note : C'est une opération purement lexicale, d'où le comportement suivant :

```
>>> p = PurePosixPath('foo/..')
>>> p.parent
PurePosixPath('foo')
```

Si vous voulez parcourir un chemin arbitraire du système de fichiers, il est recommandé de d'abord appeler *Path.resolve()* de manière à résoudre les liens symboliques et éliminer les composantes *"..".*

PurePath.**name**
Une chaîne représentant la composante finale du chemin, en excluant le lecteur et la racine, si présent :

```
>>> PurePosixPath('my/library/setup.py').name
'setup.py'
```

Les noms de lecteur UNC ne sont pas pris en compte :

```
>>> PureWindowsPath('//some/share/setup.py').name
'setup.py'
>>> PureWindowsPath('//some/share').name
''
```

PurePath.**suffix**
L'extension du fichier de la composante finale, si présente :

```
>>> PurePosixPath('my/library/setup.py').suffix
'.py'
>>> PurePosixPath('my/library.tar.gz').suffix
'.gz'
>>> PurePosixPath('my/library').suffix
''
```

PurePath.**suffixes**
Une liste des extensions du chemin de fichier :

```
>>> PurePosixPath('my/library.tar.gar').suffixes
['.tar', '.gar']
>>> PurePosixPath('my/library.tar.gz').suffixes
['.tar', '.gz']
>>> PurePosixPath('my/library').suffixes
[]
```

PurePath.**stem**
La composante finale du chemin, sans son suffixe :

```
>>> PurePosixPath('my/library.tar.gz').stem
'library.tar'
>>> PurePosixPath('my/library.tar').stem
'library'
>>> PurePosixPath('my/library').stem
'library'
```

PurePath.**as_posix**()
Renvoie une représentation en chaîne de caractères du chemin avec des slashs (/) :

```
>>> p = PureWindowsPath('c:\\windows')
>>> str(p)
'c:\\windows'
>>> p.as_posix()
'c:/windows'
```

PurePath.**as_uri**()
Représente le chemin en tant qu'URI de fichier. *ValueError* est levée si le chemin n'est pas absolu.

```
>>> p = PurePosixPath('/etc/passwd')
>>> p.as_uri()
'file:///etc/passwd'
>>> p = PureWindowsPath('c:/Windows')
>>> p.as_uri()
'file:///c:/Windows'
```

PurePath.**is_absolute**()
Renvoie si le chemin est absolu ou non. Un chemin est considéré absolu s'il a une racine et un lecteur (si la famille le permet) :

```
>>> PurePosixPath('/a/b').is_absolute()
True
>>> PurePosixPath('a/b').is_absolute()
False

>>> PureWindowsPath('c:/a/b').is_absolute()
True
>>> PureWindowsPath('/a/b').is_absolute()
False
>>> PureWindowsPath('c:').is_absolute()
False
>>> PureWindowsPath('//some/share').is_absolute()
True
```

PurePath.**is_reserved**()
Avec *PureWindowsPath*, renvoie `True` si le chemin est considéré réservé sous Windows, `False` sinon. Avec *PurePosixPath*, `False` est systématiquement renvoyé.

```
>>> PureWindowsPath('nul').is_reserved()
True
>>> PurePosixPath('nul').is_reserved()
False
```

Les appels au système de fichier sur des chemins réservés peuvent échouer mystérieusement ou avoir des effets inattendus.

PurePath.**joinpath**(**other*)
Appeler cette méthode équivaut à combiner le chemin avec chacun des arguments *other* :

```
>>> PurePosixPath('/etc').joinpath('passwd')
PurePosixPath('/etc/passwd')
>>> PurePosixPath('/etc').joinpath(PurePosixPath('passwd'))
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
PurePosixPath('/etc/passwd')
>>> PurePosixPath('/etc').joinpath('init.d', 'apache2')
PurePosixPath('/etc/init.d/apache2')
>>> PureWindowsPath('c:').joinpath('/Program Files')
PureWindowsPath('c:/Program Files')
```

PurePath.**match**(*pattern*)

Fait correspondre ce chemin avec le motif (*glob pattern*) fourni. Renvoie `True` si la correspondance a réussi, `False` sinon.

Si *pattern* est relatif, le chemin peut être soit relatif, soit absolu, et la correspondance est faite à partir de la droite :

```
>>> PurePath('a/b.py').match('*.py')
True
>>> PurePath('/a/b/c.py').match('b/*.py')
True
>>> PurePath('/a/b/c.py').match('a/*.py')
False
```

Si *pattern* est absolu, le chemin doit être absolu, et la correspondance doit être totale avec le chemin :

```
>>> PurePath('/a.py').match('/*.py')
True
>>> PurePath('a/b.py').match('/*.py')
False
```

As with other methods, case-sensitivity follows platform defaults :

```
>>> PurePosixPath('b.py').match('*.PY')
False
>>> PureWindowsPath('b.py').match('*.PY')
True
```

PurePath.**relative_to**(**other*)

Calcule une version du chemin en relatif au chemin représenté par *other*. Si c'est impossible, ValueError est levée :

```
>>> p = PurePosixPath('/etc/passwd')
>>> p.relative_to('/')
PurePosixPath('etc/passwd')
>>> p.relative_to('/etc')
PurePosixPath('passwd')
>>> p.relative_to('/usr')
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
  File "pathlib.py", line 694, in relative_to
    .format(str(self), str(formatted)))
ValueError: '/etc/passwd' does not start with '/usr'
```

PurePath.**with_name**(*name*)

Renvoie un nouveau chemin avec *name* changé. Si le chemin original n'a pas de nom, ValueError est levée :

```
>>> p = PureWindowsPath('c:/Downloads/pathlib.tar.gz')
>>> p.with_name('setup.py')
PureWindowsPath('c:/Downloads/setup.py')
>>> p = PureWindowsPath('c:/')
>>> p.with_name('setup.py')
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
  File "/home/antoine/cpython/default/Lib/pathlib.py", line 751, in with_name
    raise ValueError("%r has an empty name" % (self,))
ValueError: PureWindowsPath('c:/') has an empty name
```

PurePath.**with_suffix**(*suffix*)

Renvoie un nouveau chemin avec *suffix* changé. Si le chemin original n'a pas de suffixe, le nouveau *suffix* est alors ajouté. Si *suffix* est une chaîne vide, le suffixe d'origine est retiré :

```
>>> p = PureWindowsPath('c:/Downloads/pathlib.tar.gz')
>>> p.with_suffix('.bz2')
PureWindowsPath('c:/Downloads/pathlib.tar.bz2')
>>> p = PureWindowsPath('README')
>>> p.with_suffix('.txt')
PureWindowsPath('README.txt')
>>> p = PureWindowsPath('README.txt')
>>> p.with_suffix('')
PureWindowsPath('README')
```

11.1.3 Chemins concrets

Les chemins concrets sont des sous-classes des chemins purs. En plus des opérations fournies par ces derniers, ils fournissent aussi des méthodes pour faire appel au système sur des objets chemin. Il y a trois façons d'instancier des chemins concrets :

class pathlib.**Path**(**pathsegments*)

Une sous-classe de *PurePath*, cette classe représente les chemins concrets d'une famille de chemins de système de fichiers (l'instancier créé soit un *PosixPath*, soit un *WindowsPath*) :

```
>>> Path('setup.py')
PosixPath('setup.py')
```

pathsegments est spécifié de manière similaire à *PurePath*.

class pathlib.**PosixPath**(**pathsegments*)

Une sous-classe de *Path* et *PurePosixPath*, cette classe représente les chemins concrets de systèmes de fichiers non Windows :

```
>>> PosixPath('/etc')
PosixPath('/etc')
```

pathsegments est spécifié de manière similaire à *PurePath*.

class pathlib.**WindowsPath**(**pathsegments*)

Une sous-classe de *Path* et *PureWindowsPath*, cette classe représente les chemins concrets de systèmes de fichiers Windows :

```
>>> WindowsPath('c:/Program Files/')
WindowsPath('c:/Program Files')
```

pathsegments est spécifié de manière similaire à *PurePath*.

Vous ne pouvez instancier la classe de la famille qui correspond à votre système (permettre des appels au système pour des familles de chemins non compatible pourrait mener à des bogues ou à des pannes de votre application) :

```
>>> import os
>>> os.name
'posix'
>>> Path('setup.py')
PosixPath('setup.py')
>>> PosixPath('setup.py')
PosixPath('setup.py')
>>> WindowsPath('setup.py')
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
  File "pathlib.py", line 798, in __new__
    % (cls.__name__,))
NotImplementedError: cannot instantiate 'WindowsPath' on your system
```

Méthodes

Les chemins concrets fournissent les méthodes suivantes en plus des méthodes des chemins purs. Beaucoup de ces méthodes peuvent lever *OSError* si un appel au système échoue (par exemple car le chemin n'existe pas) :

classmethod Path.**cwd**()
Renvoie un nouveau chemin représentant le dossier courant (comme renvoyé par *os.getcwd()*) :

```
>>> Path.cwd()
PosixPath('/home/antoine/pathlib')
```

classmethod Path.**home**()
Renvoie un nouveau chemin représentant le dossier d'accueil de l'utilisateur (comme renvoyé par *os.path.expanduser()* avec la construction ~) :

```
>>> Path.home()
PosixPath('/home/antoine')
```

Nouveau dans la version 3.5.

Path.**stat**()
Return a *os.stat_result* object containing information about this path, like *os.stat()*. The result is looked up at each call to this method.

```
>>> p = Path('setup.py')
>>> p.stat().st_size
956
>>> p.stat().st_mtime
1327883547.852554
```

Path.**chmod**(*mode*)
Change le mode et les permissions du fichier, comme *os.chmod()* :

```
>>> p = Path('setup.py')
>>> p.stat().st_mode
33277
>>> p.chmod(0o444)
>>> p.stat().st_mode
33060
```

Path.**exists**()
Si le chemin pointe sur un fichier ou dossier existant :

```
>>> Path('.').exists()
True
>>> Path('setup.py').exists()
True
>>> Path('/etc').exists()
True
>>> Path('nonexistentfile').exists()
False
```

Note : Si le chemin pointe sur un lien symbolique, *exists()* renvoie si le lien symbolique *pointe vers* un fichier ou un dossier existant.

Path.**expanduser**()
Renvoie un nouveau chemin avec les résolutions des constructions ~ et ~user, comme retourné par *os.path.expanduser()* :

```
>>> p = PosixPath('~/films/Monty Python')
>>> p.expanduser()
PosixPath('/home/eric/films/Monty Python')
```

Nouveau dans la version 3.5.

`Path.`**`glob`**`(`*pattern*`)`

Globalise le *pattern* relatif fourni dans le dossier représenté par ce chemin, donnant tous les fichiers correspondants (de n'importe quelle sorte) :

```
>>> sorted(Path('.').glob('*.py'))
[PosixPath('pathlib.py'), PosixPath('setup.py'), PosixPath('test_pathlib.py')]
>>> sorted(Path('.').glob('*/*.py'))
[PosixPath('docs/conf.py')]
```

Le motif "`**`" signifie « ce dossier et ses sous-dossiers, récursivement ». En d'autres mots, il active la récursivité de la globalisation :

```
>>> sorted(Path('.').glob('**/*.py'))
[PosixPath('build/lib/pathlib.py'),
 PosixPath('docs/conf.py'),
 PosixPath('pathlib.py'),
 PosixPath('setup.py'),
 PosixPath('test_pathlib.py')]
```

Note : Utiliser le motif "`**`" dans de grandes arborescences de dossier peut consommer une quantité de temps démesurée.

`Path.`**`group`**`()`

Renvoie le nom du groupe auquel appartient le fichier. *`KeyError`* est levée si l'identifiant de groupe du fichier n'est pas trouvé dans la base de données système.

`Path.`**`is_dir`**`()`

Renvoie `True` si le chemin pointe vers un dossier (ou un lien symbolique pointant vers un dossier), `False` s'il pointe vers une autre sorte de fichier.

`False` est aussi renvoyé si le chemin n'existe pas ou est un lien symbolique cassé ; d'autres erreurs (telles que les erreurs de permission) sont propagées.

`Path.`**`is_file`**`()`

Renvoie `True` si le chemin pointe vers un fichier normal (ou un lien symbolique pointe vers un fichier normal), `False` s'il pointe vers une autre sorte de fichier.

`False` est aussi renvoyé si le chemin n'existe pas ou est un lien symbolique cassé ; d'autres erreurs (telles que les erreurs de permission) sont propagées.

`Path.`**`is_mount`**`()`

Renvoie `True` si le chemin pointe vers un *point de montage* : un point dans le système de fichiers où un système de fichiers différent a été monté. Sous POSIX, la fonction vérifie si le parent de *path*, `path/..`, se trouve sur un autre périphérique que *path*, ou si `path/..` et *path* pointe sur le même *i-node* sur le même périphérique --- ceci devrait détecter tous les points de montage pour toutes les variantes Unix et POSIX. Non implémenté sous Windows.

Nouveau dans la version 3.7.

`Path.`**`is_symlink`**`()`

Renvoie `True` si le chemin pointe sur un lien symbolique, `False` sinon.

`False` est aussi renvoyé si le chemin n'existe pas ; d'autres erreurs (telles que les erreurs de permission) sont propagées.

`Path.`**`is_socket`**`()`

Renvoie `True` si le chemin pointe vers un connecteur Unix (ou un lien symbolique pointant vers un connecteur Unix), `False` s'il pointe vers une autre sorte de fichier.

`False` est aussi renvoyé si le chemin n'existe pas ou est un lien symbolique cassé ; d'autres erreurs (telles que les erreurs de permission) sont propagées.

`Path.`**`is_fifo`**`()`
Renvoie `True` si le chemin pointe vers une FIFO (ou un lien symbolique pointant vers une FIFO), `False` s'il pointe vers une autre sorte de fichier.

`False` est aussi renvoyé si le chemin n'existe pas ou est un lien symbolique cassé ; d'autres erreurs (telles que les erreurs de permission) sont propagées.

`Path.`**`is_block_device`**`()`
Renvoie `True` si le chemin pointe vers un périphérique (ou un lien symbolique pointant vers un périphérique), `False` s'il pointe vers une autre sorte de fichier.

`False` est aussi renvoyé si le chemin n'existe pas ou est un lien symbolique cassé ; d'autres erreurs (telles que les erreurs de permission) sont propagées.

`Path.`**`is_char_device`**`()`
Renvoie `True` si le chemin pointe vers un périphérique à caractères (ou un lien symbolique pointant vers un périphérique à caractères), `False` s'il pointe vers une autre sorte de fichier.

`False` est aussi renvoyé si le chemin n'existe pas ou est un lien symbolique cassé ; d'autres erreurs (telles que les erreurs de permission) sont propagées.

`Path.`**`iterdir`**`()`
Quand le chemin pointe vers un dossier, donne les chemins du contenu du dossier :

```
>>> p = Path('docs')
>>> for child in p.iterdir(): child
...
PosixPath('docs/conf.py')
PosixPath('docs/_templates')
PosixPath('docs/make.bat')
PosixPath('docs/index.rst')
PosixPath('docs/_build')
PosixPath('docs/_static')
PosixPath('docs/Makefile')
```

`Path.`**`lchmod`**`(`*mode*`)`
Comme *`Path.chmod()`*, mais, si le chemin pointe vers un lien symbolique, le mode du lien symbolique est changé plutôt que celui de sa cible.

`Path.`**`lstat`**`()`
Comme *`Path.stat()`*, mais, si le chemin pointe vers un lien symbolique, renvoie les informations du lien symbolique plutôt que celui de sa cible.

`Path.`**`mkdir`**`(`*mode=0o777*, *parents=False*, *exist_ok=False*`)`
Créer un nouveau dossier au chemin fourni. Si *mode* est fourni, il est combiné avec la valeur de l'`umask` du processus pour déterminer le mode de fichier et les droits d'accès. Si le chemin existe déjà, *`FileExistsError`* est levée.

Si *parents* est vrai, chaque parent de ce chemin est créé si besoin ; ils sont créés avec les permissions par défaut sans prendre en compte *mode* (reproduisant la commande POSIX `mkdir -p`).

Si *parents* est faux (valeur par défaut), un parent manquant lève *`FileNotFoundError`*.

Si *exist_ok* est faux (valeur par défaut), *`FileExistsError`* est levé si le dossier cible existe déjà.

If *exist_ok* est vrai, les exceptions *`FileExistsError`* seront ignorées (même comportement que la commande POSIX `mkdir -p`), mais seulement si le dernier segment de chemin existe et n'est pas un dossier.

Modifié dans la version 3.5 : Le paramètre *exist_ok* a été ajouté.

`Path.`**`open`**`(`*mode='r'*, *buffering=-1*, *encoding=None*, *errors=None*, *newline=None*`)`
Ouvre le fichier pointé par le chemin, comme la fonction native *`open()`* le fait :

```
>>> p = Path('setup.py')
>>> with p.open() as f:
...     f.readline()
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
...
'#!/usr/bin/env python3\n'
```

`Path.`**`owner`**`()`
Renvoie le nom de l'utilisateur auquel appartient le fichier. *`KeyError`* est levée si l'identifiant utilisateur du fichier n'est pas trouvé dans la base de données du système.

`Path.`**`read_bytes`**`()`
Renvoie le contenu binaire du fichier pointé en tant que bytes :

```
>>> p = Path('my_binary_file')
>>> p.write_bytes(b'Binary file contents')
20
>>> p.read_bytes()
b'Binary file contents'
```

Nouveau dans la version 3.5.

`Path.`**`read_text`**`(`*encoding=None*, *errors=None*`)`
Renvoie le contenu décodé du fichier pointé en tant que chaîne de caractères :

```
>>> p = Path('my_text_file')
>>> p.write_text('Text file contents')
18
>>> p.read_text()
'Text file contents'
```

Le fichier est ouvert, puis fermé. Les paramètres optionnels ont la même signification que dans *`open()`*.
Nouveau dans la version 3.5.

`Path.`**`rename`**`(`*target*`)`
Renomme ce fichier ou dossier vers la cible *target* fournie. Sur Unix, si *target* existe et que c'est un fichier, il sera remplacé silencieusement si l'utilisateur a la permission. *target* peut être soit une chaîne de caractères, soit un autre chemin :

```
>>> p = Path('foo')
>>> p.open('w').write('some text')
9
>>> target = Path('bar')
>>> p.rename(target)
>>> target.open().read()
'some text'
```

`Path.`**`replace`**`(`*target*`)`
Renomme ce fichier ou dossier vers la cible *target* fournie. Si *target* pointe sur un fichier ou un dossier existant, il sera remplacé de manière inconditionnelle.

`Path.`**`resolve`**`(`*strict=False*`)`
Rend le chemin absolu, résolvant les liens symboliques. Un nouveau chemin est renvoyé :

```
>>> p = Path()
>>> p
PosixPath('.')
>>> p.resolve()
PosixPath('/home/antoine/pathlib')
```

Les composantes "`..`" sont aussi éliminées (c'est la seule méthode pour le faire) :

```
>>> p = Path('docs/../setup.py')
>>> p.resolve()
PosixPath('/home/antoine/pathlib/setup.py')
```

Si le chemin n'existe pas et que *strict* est `True`, *FileNotFoundError* est levée. Si *strict* est `False`, le chemin est résolu aussi loin que possible et le reste potentiel est ajouté à la fin sans vérifier s'il existe. Si une boucle infinie est rencontrée lors de la résolution du chemin, *RuntimeError* est levée.

Nouveau dans la version 3.6 : L'argument *strict* (le comportement *pré-3.6* est strict).

`Path.`**`rglob`**`(`*pattern*`)`

C'est similaire à appeler *Path.glob()* avec "`**/`" ajouté au début du *pattern* relatif :

```
>>> sorted(Path().rglob("*.py"))
[PosixPath('build/lib/pathlib.py'),
 PosixPath('docs/conf.py'),
 PosixPath('pathlib.py'),
 PosixPath('setup.py'),
 PosixPath('test_pathlib.py')]
```

`Path.`**`rmdir`**`()`

Supprime ce dossier. Le dossier doit être vide.

`Path.`**`samefile`**`(`*other_path*`)`

Renvoie si ce chemin pointe vers le même fichier que *other_path*, qui peut être soit un chemin, soit une chaîne de caractères. La sémantique est similaire à *os.path.samefile()* et *os.path.samestat()*.

OSError peut être levée si l'un des fichiers ne peut être accédé pour quelque raison.

```
>>> p = Path('spam')
>>> q = Path('eggs')
>>> p.samefile(q)
False
>>> p.samefile('spam')
True
```

Nouveau dans la version 3.5.

`Path.`**`symlink_to`**`(`*target*, *target_is_directory=False*`)`

Fait de ce chemin un lien symbolique vers *target*. Sous Windows, *target_is_directory* doit être vrai (la valeur par défaut étant `False`) si la cible du lien est un dossier. Sous POSIX, la valeur de *target_is_directory* est ignorée.

```
>>> p = Path('mylink')
>>> p.symlink_to('setup.py')
>>> p.resolve()
PosixPath('/home/antoine/pathlib/setup.py')
>>> p.stat().st_size
956
>>> p.lstat().st_size
8
```

Note : L'ordre des arguments (lien, cible) est l'opposé de ceux de *os.symlink()*.

`Path.`**`touch`**`(`*mode=0o666*, *exist_ok=True*`)`

Créer un fichier au chemin donné. Si *mode* est fourni, il est combiné avec la valeur de l'`umask` du processus pour déterminer le mode du fichier et les drapeaux d'accès. Si le fichier existe déjà, la fonction réussit si *exist_ok* est vrai (et si l'heure de modification est mise à jour avec l'heure courante), sinon *FileExistsError* est levée.

`Path.`**`unlink`**`()`

Supprime ce fichier ou lien symbolique. Si le chemin pointe vers un dossier, utilisez *Path.rmdir()* à la place.

`Path.`**`write_bytes`**`(`*data*`)`

Ouvre le fichier pointé en mode binaire, écrit *data* dedans, et ferme le fichier :

```
>>> p = Path('my_binary_file')
>>> p.write_bytes(b'Binary file contents')
20
>>> p.read_bytes()
b'Binary file contents'
```

Le fichier du même nom, s'il existe, est écrasé.

Nouveau dans la version 3.5.

`Path.`**`write_text`**(*data*, *encoding=None*, *errors=None*)

Ouvre le fichier pointé en mode texte, écrit *data* dedans, et ferme le fichier :

```
>>> p = Path('my_text_file')
>>> p.write_text('Text file contents')
18
>>> p.read_text()
'Text file contents'
```

Nouveau dans la version 3.5.

11.1.4 Correspondance des outils du module `os`

Ci-dessous se trouve un tableau associant diverses fonctions `os` à leur équivalent `PurePath` / `Path` correspondant.

Note : Bien que `os.path.relpath()` et `PurePath.relative_to()` aient des cas d'utilisation qui se chevauchent, leur sémantique diffère suffisamment pour ne pas les considérer comme équivalentes.

os et *os.path*	pathlib
`os.path.abspath()`	`Path.resolve()`
`os.chmod()`	`Path.chmod()`
`os.mkdir()`	`Path.mkdir()`
`os.rename()`	`Path.rename()`
`os.replace()`	`Path.replace()`
`os.rmdir()`	`Path.rmdir()`
`os.remove()`, `os.unlink()`	`Path.unlink()`
`os.getcwd()`	`Path.cwd()`
`os.path.exists()`	`Path.exists()`
`os.path.expanduser()`	`Path.expanduser()` et `Path.home()`
`os.path.isdir()`	`Path.is_dir()`
`os.path.isfile()`	`Path.is_file()`
`os.path.islink()`	`Path.is_symlink()`
`os.stat()`	`Path.stat()`, `Path.owner()`, `Path.group()`
`os.path.isabs()`	`PurePath.is_absolute()`
`os.path.join()`	`PurePath.joinpath()`
`os.path.basename()`	`PurePath.name`
`os.path.dirname()`	`PurePath.parent`
`os.path.samefile()`	`Path.samefile()`
`os.path.splitext()`	`PurePath.suffix`

11.2 os.path — manipulation courante des chemins

Code source : Lib/posixpath.py (pour POSIX), Lib/ntpath.py (pour Windows NT), et Lib/macpath.py (pour Macintosh)

Ce module implémente certaines fonctions utiles sur le nom des chemins. Pour lire ou écrire des fichiers, voir *open()*, et pour accéder au système de fichier, voir le module *os*. Les paramètres de chemin d'accès peuvent être passés sous forme de chaînes de caractères ou de chaîne d'octets. Les programmes sont encouragés à représenter les noms de fichiers en tant que chaînes de caractères Unicode. Malheureusement, certains noms de fichiers peuvent ne pas être représentés sous forme de chaînes de caractères sous UNIX, ainsi, les programmes qui doivent prendre en charge les noms de fichiers arbitraires sur UNIX doivent utiliser des chaînes d'octets pour représenter leurs chemins d'accès. Inversement, l'utilisation de chaîne d'octets ne peut pas représenter tous les noms de fichiers sous Windows (dans le codage `mbcs` standard), par conséquent les applications Windows doivent utiliser des chaînes de caractères Unicode pour accéder à tous les fichiers.

Contrairement à une invite de commandes Unix, Python ne fait aucune extension de chemin *automatique*. Des fonctions telles que *expanduser()* et *expandvars()* peuvent être appelées explicitement lorsqu'une application souhaite une extension de chemin semblable à celui d'une invite de commande (voir aussi le module *glob*).

Voir aussi :

Le module *pathlib* offre une représentation objet de haut niveau des chemins.

Note : Toutes ces fonctions n'acceptent que des chaînes d'octets ou des chaînes de caractères en tant que paramètres. Le résultat est un objet du même type si un chemin ou un nom de fichier est renvoyé.

Note : Comme les différents systèmes d'exploitation ont des conventions de noms de chemins différentes, il existe plusieurs versions de ce module dans la bibliothèque standard. Le module *os.path* est toujours le module de chemin adapté au système d'exploitation sur lequel Python tourne, et donc adapté pour les chemins locaux. Cependant, vous pouvez également importer et utiliser les modules individuels si vous voulez manipuler un chemin qui est *toujours* dans l'un des différents formats. Ils ont tous la même interface :

- `posixpath` pour les chemins de type UNIX
- `ntpath` pour les chemins Windows
- *macpath* pour l'ancienne forme des chemins MacOS

`os.path.`**`abspath`**(*path*)
: Renvoie une version absolue et normalisée du chemin d'accès *path*. Sur la plupart des plates-formes, cela équivaut à appeler la fonction *normpath()* comme suit : `normpath(join(os.getcwd(), chemin))`.

  Modifié dans la version 3.6 : Accepte un *path-like object*.

`os.path.`**`basename`**(*path*)
: Renvoie le nom de base du chemin d'accès *path*. C'est le second élément de la paire renvoyée en passant *path* à la fonction *split()*. Notez que le résultat de cette fonction est différent de celui du programme Unix **basename** ; là où **basename** pour `'/foo/bar/'` renvoie `'bar'`, la fonction *basename()* renvoie une chaîne vide (`''`).

  Modifié dans la version 3.6 : Accepte un *path-like object*.

`os.path.`**`commonpath`**(*paths*)
: Return the longest common sub-path of each pathname in the sequence *paths*. Raise *ValueError* if *paths* contains both absolute and relative pathnames, or if *paths* is empty. Unlike *commonprefix()*, this returns a valid path.

  Disponibilité : Unix, Windows.

  Nouveau dans la version 3.5.

  Modifié dans la version 3.6 : Accepts a sequence of *path-like objects*.

os.path.**commonprefix**(*list*)
Return the longest path prefix (taken character-by-character) that is a prefix of all paths in *list*. If *list* is empty, return the empty string (`''`).

Note : This function may return invalid paths because it works a character at a time. To obtain a valid path, see *commonpath()*.

```
>>> os.path.commonprefix(['/usr/lib', '/usr/local/lib'])
'/usr/l'

>>> os.path.commonpath(['/usr/lib', '/usr/local/lib'])
'/usr'
```

Modifié dans la version 3.6 : Accepte un *path-like object*.

os.path.**dirname**(*path*)
Return the directory name of pathname *path*. This is the first element of the pair returned by passing *path* to the function *split()*.

Modifié dans la version 3.6 : Accepte un *path-like object*.

os.path.**exists**(*path*)
Return `True` if *path* refers to an existing path or an open file descriptor. Returns `False` for broken symbolic links. On some platforms, this function may return `False` if permission is not granted to execute *os.stat()* on the requested file, even if the *path* physically exists.

Modifié dans la version 3.3 : *path* can now be an integer : `True` is returned if it is an open file descriptor, `False` otherwise.

Modifié dans la version 3.6 : Accepte un *path-like object*.

os.path.**lexists**(*path*)
Return `True` if *path* refers to an existing path. Returns `True` for broken symbolic links. Equivalent to *exists()* on platforms lacking *os.lstat()*.

Modifié dans la version 3.6 : Accepte un *path-like object*.

os.path.**expanduser**(*path*)
On Unix and Windows, return the argument with an initial component of ~ or `~user` replaced by that *user*'s home directory.

On Unix, an initial ~ is replaced by the environment variable `HOME` if it is set ; otherwise the current user's home directory is looked up in the password directory through the built-in module *pwd*. An initial `~user` is looked up directly in the password directory.

On Windows, `HOME` and `USERPROFILE` will be used if set, otherwise a combination of `HOMEPATH` and `HOMEDRIVE` will be used. An initial `~user` is handled by stripping the last directory component from the created user path derived above.

If the expansion fails or if the path does not begin with a tilde, the path is returned unchanged.

Modifié dans la version 3.6 : Accepte un *path-like object*.

os.path.**expandvars**(*path*)
Return the argument with environment variables expanded. Substrings of the form `$name` or `${name}` are replaced by the value of environment variable *name*. Malformed variable names and references to non-existing variables are left unchanged.

On Windows, `%name%` expansions are supported in addition to `$name` and `${name}`.

Modifié dans la version 3.6 : Accepte un *path-like object*.

os.path.**getatime**(*path*)
Return the time of last access of *path*. The return value is a floating point number giving the number of seconds since the epoch (see the *time* module). Raise *OSError* if the file does not exist or is inaccessible.

os.path.**getmtime**(*path*)
Return the time of last modification of *path*. The return value is a floating point number giving the number of seconds since the epoch (see the *time* module). Raise *OSError* if the file does not exist or is inaccessible.

Modifié dans la version 3.6 : Accepte un *path-like object*.

os.path.**getctime**(*path*)
Return the system's ctime which, on some systems (like Unix) is the time of the last metadata change, and, on others (like Windows), is the creation time for *path*. The return value is a number giving the number of seconds since the epoch (see the *time* module). Raise *OSError* if the file does not exist or is inaccessible.

Modifié dans la version 3.6 : Accepte un *path-like object*.

os.path.**getsize**(*path*)
Return the size, in bytes, of *path*. Raise *OSError* if the file does not exist or is inaccessible.

Modifié dans la version 3.6 : Accepte un *path-like object*.

os.path.**isabs**(*path*)
Return True if *path* is an absolute pathname. On Unix, that means it begins with a slash, on Windows that it begins with a (back)slash after chopping off a potential drive letter.

Modifié dans la version 3.6 : Accepte un *path-like object*.

os.path.**isfile**(*path*)
Return True if *path* is an *existing* regular file. This follows symbolic links, so both *islink()* and *isfile()* can be true for the same path.

Modifié dans la version 3.6 : Accepte un *path-like object*.

os.path.**isdir**(*path*)
Return True if *path* is an *existing* directory. This follows symbolic links, so both *islink()* and *isdir()* can be true for the same path.

Modifié dans la version 3.6 : Accepte un *path-like object*.

os.path.**islink**(*path*)
Return True if *path* refers to an *existing* directory entry that is a symbolic link. Always False if symbolic links are not supported by the Python runtime.

Modifié dans la version 3.6 : Accepte un *path-like object*.

os.path.**ismount**(*path*)
Return True if pathname *path* is a *mount point* : a point in a file system where a different file system has been mounted. On POSIX, the function checks whether *path*'s parent, *path*/.., is on a different device than *path*, or whether *path*/.. and *path* point to the same i-node on the same device --- this should detect mount points for all Unix and POSIX variants. It is not able to reliably detect bind mounts on the same file-system. On Windows, a drive letter root and a share UNC are always mount points, and for any other path GetVolumePathName is called to see if it is different from the input path.

Nouveau dans la version 3.4 : Support for detecting non-root mount points on Windows.

Modifié dans la version 3.6 : Accepte un *path-like object*.

os.path.**join**(*path*, **paths*)
Join one or more path components intelligently. The return value is the concatenation of *path* and any members of **paths* with exactly one directory separator (os.sep) following each non-empty part except the last, meaning that the result will only end in a separator if the last part is empty. If a component is an absolute path, all previous components are thrown away and joining continues from the absolute path component.

On Windows, the drive letter is not reset when an absolute path component (e.g., r'\foo') is encountered. If a component contains a drive letter, all previous components are thrown away and the drive letter is reset. Note that since there is a current directory for each drive, os.path.join("c:", "foo") represents a path relative to the current directory on drive C: (c:foo), not c:\foo.

Modifié dans la version 3.6 : Accepts a *path-like object* for *path* and *paths*.

os.path.**normcase**(*path*)
Normalize the case of a pathname. On Windows, convert all characters in the pathname to lowercase, and also convert forward slashes to backward slashes. On other operating systems, return the path unchanged. Raise a *TypeError* if the type of *path* is not str or bytes (directly or indirectly through the *os.PathLike* interface).

Modifié dans la version 3.6 : Accepte un *path-like object*.

os.path.**normpath**(*path*)
Normalize a pathname by collapsing redundant separators and up-level references so that A//B, A/B/, A/./B and A/foo/../B all become A/B. This string manipulation may change the meaning of a path that

contains symbolic links. On Windows, it converts forward slashes to backward slashes. To normalize case, use *normcase()*.

Modifié dans la version 3.6 : Accepte un *path-like object*.

os.path.**realpath**(*path*)

Return the canonical path of the specified filename, eliminating any symbolic links encountered in the path (if they are supported by the operating system).

Modifié dans la version 3.6 : Accepte un *path-like object*.

os.path.**relpath**(*path*, *start=os.curdir*)

Return a relative filepath to *path* either from the current directory or from an optional *start* directory. This is a path computation : the filesystem is not accessed to confirm the existence or nature of *path* or *start*.

start defaults to *os.curdir*.

Disponibilité : Unix, Windows.

Modifié dans la version 3.6 : Accepte un *path-like object*.

os.path.**samefile**(*path1*, *path2*)

Return `True` if both pathname arguments refer to the same file or directory. This is determined by the device number and i-node number and raises an exception if an *os.stat()* call on either pathname fails.

Disponibilité : Unix, Windows.

Modifié dans la version 3.2 : Prise en charge de Windows.

Modifié dans la version 3.4 : Windows now uses the same implementation as all other platforms.

Modifié dans la version 3.6 : Accepte un *path-like object*.

os.path.**sameopenfile**(*fp1*, *fp2*)

Return `True` if the file descriptors *fp1* and *fp2* refer to the same file.

Disponibilité : Unix, Windows.

Modifié dans la version 3.2 : Prise en charge de Windows.

Modifié dans la version 3.6 : Accepte un *path-like object*.

os.path.**samestat**(*stat1*, *stat2*)

Return `True` if the stat tuples *stat1* and *stat2* refer to the same file. These structures may have been returned by *os.fstat()*, *os.lstat()*, or *os.stat()*. This function implements the underlying comparison used by *samefile()* and *sameopenfile()*.

Disponibilité : Unix, Windows.

Modifié dans la version 3.4 : Prise en charge de Windows.

Modifié dans la version 3.6 : Accepte un *path-like object*.

os.path.**split**(*path*)

Split the pathname *path* into a pair, `(head, tail)` where *tail* is the last pathname component and *head* is everything leading up to that. The *tail* part will never contain a slash ; if *path* ends in a slash, *tail* will be empty. If there is no slash in *path*, *head* will be empty. If *path* is empty, both *head* and *tail* are empty. Trailing slashes are stripped from *head* unless it is the root (one or more slashes only). In all cases, `join(head, tail)` returns a path to the same location as *path* (but the strings may differ). Also see the functions *dirname()* and *basename()*.

Modifié dans la version 3.6 : Accepte un *path-like object*.

os.path.**splitdrive**(*path*)

Split the pathname *path* into a pair `(drive, tail)` where *drive* is either a mount point or the empty string. On systems which do not use drive specifications, *drive* will always be the empty string. In all cases, `drive + tail` will be the same as *path*.

On Windows, splits a pathname into drive/UNC sharepoint and relative path.

If the path contains a drive letter, drive will contain everything up to and including the colon. e.g. `splitdrive("c:/dir")` returns `("c:", "/dir")`

If the path contains a UNC path, drive will contain the host name and share, up to but not including the fourth separator. e.g. `splitdrive("//host/computer/dir")` returns `("//host/computer", "/dir")`

Modifié dans la version 3.6 : Accepte un *path-like object*.

os.path.**splitext**(*path*)
Split the pathname *path* into a pair `(root, ext)` such that `root + ext == path`, and *ext* is empty or begins with a period and contains at most one period. Leading periods on the basename are ignored; `splitext('.cshrc')` returns `('.cshrc', '')`.

Modifié dans la version 3.6 : Accepte un *path-like object*.

os.path.**supports_unicode_filenames**
`True` if arbitrary Unicode strings can be used as file names (within limitations imposed by the file system).

11.3 `fileinput` --- Iterate over lines from multiple input streams

Code source : Lib/fileinput.py

This module implements a helper class and functions to quickly write a loop over standard input or a list of files. If you just want to read or write one file see *open()*.

The typical use is :

```
import fileinput
for line in fileinput.input():
    process(line)
```

This iterates over the lines of all files listed in `sys.argv[1:]`, defaulting to `sys.stdin` if the list is empty. If a filename is `'-'`, it is also replaced by `sys.stdin` and the optional arguments *mode* and *openhook* are ignored. To specify an alternative list of filenames, pass it as the first argument to *input()*. A single file name is also allowed.

All files are opened in text mode by default, but you can override this by specifying the *mode* parameter in the call to *input()* or *FileInput*. If an I/O error occurs during opening or reading a file, *OSError* is raised.

Modifié dans la version 3.3 : *IOError* used to be raised; it is now an alias of *OSError*.

If `sys.stdin` is used more than once, the second and further use will return no lines, except perhaps for interactive use, or if it has been explicitly reset (e.g. using `sys.stdin.seek(0)`).

Empty files are opened and immediately closed; the only time their presence in the list of filenames is noticeable at all is when the last file opened is empty.

Lines are returned with any newlines intact, which means that the last line in a file may not have one.

You can control how files are opened by providing an opening hook via the *openhook* parameter to *fileinput.input()* or *FileInput()*. The hook must be a function that takes two arguments, *filename* and *mode*, and returns an accordingly opened file-like object. Two useful hooks are already provided by this module.

The following function is the primary interface of this module :

fileinput.**input**(*files=None*, *inplace=False*, *backup=''*, *bufsize=0*, *mode='r'*, *openhook=None*)
Create an instance of the *FileInput* class. The instance will be used as global state for the functions of this module, and is also returned to use during iteration. The parameters to this function will be passed along to the constructor of the *FileInput* class.

The *FileInput* instance can be used as a context manager in the `with` statement. In this example, *input* is closed after the `with` statement is exited, even if an exception occurs :

```
with fileinput.input(files=('spam.txt', 'eggs.txt')) as f:
    for line in f:
        process(line)
```

Modifié dans la version 3.2 : Can be used as a context manager.

Deprecated since version 3.6, will be removed in version 3.8 : The *bufsize* parameter.

The following functions use the global state created by *fileinput.input()*; if there is no active state, *RuntimeError* is raised.

fileinput.**filename**()
Return the name of the file currently being read. Before the first line has been read, returns None.

fileinput.**fileno**()
Return the integer "file descriptor" for the current file. When no file is opened (before the first line and between files), returns -1.

fileinput.**lineno**()
Return the cumulative line number of the line that has just been read. Before the first line has been read, returns 0. After the last line of the last file has been read, returns the line number of that line.

fileinput.**filelineno**()
Return the line number in the current file. Before the first line has been read, returns 0. After the last line of the last file has been read, returns the line number of that line within the file.

fileinput.**isfirstline**()
Return True if the line just read is the first line of its file, otherwise return False.

fileinput.**isstdin**()
Return True if the last line was read from sys.stdin, otherwise return False.

fileinput.**nextfile**()
Close the current file so that the next iteration will read the first line from the next file (if any); lines not read from the file will not count towards the cumulative line count. The filename is not changed until after the first line of the next file has been read. Before the first line has been read, this function has no effect; it cannot be used to skip the first file. After the last line of the last file has been read, this function has no effect.

fileinput.**close**()
Close the sequence.

The class which implements the sequence behavior provided by the module is available for subclassing as well :

class fileinput.**FileInput**(*files=None*, *inplace=False*, *backup=''*, *bufsize=0*, *mode='r'*, *openhook=None*)
Class *FileInput* is the implementation; its methods *filename()*, *fileno()*, *lineno()*, *filelineno()*, *isfirstline()*, *isstdin()*, *nextfile()* and *close()* correspond to the functions of the same name in the module. In addition it has a *readline()* method which returns the next input line, and a __getitem__() method which implements the sequence behavior. The sequence must be accessed in strictly sequential order; random access and *readline()* cannot be mixed.
With *mode* you can specify which file mode will be passed to *open()*. It must be one of 'r', 'rU', 'U' and 'rb'.
The *openhook*, when given, must be a function that takes two arguments, *filename* and *mode*, and returns an accordingly opened file-like object. You cannot use *inplace* and *openhook* together.
A *FileInput* instance can be used as a context manager in the with statement. In this example, *input* is closed after the with statement is exited, even if an exception occurs :

```
with FileInput(files=('spam.txt', 'eggs.txt')) as input:
    process(input)
```

Modifié dans la version 3.2 : Can be used as a context manager.
Obsolète depuis la version 3.4 : The 'rU' and 'U' modes.
Deprecated since version 3.6, will be removed in version 3.8 : The *bufsize* parameter.

Optional in-place filtering : if the keyword argument inplace=True is passed to *fileinput.input()* or to the *FileInput* constructor, the file is moved to a backup file and standard output is directed to the input file (if a file of the same name as the backup file already exists, it will be replaced silently). This makes it possible to write a filter that rewrites its input file in place. If the *backup* parameter is given (typically as backup='.<some extension>'), it specifies the extension for the backup file, and the backup file remains around; by default, the extension is '.bak' and it is deleted when the output file is closed. In-place filtering is disabled when standard input is read.

The two following opening hooks are provided by this module :

fileinput.**hook_compressed**(*filename*, *mode*)
Transparently opens files compressed with gzip and bzip2 (recognized by the extensions '.gz' and '.bz2')

using the *gzip* and *bz2* modules. If the filename extension is not `'.gz'` or `'.bz2'`, the file is opened normally (ie, using *open()* without any decompression).

Usage example : `fi = fileinput.FileInput(openhook=fileinput.hook_compressed)`

`fileinput.`**hook_encoded**(*encoding*, *errors=None*)

Returns a hook which opens each file with *open()*, using the given *encoding* and *errors* to read the file.

Usage example : `fi = fileinput.FileInput(openhook=fileinput.hook_encoded("utf-8", "surrogateescape"))`

Modifié dans la version 3.6 : Added the optional *errors* parameter.

11.4 `stat` --- Interpreting `stat()` results

Source code : Lib/stat.py

The *stat* module defines constants and functions for interpreting the results of *os.stat()*, *os.fstat()* and *os.lstat()* (if they exist). For complete details about the `stat()`, `fstat()` and `lstat()` calls, consult the documentation for your system.

Modifié dans la version 3.4 : The stat module is backed by a C implementation.

The *stat* module defines the following functions to test for specific file types :

`stat.`**S_ISDIR**(*mode*)

Return non-zero if the mode is from a directory.

`stat.`**S_ISCHR**(*mode*)

Return non-zero if the mode is from a character special device file.

`stat.`**S_ISBLK**(*mode*)

Return non-zero if the mode is from a block special device file.

`stat.`**S_ISREG**(*mode*)

Return non-zero if the mode is from a regular file.

`stat.`**S_ISFIFO**(*mode*)

Return non-zero if the mode is from a FIFO (named pipe).

`stat.`**S_ISLNK**(*mode*)

Return non-zero if the mode is from a symbolic link.

`stat.`**S_ISSOCK**(*mode*)

Return non-zero if the mode is from a socket.

`stat.`**S_ISDOOR**(*mode*)

Return non-zero if the mode is from a door.

Nouveau dans la version 3.4.

`stat.`**S_ISPORT**(*mode*)

Return non-zero if the mode is from an event port.

Nouveau dans la version 3.4.

`stat.`**S_ISWHT**(*mode*)

Return non-zero if the mode is from a whiteout.

Nouveau dans la version 3.4.

Two additional functions are defined for more general manipulation of the file's mode :

`stat.`**S_IMODE**(*mode*)

Return the portion of the file's mode that can be set by *os.chmod()*---that is, the file's permission bits, plus the sticky bit, set-group-id, and set-user-id bits (on systems that support them).

`stat.`**S_IFMT**(*mode*)

Return the portion of the file's mode that describes the file type (used by the `S_IS*()` functions above).

Normally, you would use the `os.path.is*()` functions for testing the type of a file ; the functions here are useful when you are doing multiple tests of the same file and wish to avoid the overhead of the `stat()` system call for each test. These are also useful when checking for information about a file that isn't handled by *os.path*, like the tests for block and character devices.

Exemple :

```
import os, sys
from stat import *

def walktree(top, callback):
    '''recursively descend the directory tree rooted at top,
       calling the callback function for each regular file'''

    for f in os.listdir(top):
        pathname = os.path.join(top, f)
        mode = os.stat(pathname).st_mode
        if S_ISDIR(mode):
            # It's a directory, recurse into it
            walktree(pathname, callback)
        elif S_ISREG(mode):
            # It's a file, call the callback function
            callback(pathname)
        else:
            # Unknown file type, print a message
            print('Skipping %s' % pathname)

def visitfile(file):
    print('visiting', file)

if __name__ == '__main__':
    walktree(sys.argv[1], visitfile)
```

An additional utility function is provided to convert a file's mode in a human readable string :

`stat.`**`filemode`**(*mode*)
Convert a file's mode to a string of the form '-rwxrwxrwx'.

Nouveau dans la version 3.3.

Modifié dans la version 3.4 : The function supports *S_IFDOOR*, *S_IFPORT* and *S_IFWHT*.

All the variables below are simply symbolic indexes into the 10-tuple returned by *os.stat()*, *os.fstat()* or *os.lstat()*.

`stat.`**`ST_MODE`**
Inode protection mode.

`stat.`**`ST_INO`**
Numéro d'*inode*.

`stat.`**`ST_DEV`**
Device inode resides on.

`stat.`**`ST_NLINK`**
Number of links to the inode.

`stat.`**`ST_UID`**
User id of the owner.

`stat.`**`ST_GID`**
Group id of the owner.

`stat.`**`ST_SIZE`**
Size in bytes of a plain file ; amount of data waiting on some special files.

`stat.`**`ST_ATIME`**
Time of last access.

stat.**ST_MTIME**
L'heure de la dernière modification.

stat.**ST_CTIME**
The "ctime" as reported by the operating system. On some systems (like Unix) is the time of the last metadata change, and, on others (like Windows), is the creation time (see platform documentation for details).

The interpretation of "file size" changes according to the file type. For plain files this is the size of the file in bytes. For FIFOs and sockets under most flavors of Unix (including Linux in particular), the "size" is the number of bytes waiting to be read at the time of the call to *os.stat()*, *os.fstat()*, or *os.lstat()* ; this can sometimes be useful, especially for polling one of these special files after a non-blocking open. The meaning of the size field for other character and block devices varies more, depending on the implementation of the underlying system call.

The variables below define the flags used in the *ST_MODE* field.

Use of the functions above is more portable than use of the first set of flags :

stat.**S_IFSOCK**
Socket.

stat.**S_IFLNK**
Symbolic link.

stat.**S_IFREG**
Regular file.

stat.**S_IFBLK**
Block device.

stat.**S_IFDIR**
Dossier.

stat.**S_IFCHR**
Character device.

stat.**S_IFIFO**
FIFO.

stat.**S_IFDOOR**
Door.

Nouveau dans la version 3.4.

stat.**S_IFPORT**
Event port.

Nouveau dans la version 3.4.

stat.**S_IFWHT**
Whiteout.

Nouveau dans la version 3.4.

Note : *S_IFDOOR*, *S_IFPORT* or *S_IFWHT* are defined as 0 when the platform does not have support for the file types.

The following flags can also be used in the *mode* argument of *os.chmod()* :

stat.**S_ISUID**
Set UID bit.

stat.**S_ISGID**
Set-group-ID bit. This bit has several special uses. For a directory it indicates that BSD semantics is to be used for that directory : files created there inherit their group ID from the directory, not from the effective group ID of the creating process, and directories created there will also get the *S_ISGID* bit set. For a file that does not have the group execution bit (*S_IXGRP*) set, the set-group-ID bit indicates mandatory file/record locking (see also *S_ENFMT*).

stat.**S_ISVTX**
Sticky bit. When this bit is set on a directory it means that a file in that directory can be renamed or deleted only by the owner of the file, by the owner of the directory, or by a privileged process.

stat.**S_IRWXU**
Mask for file owner permissions.

stat.**S_IRUSR**
Owner has read permission.

stat.**S_IWUSR**
Owner has write permission.

stat.**S_IXUSR**
Owner has execute permission.

stat.**S_IRWXG**
Mask for group permissions.

stat.**S_IRGRP**
Group has read permission.

stat.**S_IWGRP**
Group has write permission.

stat.**S_IXGRP**
Group has execute permission.

stat.**S_IRWXO**
Mask for permissions for others (not in group).

stat.**S_IROTH**
Others have read permission.

stat.**S_IWOTH**
Others have write permission.

stat.**S_IXOTH**
Others have execute permission.

stat.**S_ENFMT**
System V file locking enforcement. This flag is shared with *S_ISGID* : file/record locking is enforced on files that do not have the group execution bit (*S_IXGRP*) set.

stat.**S_IREAD**
Unix V7 synonym for *S_IRUSR*.

stat.**S_IWRITE**
Unix V7 synonym for *S_IWUSR*.

stat.**S_IEXEC**
Unix V7 synonym for *S_IXUSR*.

The following flags can be used in the *flags* argument of *os.chflags()* :

stat.**UF_NODUMP**
Do not dump the file.

stat.**UF_IMMUTABLE**
The file may not be changed.

stat.**UF_APPEND**
The file may only be appended to.

stat.**UF_OPAQUE**
The directory is opaque when viewed through a union stack.

stat.**UF_NOUNLINK**
The file may not be renamed or deleted.

stat.**UF_COMPRESSED**
The file is stored compressed (Mac OS X 10.6+).

stat.**UF_HIDDEN**
The file should not be displayed in a GUI (Mac OS X 10.5+).

stat.**SF_ARCHIVED**
The file may be archived.

stat.**SF_IMMUTABLE**
The file may not be changed.

stat.**SF_APPEND**
The file may only be appended to.

stat.**SF_NOUNLINK**
The file may not be renamed or deleted.

stat.**SF_SNAPSHOT**
The file is a snapshot file.

See the *BSD or Mac OS systems man page *chflags(2)* for more information.

On Windows, the following file attribute constants are available for use when testing bits in the st_file_attributes member returned by *os.stat()*. See the Windows API documentation for more detail on the meaning of these constants.

stat.**FILE_ATTRIBUTE_ARCHIVE**
stat.**FILE_ATTRIBUTE_COMPRESSED**
stat.**FILE_ATTRIBUTE_DEVICE**
stat.**FILE_ATTRIBUTE_DIRECTORY**
stat.**FILE_ATTRIBUTE_ENCRYPTED**
stat.**FILE_ATTRIBUTE_HIDDEN**
stat.**FILE_ATTRIBUTE_INTEGRITY_STREAM**
stat.**FILE_ATTRIBUTE_NORMAL**
stat.**FILE_ATTRIBUTE_NOT_CONTENT_INDEXED**
stat.**FILE_ATTRIBUTE_NO_SCRUB_DATA**
stat.**FILE_ATTRIBUTE_OFFLINE**
stat.**FILE_ATTRIBUTE_READONLY**
stat.**FILE_ATTRIBUTE_REPARSE_POINT**
stat.**FILE_ATTRIBUTE_SPARSE_FILE**
stat.**FILE_ATTRIBUTE_SYSTEM**
stat.**FILE_ATTRIBUTE_TEMPORARY**
stat.**FILE_ATTRIBUTE_VIRTUAL**
Nouveau dans la version 3.5.

11.5 filecmp – Comparaisons de fichiers et de répertoires

Code source : Lib/filecmp.py

Le module *filecmp* définit les fonctions permettant de comparer les fichiers et les répertoires, avec différents compromis optionnels durée / exactitude. Pour comparer des fichiers, voir aussi le module *difflib*.

Le module *filecmp* définit les fonctions suivantes :

filecmp.**cmp**(*f1*, *f2*, *shallow=True*)
Compare les fichiers nommés *f1* et *f2* , renvoie True s'ils semblent égaux, False sinon.
Si *shallow* est vrai, les fichiers avec des signatures *os.stat()* identiques sont considérés comme égaux. Sinon, le contenu des fichiers est comparé.
Notez qu'aucun programme externe n'est appelé à partir de cette fonction, ce qui lui confère des qualités de portabilité et d'efficacité.

Cette fonction utilise un cache pour les comparaisons antérieures et les résultats, les entrées du cache étant invalidées si les informations *os.stat()* du fichier sont modifiées. La totalité du cache peut être effacée avec *clear_cache()*.

filecmp.**cmpfiles**(*dir1*, *dir2*, *common*, *shallow=True*)

Compare les fichiers des deux répertoires *dir1* et *dir2* dont les noms sont donnés par *common*.

Renvoie trois listes de noms de fichiers : *match* , *mismatch*, *errors*. *match* contient la liste des fichiers qui correspondent, *mismatch* contient les noms de ceux qui ne correspondent pas et *errors* répertorie les noms des fichiers qui n'ont pas pu être comparés. Les fichiers sont répertoriés dans *errors* s'ils n'existent pas dans l'un des répertoires, si l'utilisateur ne dispose pas de l'autorisation nécessaire pour les lire ou si la comparaison n'a pas pu être effectuée pour une autre raison.

Le paramètre *shallow* a la même signification et la même valeur par défaut que pour *filecmp.cmp()*.

Par exemple, `cmpfiles('a', 'b', ['c', 'd/e'])` compare `a/c` et `b/c` et `a/d/e` avec `b/d/e`. `'c'` et `'d/e'` seront chacun dans l'une des trois listes renvoyées.

filecmp.**clear_cache**()

Efface le cache *filecmp*. Cela peut être utile si un fichier est comparé juste après avoir été modifié (dans un délai inférieur à la résolution *mtime* du système de fichiers sous-jacent).

Nouveau dans la version 3.4.

11.5.1 La classe `dircmp`

class filecmp.**dircmp**(*a*, *b*, *ignore=None*, *hide=None*)

Construit un nouvel objet de comparaison de répertoires, pour comparer les répertoires *a* et *b*. *ignore* est une liste de noms à ignorer, par défaut à *filecmp.DEFAULT_IGNORES*. *hide* est une liste de noms à cacher, par défaut à `[os.curdir, os.pardir]`.

La classe *dircmp* compare les fichiers en faisant des comparaisons *superficielles* comme décrit pour *filecmp.cmp()*.

La classe *dircmp* fournit les méthodes suivantes :

report()

Affiche (sur *sys.stdout*) une comparaison entre *a* et *b*.

report_partial_closure()

Affiche une comparaison entre *a* et *b* et les sous-répertoires immédiats communs.

report_full_closure()

Affiche une comparaison entre a et b et les sous-répertoires communs (récursivement).

La classe *dircmp* offre un certain nombre d'attributs intéressants qui peuvent être utilisés pour obtenir diverses informations sur les arborescences de répertoires comparées.

Notez que, via les points d'ancrage `__getattr__()` , tous les attributs sont calculés de manière paresseuse. Il n'y a donc pas de pénalité en vitesse si seuls les attributs rapides à calculer sont utilisés.

left

Le répertoire *a*.

right

Le répertoire *b*.

left_list

Fichiers et sous-répertoires dans *a* , filtrés par *hide* et *ignore*.

right_list

Fichiers et sous-répertoires dans *b* , filtrés par *hide* et *ignore*.

common

Fichiers et sous-répertoires à la fois dans *a* et *b*.

left_only

Fichiers et sous-répertoires uniquement dans *a*.

right_only

Fichiers et sous-répertoires uniquement dans *b*.

common_dirs

Sous-répertoires à la fois dans *a* et *b*.

common_files
Fichiers à la fois dans *a* et *b*.

common_funny
Noms dans *a* et *b* , tels que le type diffère entre les répertoires, ou noms pour lesquels `os.stat()` signale une erreur.

same_files
Fichiers identiques dans *a* et *b*, en utilisant l'opérateur de comparaison de fichiers de la classe.

diff_files
Fichiers figurant à la fois dans *a* et dans *b* , dont le contenu diffère en fonction de l'opérateur de comparaison de fichiers de la classe.

funny_files
Fichiers à la fois dans *a* et dans *b* , mais ne pouvant pas être comparés.

subdirs
Un dictionnaire faisant correspondre les noms dans `common_dirs` vers des objets `dircmp`.

filecmp.**DEFAULT_IGNORES**
Nouveau dans la version 3.4.

Liste des répertoires ignorés par défaut par `dircmp`.

Voici un exemple simplifié d'utilisation de l'attribut `subdirs` pour effectuer une recherche récursive dans deux répertoires afin d'afficher des fichiers communs différents :

```
>>> from filecmp import dircmp
>>> def print_diff_files(dcmp):
...     for name in dcmp.diff_files:
...         print("diff_file %s found in %s and %s" % (name, dcmp.left,
...               dcmp.right))
...     for sub_dcmp in dcmp.subdirs.values():
...         print_diff_files(sub_dcmp)
...
>>> dcmp = dircmp('dir1', 'dir2')
>>> print_diff_files(dcmp)
```

11.6 tempfile — Génération de fichiers et répertoires temporaires

Code source : Lib/tempfile.py

Ce module crée des fichiers et répertoires temporaires. Il fonctionne sur toutes les plateformes supportées. `TemporaryFile`, `NamedTemporaryFile`, `TemporaryDirectory`, et `SpooledTemporaryFile` sont des interfaces haut-niveau qui fournissent un nettoyage automatique et peuvent être utilisées comme gestionnaire de contexte. `mkstemp()` et `mkdtemp()` sont des fonctions bas-niveau qui nécessitent un nettoyage manuel.

Toutes les fonctions et constructeurs appelables par l'utilisateur ont des arguments additionnels qui permettent de contrôler directement le chemin et le nom des répertoires et fichiers. Les noms de fichiers utilisés par ce module incluent une chaîne de caractères aléatoires qui leur permet d'être créés de manière sécurisée dans des répertoires temporaires partagés. Afin de maintenir la compatibilité descendante, l'ordre des arguments est quelque peu étrange ; pour des questions de clarté, il est recommandé d'utiliser les arguments nommés.

Le module définit les éléments suivants pouvant être appelés par l'utilisateur :

tempfile.**TemporaryFile**(*mode='w+b'*, *buffering=None*, *encoding=None*, *newline=None*, *suffix=None*, *prefix=None*, *dir=None*)
Renvoie un *objet fichier* qui peut être utilisé comme une zone de stockage temporaire. Le fichier est créé de manière sécurisé, utilisant les mêmes règles que `mkstemp()`. Il sera détruit dès qu'il sera fermé (y compris lorsque le fichier est implicitement fermé quand il est collecté par le ramasse-miette). Sous Unix, l'entrée du répertoire n'est soit pas du tout créée, ou est supprimée immédiatement après sa création. Les autres plateformes

ne gèrent pas cela, votre code ne doit pas compter sur un fichier temporaire créé en utilisant cette fonction ayant ou non un nom visible sur le système de fichier.

L'objet résultat peut être utilisé comme un gestionnaire de contexte (voir *Exemples*). Une fois le contexte ou la destruction de l'objet fichier terminé, le fichier temporaire sera supprimé du système de fichiers.

Le paramètre *mode* vaut par défaut `'w+b'` afin que le fichier créé puisse être lu et écrit sans être fermé. Le mode binaire est utilisé afin que le comportement soit le même sur toutes les plateformes quelque soit la donnée qui est stockée. *buffering*, *encoding* et *newline* sont interprétés de la même façon que pour `open()`.

Les paramètres *dir*, *prefix* et *suffix* ont la même signification et même valeur par défaut que `mkstemp()`.

L'objet renvoyé est un véritable fichier sur les plateformes POSIX. Sur les autres plateformes, un objet fichier-compatible est retourné où l'attribut `file` est le véritable fichier.

L'option `os.O_TMPFILE` est utilisé s'il est disponible et fonctionne (Linux exclusivement, nécessite un noyau Linux 3.11 ou plus).

Modifié dans la version 3.5 : L'option `os.O_TMPFILE` est maintenant utilisé si disponible.

`tempfile.`**`NamedTemporaryFile`**(*mode='w+b'*, *buffering=None*, *encoding=None*, *newline=None*, *suffix=None*, *prefix=None*, *dir=None*, *delete=True*)

Cette fonction fonctionne exactement comme `TemporaryFile()`, à la différence qu'il est garanti que le fichier soit visible dans le système de fichier (sur Unix, l'entrée du répertoire est supprimée). Le nom peut être récupéré depuis l'attribut `name` de l'objet fichier-compatible retourné. Le fait que le nom puisse être utilisé pour ouvrir le fichier une seconde fois, tant que le fichier temporaire nommé est toujours ouvert, varie entre les plateformes (cela peut l'être sur Unix, mais c'est impossible sur Windows NT et plus). Si *delete* est vrai (valeur par défaut), le fichier est supprimé dès qu'il est fermé. L'objet retourné est toujours un objet fichier-compatible où l'attribut `file` est le véritable fichier. L'objet fichier-compatible peut être utilisé dans un gestionnaire de contexte (instruction `with`), juste comme un fichier normal.

`tempfile.`**`SpooledTemporaryFile`**(*max_size=0*, *mode='w+b'*, *buffering=None*, *encoding=None*, *newline=None*, *suffix=None*, *prefix=None*, *dir=None*)

Cette fonction se comporte exactement comme `TemporaryFile()`, à l'exception que les données sont stockées en mémoire jusqu'à ce que leur taille dépasse *max_size*, ou que la méthode `fileno()` soit appelée. À ce moment, le contenu est écrit sur disque et le fonctionnement redevient similaire à celui de `TemporaryFile()`.

Le fichier renvoyé a une méthode supplémentaire, `rollover()`, qui provoque la mise en écriture sur disque quelque soit la taille du fichier.

The returned object is a file-like object whose `_file` attribute is either an `io.BytesIO` or `io.TextIOWrapper` object (depending on whether binary or text *mode* was specified) or a true file object, depending on whether `rollover()` has been called. This file-like object can be used in a `with` statement, just like a normal file.

Modifié dans la version 3.3 : la méthode de troncature accepte maintenant un argument `size`.

`tempfile.`**`TemporaryDirectory`**(*suffix=None*, *prefix=None*, *dir=None*)

Cette fonction crée un répertoire temporaire de manière sécurisée utilisant les mêmes règles que `mkdtemp()`. L'objet renvoyé peut être utilisé comme un gestionnaire de contexte (voir *Exemples*). À la sortie du contexte d'exécution ou à la destruction de l'objet, le répertoire temporaire et tout son contenu sont supprimés du système de fichiers.

Le nom du répertoire peut être récupéré via l'attribut `name` de l'objet renvoyé. Quand l'objet renvoyé est utilisé comme gestionnaire de contexte, l'attribut `name` sera lié au nom donné à la clause `as` de l'instruction `with`, si elle est spécifiée.

Le répertoire peut être explicitement nettoyé en appelant la méthode `cleanup()`.

Nouveau dans la version 3.2.

`tempfile.`**`mkstemp`**(*suffix=None*, *prefix=None*, *dir=None*, *text=False*)

Crée un fichier temporaire de la manière la plus sécurisée qui soit. Il n'y a pas d'accès concurrent (`race condition`) au moment de la création du fichier, en supposant que la plateforme implémente correctement l'option `os.O_EXCL` pour `os.open()`. Le fichier est seulement accessible en lecture et écriture par l'ID de l'utilisateur créateur. Si la plateforme utilise des bits de permissions pour indiquer si le fichier est exécutable, alors le fichier n'est exécutable par personne. Le descripteur de fichier n'est pas hérité par les processus fils.

À la différence de `TemporaryFile()`, l'utilisateur de `mkstemp()` est responsable de la suppression du fichier temporaire quand il n'en a plus besoin.

Si *suffix* ne vaut pas `None`, le nom de fichier se terminera avec ce suffixe, sinon il n'y aura pas de suffixe. *mkstemp()* ne met pas de point entre le nom du fichier et le suffixe. Si vous en avez besoin, mettez le point au début de *suffix*.

Si *prefix* ne vaut pas `None`, le nom de fichier commencera avec ce préfixe, sinon un préfixe par défaut est utilisé. La valeur par défaut est la valeur retournée par *gettempprefix()* ou *gettempprefixb()*.

Si *dir* ne vaut pas `None`, le fichier sera créé dans ce répertoire, autrement, un répertoire par défaut sera utilisé. Le répertoire par défaut est choisi depuis une liste dépendante de la plateforme, mais l'utilisateur de l'application peut contrôler l'emplacement du répertoire en spécifiant les variables d'environnement *TMPDIR*, *TEMP* ou *TMP*. Il n'y a pas de garantie que le nom de fichier généré aura de bonnes propriétés telles que ne pas avoir besoin de le mettre entre guillemets lorsque celui-ci est passé à des commandes externes via `os.popen()`.

Si l'un des paramètres *suffix*, *prefix* et *dir* n'est pas `None`, ils doivent être du même type. S'ils sont de type `bytes`, le nom renvoyée sera de type `bytes` plutôt que de type `str`. Si vous voulez forcer la valeur renvoyée en `bytes`, passez `suffix=b''`.

Si *text* est spécifié, cela indique si le fichier doit être ouvert en mode binaire (par défaut) ou en mode texte. Sur certaines plateformes, cela ne fait aucune différence.

mkstemp() renvoie un n-uplet contenant un descripteur (*handle* en anglais) au niveau du système d'exploitation vers un fichier ouvert (le même que renvoie *os.open()*) et le chemin d'accès absolu de ce fichier, dans cet ordre.

Modifié dans la version 3.5 : *suffix*, *prefix*, et *dir* peuvent maintenant être spécifiés en `bytes` pour obtenir un résultat en `bytes`. Avant cela, le type `str` était le seul autorisé. *suffix* et *prefix* acceptent maintenant la valeur par défaut `None` pour que la valeur par défaut appropriée soit utilisée.

Modifié dans la version 3.6 : The *dir* parameter now accepts a *path-like object*.

`tempfile.`**`mkdtemp`**(*suffix=None*, *prefix=None*, *dir=None*)

Crée un répertoire temporaire de la manière la plus sécurisée qu'il soit. Il n'y a pas d'accès concurrent (`race condition`) au moment de la création du répertoire. Le répertoire est accessible en lecture, en écriture, et son contenu lisible uniquement pour l'ID de l'utilisateur créateur.

L'utilisateur de *mkdtemp()* est responsable de la suppression du répertoire temporaire et de son contenu lorsqu'il n'en a plus besoin.

Les arguments *prefix*, *suffix*, et *dir* sont les mêmes que pour *mkstemp()*.

mkdtemp() renvoie le chemin absolu du nouveau répertoire.

Modifié dans la version 3.5 : *suffix*, *prefix*, et *dir* peuvent maintenant être spécifiés en `bytes` pour obtenir un résultat en `bytes`. Avant cela, le type `str` était le seul autorisé. *suffix* et *prefix* acceptent maintenant la valeur par défaut `None` pour que la valeur par défaut appropriée soit utilisée.

Modifié dans la version 3.6 : The *dir* parameter now accepts a *path-like object*.

`tempfile.`**`gettempdir`**()

Renvoie le nom du répertoire utilisé pour les fichiers temporaires. C'est la valeur par défaut pour l'argument *dir* de toutes les fonctions de ce module.

Python cherche un répertoire parmi une liste standard de répertoires dans lequel l'utilisateur final peut créer des fichiers. La liste est :

1. Le répertoire correspondant à la variable d'environnement `TMPDIR`.
2. Le répertoire correspondant à la variable d'environnement `TEMP`.
3. Le répertoire correspondant à la variable d'environnement `TMP`.
4. Un emplacement dépendant à la plateforme :
   — Sur Windows, les répertoires `C:\TEMP`, `C:\TMP`, `\TEMP`, et `\TMP`, dans cet ordre.
   — Sur toutes les autres plate-formes, les répertoires `/tmp`, `/var/tmp`, et `/usr/tmp`, dans cet ordre.
5. En dernier ressort, le répertoire de travail courant.

Le résultat de cette recherche est mis en cache, voir la description de *tempdir* dessous.

`tempfile.`**`gettempdirb`**()

Similaire à *gettempdir()* mais la valeur retournée est en *bytes*.

Nouveau dans la version 3.5.

`tempfile.`**`gettempprefix`**()

Renvoie le préfixe de nom de fichier utilisé pour créer les fichiers temporaires. Cela ne contient pas le nom du répertoire.

tempfile.**gettempprefixb**()
Similaire à *gettempprefix()* mais la valeur retournée est en *bytes*.
Nouveau dans la version 3.5.

Le module utilise une variable globale pour stocker le nom du répertoire utilisé pour les fichiers temporaires renvoyés par *gettempdir()*. Vous pouvez directement utiliser la variable globale pour surcharger le processus de sélection, mais ceci est déconseillé. Toutes les fonctions de ce module prennent un argument *dir* qui peut être utilisé pour spécifier le répertoire. Il s'agit de la méthode recommandée.

tempfile.**tempdir**
Quand une valeur autre que `None` est spécifiée, cette variable définit la valeur par défaut pour l'argument *dir* des fonctions définies dans ce module.
Si `tempdir` vaut `None` (par défaut) pour n'importe quelle des fonctions ci-dessus, sauf *gettempprefix()*, la variable est initialisée suivant l'algorithme décrit dans *gettempdir()*.

11.6.1 Exemples

Voici quelques exemples classiques d'utilisation du module *tempfile* :

```
>>> import tempfile

# create a temporary file and write some data to it
>>> fp = tempfile.TemporaryFile()
>>> fp.write(b'Hello world!')
# read data from file
>>> fp.seek(0)
>>> fp.read()
b'Hello world!'
# close the file, it will be removed
>>> fp.close()

# create a temporary file using a context manager
>>> with tempfile.TemporaryFile() as fp:
...     fp.write(b'Hello world!')
...     fp.seek(0)
...     fp.read()
b'Hello world!'
>>>
# file is now closed and removed

# create a temporary directory using the context manager
>>> with tempfile.TemporaryDirectory() as tmpdirname:
...     print('created temporary directory', tmpdirname)
>>>
# directory and contents have been removed
```

11.6.2 Fonctions et variables obsolètes

Historiquement, la méthode pour créer des fichiers temporaires consistait à générer un nom de fichier avec la fonction *mktemp()* puis créer un fichier en utilisant ce nom. Malheureusement, cette méthode n'est pas fiable car un autre processus peut créer un fichier avec ce nom entre l'appel à la fonction *mktemp()* et la tentative de création de fichier par le premier processus en cours. La solution est de combiner les deux étapes et de créer le fichier immédiatement. Cette approche est utilisée par *mkstemp()* et les autres fonctions décrites plus haut.

tempfile.**mktemp**(*suffix=''*, *prefix='tmp'*, *dir=None*)
Obsolète depuis la version 2.3 : Utilisez *mkstemp()* à la place.
Renvoie le chemin absolu d'un fichier qui n'existe pas lorsque l'appel est fait. Les arguments *prefix*, *suffix*, et *dir* sont similaires à ceux de *mkstemp()* mais les noms de fichiers en *bytes*, `sufix=None` et `prefix=None` ne sont pas implémentées.

Avertissement : Utiliser cette fonction peut introduire une faille de sécurité dans votre programme. Avant que vous n'ayez le temps de faire quoi que ce soit avec le nom de fichier renvoyé, quelqu'un peut l'utiliser. L'utilisation de *mktemp()* peut être remplacée facilement avec *NamedTemporaryFile()* en y passant le paramètre `delete=False` :

```
>>> f = NamedTemporaryFile(delete=False)
>>> f.name
'/tmp/tmptjujjt'
>>> f.write(b"Hello World!\n")
13
>>> f.close()
>>> os.unlink(f.name)
>>> os.path.exists(f.name)
False
```

11.7 `glob` --- Recherche de chemins de style Unix selon certains motifs

Code source : Lib/glob.py

Le module *glob* recherche tous les chemins correspondant à un motif particulier selon les règles utilisées par le shell Unix, les résultats sont renvoyés dans un ordre arbitraire. Aucun remplacement du tilde n'est réalisé, mais les caractères `*`, `?`, et les caractères `[]` exprimant un intervalle sont correctement renvoyés. Cette opération est réalisée en utilisant les fonctions *os.scandir()* et *fnmatch.fnmatch()* de concert, et sans invoquer une sous-commande. Notons qu'à la différence de *fnmatch.fnmatch()*, *glob* traite les noms de fichiers commençant par un point (`.`) comme des cas spéciaux. (Pour remplacer le tilde et les variables shell, nous vous conseillons d'utiliser les fonctions *os.path.expanduser()* et *os.path.expandvars()*.)

Pour une correspondance littérale, il faut entourer le métacaractère par des crochets. Par exemple, `'[?]'` reconnaît le caractère `'?'`.

Voir aussi :

Le module *pathlib* offre une représentation objet de haut niveau des chemins.

`glob.`**`glob`**(*pathname*, *, *recursive=False*)

Renvoie une liste, potentiellement vide, de chemins correspondant au motif *pathname*, qui doit être une chaîne de caractères contenant la spécification du chemin. *pathname* peut être soit absolu (comme `/usr/src/Python-1.5/Makefile`) soit relatif (comme `../../Tools/*/*.gif`), et contenir un caractère de remplacement de style shell. Les liens symboliques cassés sont aussi inclus dans les résultats (comme pour le shell).

If *recursive* is true, the pattern "`**`" will match any files and zero or more directories, subdirectories and symbolic links to directories. If the pattern is followed by an *os.sep* or *os.altsep* then files will not match.

Note : Utiliser le motif "`**`" dans de grandes arborescences de dossier peut consommer une quantité de temps démesurée.

Modifié dans la version 3.5 : Gestion des chemins récursifs utilisant le motif "`**`".

`glob.`**`iglob`**(*pathname*, *, *recursive=False*)

Renvoie un *iterator* qui produit les mêmes valeurs que *glob()*, sans toutes les charger en mémoire simultanément.

`glob.`**`escape`**(*pathname*)

Échappe tous les caractères spéciaux (`'?'`, `'*'` et `'['`). Cela est utile pour reconnaître une chaîne de caractère littérale arbitraire qui contiendrait ce type de caractères. Les caractères spéciaux dans les disques et répertoires

partagés (chemins UNC) ne sont pas échappés, e.g. sous Windows `escape('//?/c:/Quo vadis?.txt')` renvoie `'//?/c:/Quo vadis[?].txt'`.

Nouveau dans la version 3.4.

Par exemple, considérons un répertoire contenant les fichiers suivants : `1.gif`, `2.txt`, `card.gif` et un sous-répertoire `sub` contenant seulement le fichier `3.txt`. *glob()* produit les résultats suivants. Notons que les composantes principales des chemins sont préservées.

```
>>> import glob
>>> glob.glob('./[0-9].*')
['./1.gif', './2.txt']
>>> glob.glob('*.gif')
['1.gif', 'card.gif']
>>> glob.glob('?.gif')
['1.gif']
>>> glob.glob('**/*.txt', recursive=True)
['2.txt', 'sub/3.txt']
>>> glob.glob('./**/', recursive=True)
['./', './sub/']
```

Si le répertoire contient des fichiers commençant par `.`, ils ne sont pas reconnus par défaut. Par exemple, considérons un répertoire contenant `card.gif` et `.card.gif` :

```
>>> import glob
>>> glob.glob('*.gif')
['card.gif']
>>> glob.glob('.c*')
['.card.gif']
```

Voir aussi :

Module *fnmatch* Recherche de noms de fichiers de style shell (ne concerne pas les chemins)

11.8 `fnmatch` — Filtrage par motif des noms de fichiers Unix

Code source : Lib/fnmatch.py

Ce module fournit la gestion des caractères de remplacement de style shell Unix, qui ne sont *pas* identiques à ceux utilisés dans les expressions régulières (documentés dans le module *re*). Les caractères spéciaux utilisés comme caractères de remplacement de style shell sont :

Motif	Signification
`*`	reconnaît n'importe quoi
`?`	reconnaît n'importe quel caractère unique
`[seq]`	reconnaît n'importe quel caractère dans *seq*
`[!seq]`	reconnaît n'importe quel caractère qui n'est pas dans *seq*

Pour une correspondance littérale, il faut entourer le métacaractère par des crochets. Par exemple, `'[?]'` reconnaît le caractère `'?'`.

Notons que le séparateur de nom de fichiers (`'/'` sous Unix) n'est *pas* traité de manière spéciale par ce module. Voir le module *glob* pour la recherche de chemins (*glob* utilise *filter()* pour reconnaître les composants d'un chemin). De la même manière, les noms de fichiers commençant par un point ne sont pas traités de manière spéciale par ce module, et sont reconnus par les motifs `*` et `?`.

`fnmatch.`**`fnmatch`**(*filename*, *pattern*)

Teste si la chaîne de caractères *filename* correspond au motif *pattern*, en renvoyant *True* ou *False*. La casse

de chacun des paramètres peut être normalisée en utilisant *os.path.normcase()*. *fnmatchcase()* peut être utilisée pour réaliser une comparaison sensible à la casse, indépendamment du système d'exploitation.

Cet exemple affiche tous les noms de fichiers du répertoire courant ayant pour extension `.txt` :

```
import fnmatch
import os

for file in os.listdir('.'):
    if fnmatch.fnmatch(file, '*.txt'):
        print(file)
```

fnmatch.**fnmatchcase**(*filename*, *pattern*)

Teste si *filename* correspond au motif *pattern*, en renvoyant *True* ou *False*; la comparaison est sensible à la casse et n'utilise pas la fonction *os.path.normcase()*.

fnmatch.**filter**(*names*, *pattern*)

Renvoie un sous-ensemble de la liste *names* correspondant au motif *pattern*. Similaire à `[n for n in names if fnmatch(n, pattern)]`, mais implémenté plus efficacement.

fnmatch.**translate**(*pattern*)

Renvoie le motif *pattern*, de style shell, converti en une expression régulière utilisable avec *re.match()*.

Exemple :

```
>>> import fnmatch, re
>>>
>>> regex = fnmatch.translate('*.txt')
>>> regex
'(?s:.*\\.txt)\\Z'
>>> reobj = re.compile(regex)
>>> reobj.match('foobar.txt')
<re.Match object; span=(0, 10), match='foobar.txt'>
```

Voir aussi :

Module *glob* Recherche de chemins de style shell Unix

11.9 `linecache` — Accès direct aux lignes d'un texte

Code source : Lib/linecache.py

Le module *linecache* permet d'obtenir n'importe quelle ligne d'un fichier source Python. Le cas classique où de nombreuses lignes sont accédées est optimisé en utilisant un cache interne. C'est utilisé par le module *traceback* pour récupérer les lignes à afficher dans les piles d'appels.

Les fichiers sont ouverts par la fonction *tokenize.open()*. Cette fonction utilise *tokenize.detect_encoding()* pour obtenir l'encodage du fichier. En l'absence d'un BOM et d'un cookie d'encodage, c'est l'encodage UTF-8 qui sera utilisé.

Le module *linecache* définit les fonctions suivantes :

linecache.**getline**(*filename*, *lineno*, *module_globals=None*)

Récupère la ligne *lineno* du fichier *filename*. Cette fonction ne lèvera jamais d'exception, elle préfèrera renvoyer `''` en cas d'erreur (le caractère de retour à la ligne sera inclus pour les lignes existantes).

Si le fichier *filename* n'est pas trouvé, la fonction le cherchera dans les chemins de recherche de modules, `sys.path`, après avoir vérifié si un ``__loader__`` (de la **PEP 302**) se trouve dans *module_globals*, dans le cas où le module a été importé depuis un fichier zip, ou une autre source hors du système de fichier.

linecache.**clearcache**()
Nettoie le cache. Utilisez cette fonction si vous n'avez plus besoin des lignes des fichiers précédemment lus via *getline()*.

linecache.**checkcache**(*filename=None*)
Vérifie la validité du cache. Utilisez cette fonction si les fichiers du cache pourraient avoir changé sur le disque, et que vous en voudriez une version à jour. Sans *filename*, toutes les entrées du cache seront vérifiées.

linecache.**lazycache**(*filename*, *module_globals*)
Récupère suffisamment d'informations sur un module situé hors du système de fichiers pour récupérer ses lignes plus tard via *getline()*, même si *module_globals* devient `None`. Cela évite de lire le fichier avant d'avoir besoin d'une ligne, tout en évitant de conserver les globales du module indéfiniment.
Nouveau dans la version 3.5.

Exemple :

```
>>> import linecache
>>> linecache.getline(linecache.__file__, 8)
'import sys\n'
```

11.10 shutil --- Opérations de haut niveau sur les fichiers

Code source : Lib/shutil.py

Le module *shutil* propose des opérations de haut niveau sur les fichiers et ensembles de fichiers. En particulier, des fonctions pour copier et déplacer les fichiers sont proposées. Pour les opérations individuelles sur les fichiers, reportez-vous au module *os*.

Avertissement : Même les fonctions de copie haut niveau (*shutil.copy()*, *shutil.copy2()*) ne peuvent copier toutes les métadonnées des fichiers.

Sur les plateformes POSIX, cela signifie que le propriétaire et le groupe du fichier sont perdus, ainsi que les *ACLs*. Sur Mac OS, le clonage de ressource et autres métadonnées ne sont pas utilisés. Cela signifie que les ressources seront perdues et que le type de fichier et les codes créateur ne seront pas corrects. Sur Windows, les propriétaires des fichiers, *ACLs* et flux de données alternatifs ne sont pas copiés.

11.10.1 Opérations sur les répertoires et les fichiers

shutil.**copyfileobj**(*fsrc*, *fdst*[, *length*])
Copie le contenu de l'objet fichier *fsrc* dans l'objet fichier *fdst*. L'entier *length*, si spécifié, est la taille du tampon. En particulier, une valeur de *length* négative signifie la copie des données sans découper la source en morceaux ; par défaut les données sont lues par morceaux pour éviter la consommation mémoire non-contrôlée. À noter que si la position courante dans l'objet *fsrc* n'est pas 0, seul le contenu depuis la position courante jusqu'à la fin est copié.

shutil.**copyfile**(*src*, *dst*, *, *follow_symlinks=True*)
Copie le contenu (sans métadonnées) du fichier nommé *src* dans un fichier nommé *dst* et renvoie *dst*. *src* et *dst* sont des chemins sous forme de chaînes de caractères. *dst* doit être le chemin complet de la cible ; voir dans *shutil.copy()* pour une copie acceptant le chemin du dossier cible. Si *src* et *dst* désignent le même fichier *SameFileError* est levée.
La cible doit être accessible en écriture, sinon l'exception *OSError* est levée. Si *dst* existe déjà, il est remplacé. Les fichiers spéciaux comme les périphériques caractères ou bloc ainsi que les tubes (*pipes*) ne peuvent pas être copiés avec cette fonction.
Si *follow_symlinks* est faux et *src* est un lien symbolique, un nouveau lien symbolique est créé au lieu de copier le fichier pointé par *src*.

Modifié dans la version 3.3 : *IOError* était levée au lieu de *OSError*. Ajout de l'argument *follow_symlinks*. Maintenant renvoie *dst*.

Modifié dans la version 3.4 : Lève *SameFileError* au lieu de *Error*. Puisque la première est une sous-classe de la seconde, le changement assure la rétrocompatibilité.

exception shutil.**SameFileError**

Cette exception est levée si la source et la destination dans *copyfile()* sont le même fichier.

Nouveau dans la version 3.4.

shutil.**copymode**(*src*, *dst*, ***, *follow_symlinks=True*)

Copie les octets de permission de *src* vers *dst*. Le contenu du fichier, le propriétaire et le groupe ne sont pas modifiés. *src* et *dst* sont des chaînes spécifiant les chemins. Si *follow_symlinks* est faux, et *src* et *dst* sont des liens symboliques, *copymode()* tente de modifier le mode de *dst* (au lieu du fichier vers lequel il pointe). Cette fonctionnalité n'est pas disponible sur toutes les plateformes ; voir *copystat()* pour plus d'informations. Si *copymode()* ne peut pas modifier les liens symboliques sur la plateforme cible alors que c'est demandé, il ne fait rien.

Modifié dans la version 3.3 : L'argument *follow_symlinks* a été ajouté.

shutil.**copystat**(*src*, *dst*, ***, *follow_symlinks=True*)

Copie les bits définissant les droits d'accès, la date du dernier accès, de la dernière modification et les drapeaux (*flags* en anglais) de *src* vers *dst*. Sur Linux, *copystat()* copie également, si possible, les "*extended attributes*". Le contenu du fichier, le propriétaire et le groupe ne sont pas affectés. *src* et *dst* sont des chaînes spécifiant les chemins.

Si *follow_symlinks* est faux et *src* et *dst* représentent des liens symboliques, *copystat()* agit sur les liens symboliques au lieu des fichiers cibles — elle lit les informations du lien symbolique de *src* et les écrit vers la destination pointée par *dst*.

Note : Toutes les plateformes n'offrent pas la possibilité d'examiner et modifier les liens symboliques. Python peut vous informer des fonctionnalités effectivement disponibles.

— Si `os.chmod in os.supports_follow_symlinks` est `True`, *copystat()* peut modifier les octets de droits d'accès du lien symbolique.

— If `os.utime in os.supports_follow_symlinks` is `True`, *copystat()* can modify the last access and modification times of a symbolic link.

— If `os.chflags in os.supports_follow_symlinks` is `True`, *copystat()* can modify the flags of a symbolic link. (`os.chflags` is not available on all platforms.)

On platforms where some or all of this functionality is unavailable, when asked to modify a symbolic link, *copystat()* will copy everything it can. *copystat()* never returns failure.

Please see *os.supports_follow_symlinks* for more information.

Modifié dans la version 3.3 : Added *follow_symlinks* argument and support for Linux extended attributes.

shutil.**copy**(*src*, *dst*, ***, *follow_symlinks=True*)

Copies the file *src* to the file or directory *dst*. *src* and *dst* should be strings. If *dst* specifies a directory, the file will be copied into *dst* using the base filename from *src*. Returns the path to the newly created file.

If *follow_symlinks* is false, and *src* is a symbolic link, *dst* will be created as a symbolic link. If *follow_symlinks* is true and *src* is a symbolic link, *dst* will be a copy of the file *src* refers to.

copy() copies the file data and the file's permission mode (see *os.chmod()*). Other metadata, like the file's creation and modification times, is not preserved. To preserve all file metadata from the original, use *copy2()* instead.

Modifié dans la version 3.3 : Added *follow_symlinks* argument. Now returns path to the newly created file.

shutil.**copy2**(*src*, *dst*, ***, *follow_symlinks=True*)

Identical to *copy()* except that *copy2()* also attempts to preserve file metadata.

When *follow_symlinks* is false, and *src* is a symbolic link, *copy2()* attempts to copy all metadata from the *src* symbolic link to the newly-created *dst* symbolic link. However, this functionality is not available on all platforms. On platforms where some or all of this functionality is unavailable, *copy2()* will preserve all the metadata it can ; *copy2()* never returns failure.

copy2() uses *copystat()* to copy the file metadata. Please see *copystat()* for more information about platform support for modifying symbolic link metadata.

Modifié dans la version 3.3 : Added *follow_symlinks* argument, try to copy extended file system attributes too (currently Linux only). Now returns path to the newly created file.

shutil.**ignore_patterns**(**patterns*)

This factory function creates a function that can be used as a callable for `copytree()`'s *ignore* argument, ignoring files and directories that match one of the glob-style *patterns* provided. See the example below.

shutil.**copytree**(*src*, *dst*, *symlinks=False*, *ignore=None*, *copy_function=copy2*, *ignore_dangling_symlinks=False*)

Recursively copy an entire directory tree rooted at *src*, returning the destination directory. The destination directory, named by *dst*, must not already exist ; it will be created as well as missing parent directories. Permissions and times of directories are copied with `copystat()`, individual files are copied using `shutil.copy2()`.

If *symlinks* is true, symbolic links in the source tree are represented as symbolic links in the new tree and the metadata of the original links will be copied as far as the platform allows ; if false or omitted, the contents and metadata of the linked files are copied to the new tree.

When *symlinks* is false, if the file pointed by the symlink doesn't exist, an exception will be added in the list of errors raised in an `Error` exception at the end of the copy process. You can set the optional *ignore_dangling_symlinks* flag to true if you want to silence this exception. Notice that this option has no effect on platforms that don't support `os.symlink()`.

If *ignore* is given, it must be a callable that will receive as its arguments the directory being visited by `copytree()`, and a list of its contents, as returned by `os.listdir()`. Since `copytree()` is called recursively, the *ignore* callable will be called once for each directory that is copied. The callable must return a sequence of directory and file names relative to the current directory (i.e. a subset of the items in its second argument) ; these names will then be ignored in the copy process. `ignore_patterns()` can be used to create such a callable that ignores names based on glob-style patterns.

If exception(s) occur, an `Error` is raised with a list of reasons.

If *copy_function* is given, it must be a callable that will be used to copy each file. It will be called with the source path and the destination path as arguments. By default, `shutil.copy2()` is used, but any function that supports the same signature (like `shutil.copy()`) can be used.

Modifié dans la version 3.3 : Copy metadata when *symlinks* is false. Now returns *dst*.

Modifié dans la version 3.2 : Added the *copy_function* argument to be able to provide a custom copy function. Added the *ignore_dangling_symlinks* argument to silent dangling symlinks errors when *symlinks* is false.

shutil.**rmtree**(*path*, *ignore_errors=False*, *onerror=None*)

Delete an entire directory tree ; *path* must point to a directory (but not a symbolic link to a directory). If *ignore_errors* is true, errors resulting from failed removals will be ignored ; if false or omitted, such errors are handled by calling a handler specified by *onerror* or, if that is omitted, they raise an exception.

Note : On platforms that support the necessary fd-based functions a symlink attack resistant version of `rmtree()` is used by default. On other platforms, the `rmtree()` implementation is susceptible to a symlink attack : given proper timing and circumstances, attackers can manipulate symlinks on the filesystem to delete files they wouldn't be able to access otherwise. Applications can use the `rmtree.avoids_symlink_attacks` function attribute to determine which case applies.

If *onerror* is provided, it must be a callable that accepts three parameters : *function*, *path*, and *excinfo*.

The first parameter, *function*, is the function which raised the exception ; it depends on the platform and implementation. The second parameter, *path*, will be the path name passed to *function*. The third parameter, *excinfo*, will be the exception information returned by `sys.exc_info()`. Exceptions raised by *onerror* will not be caught.

Modifié dans la version 3.3 : Added a symlink attack resistant version that is used automatically if platform supports fd-based functions.

rmtree.**avoids_symlink_attacks**

Indicates whether the current platform and implementation provides a symlink attack resistant version of `rmtree()`. Currently this is only true for platforms supporting fd-based directory access functions.

Nouveau dans la version 3.3.

shutil.**move**(*src*, *dst*, *copy_function=copy2*)

Recursively move a file or directory (*src*) to another location (*dst*) and return the destination.

If the destination is an existing directory, then *src* is moved inside that directory. If the destination already exists but is not a directory, it may be overwritten depending on `os.rename()` semantics.

If the destination is on the current filesystem, then `os.rename()` is used. Otherwise, *src* is copied to *dst* using *copy_function* and then removed. In case of symlinks, a new symlink pointing to the target of *src* will be created in or as *dst* and *src* will be removed.

If *copy_function* is given, it must be a callable that takes two arguments *src* and *dst*, and will be used to copy *src* to *dest* if `os.rename()` cannot be used. If the source is a directory, `copytree()` is called, passing it the `copy_function()`. The default *copy_function* is `copy2()`. Using `copy()` as the *copy_function* allows the move to succeed when it is not possible to also copy the metadata, at the expense of not copying any of the metadata.

Modifié dans la version 3.3 : Added explicit symlink handling for foreign filesystems, thus adapting it to the behavior of GNU's **mv**. Now returns *dst*.

Modifié dans la version 3.5 : Added the *copy_function* keyword argument.

`shutil.`**`disk_usage`**(*path*)

Return disk usage statistics about the given path as a *named tuple* with the attributes *total*, *used* and *free*, which are the amount of total, used and free space, in bytes. On Windows, *path* must be a directory; on Unix, it can be a file or directory.

Nouveau dans la version 3.3.

Disponibilité : Unix, Windows.

`shutil.`**`chown`**(*path*, *user=None*, *group=None*)

Change owner *user* and/or *group* of the given *path*.

user can be a system user name or a uid; the same applies to *group*. At least one argument is required.

See also `os.chown()`, the underlying function.

Disponibilité : Unix.

Nouveau dans la version 3.3.

`shutil.`**`which`**(*cmd*, *mode=os.F_OK | os.X_OK*, *path=None*)

Return the path to an executable which would be run if the given *cmd* was called. If no *cmd* would be called, return `None`.

mode is a permission mask passed to `os.access()`, by default determining if the file exists and executable.

When no *path* is specified, the results of `os.environ()` are used, returning either the "PATH" value or a fallback of `os.defpath`.

On Windows, the current directory is always prepended to the *path* whether or not you use the default or provide your own, which is the behavior the command shell uses when finding executables. Additionally, when finding the *cmd* in the *path*, the `PATHEXT` environment variable is checked. For example, if you call `shutil.which("python")`, `which()` will search `PATHEXT` to know that it should look for `python.exe` within the *path* directories. For example, on Windows :

```
>>> shutil.which("python")
'C:\\Python33\\python.EXE'
```

Nouveau dans la version 3.3.

exception `shutil.`**`Error`**

This exception collects exceptions that are raised during a multi-file operation. For `copytree()`, the exception argument is a list of 3-tuples (*srcname*, *dstname*, *exception*).

copytree example

This example is the implementation of the *copytree()* function, described above, with the docstring omitted. It demonstrates many of the other functions provided by this module.

```
def copytree(src, dst, symlinks=False):
    names = os.listdir(src)
    os.makedirs(dst)
    errors = []
    for name in names:
        srcname = os.path.join(src, name)
        dstname = os.path.join(dst, name)
        try:
            if symlinks and os.path.islink(srcname):
                linkto = os.readlink(srcname)
                os.symlink(linkto, dstname)
            elif os.path.isdir(srcname):
                copytree(srcname, dstname, symlinks)
            else:
                copy2(srcname, dstname)
            # XXX What about devices, sockets etc.?
        except OSError as why:
            errors.append((srcname, dstname, str(why)))
        # catch the Error from the recursive copytree so that we can
        # continue with other files
        except Error as err:
            errors.extend(err.args[0])
    try:
        copystat(src, dst)
    except OSError as why:
        # can't copy file access times on Windows
        if why.winerror is None:
            errors.extend((src, dst, str(why)))
    if errors:
        raise Error(errors)
```

Another example that uses the *ignore_patterns()* helper :

```
from shutil import copytree, ignore_patterns

copytree(source, destination, ignore=ignore_patterns('*.pyc', 'tmp*'))
```

This will copy everything except `.pyc` files and files or directories whose name starts with `tmp`.

Another example that uses the *ignore* argument to add a logging call :

```
from shutil import copytree
import logging

def _logpath(path, names):
    logging.info('Working in %s', path)
    return []   # nothing will be ignored

copytree(source, destination, ignore=_logpath)
```

rmtree example

This example shows how to remove a directory tree on Windows where some of the files have their read-only bit set. It uses the onerror callback to clear the readonly bit and reattempt the remove. Any subsequent failure will propagate.

```
import os, stat
import shutil

def remove_readonly(func, path, _):
    "Clear the readonly bit and reattempt the removal"
    os.chmod(path, stat.S_IWRITE)
    func(path)

shutil.rmtree(directory, onerror=remove_readonly)
```

11.10.2 Archiving operations

Nouveau dans la version 3.2.

Modifié dans la version 3.5 : Added support for the *xztar* format.

High-level utilities to create and read compressed and archived files are also provided. They rely on the `zipfile` and `tarfile` modules.

`shutil.`**`make_archive`**(*base_name*, *format*[, *root_dir*[, *base_dir*[, *verbose*[, *dry_run*[, *owner*[, *group*[, *logger*]]]]]]])

Create an archive file (such as zip or tar) and return its name.

base_name is the name of the file to create, including the path, minus any format-specific extension. *format* is the archive format : one of "zip" (if the `zlib` module is available), "tar", "gztar" (if the `zlib` module is available), "bztar" (if the `bz2` module is available), or "xztar" (if the `lzma` module is available).

root_dir is a directory that will be the root directory of the archive, all paths in the archive will be relative to it ; for example, we typically chdir into *root_dir* before creating the archive.

base_dir is the directory where we start archiving from ; i.e. *base_dir* will be the common prefix of all files and directories in the archive. *base_dir* must be given relative to *root_dir*. See *Archiving example with base_dir* for how to use *base_dir* and *root_dir* together.

root_dir and *base_dir* both default to the current directory.

If *dry_run* is true, no archive is created, but the operations that would be executed are logged to *logger*.

owner and *group* are used when creating a tar archive. By default, uses the current owner and group.

logger must be an object compatible with **PEP 282**, usually an instance of `logging.Logger`.

The *verbose* argument is unused and deprecated.

`shutil.`**`get_archive_formats`**()

Return a list of supported formats for archiving. Each element of the returned sequence is a tuple `(name, description)`.

By default `shutil` provides these formats :
— *zip* : ZIP file (if the `zlib` module is available).
— *tar* : uncompressed tar file.
— *gztar* : gzip'ed tar-file (if the `zlib` module is available).
— *bztar* : bzip2'ed tar-file (if the `bz2` module is available).
— *xztar* : xz'ed tar-file (if the `lzma` module is available).

You can register new formats or provide your own archiver for any existing formats, by using `register_archive_format()`.

`shutil.`**`register_archive_format`**(*name*, *function*[, *extra_args*[, *description*]])

Register an archiver for the format *name*.

function is the callable that will be used to unpack archives. The callable will receive the *base_name* of the file to create, followed by the *base_dir* (which defaults to `os.curdir`) to start archiving from. Further arguments are passed as keyword arguments : *owner*, *group*, *dry_run* and *logger* (as passed in `make_archive()`).

If given, *extra_args* is a sequence of `(name, value)` pairs that will be used as extra keywords arguments when the archiver callable is used.

description is used by *get_archive_formats()* which returns the list of archivers. Defaults to an empty string.

`shutil.`**`unregister_archive_format`**(*name*)

Remove the archive format *name* from the list of supported formats.

`shutil.`**`unpack_archive`**(*filename*[, *extract_dir*[, *format*]])

Unpack an archive. *filename* is the full path of the archive.

extract_dir is the name of the target directory where the archive is unpacked. If not provided, the current working directory is used.

format is the archive format : one of "zip", "tar", "gztar", "bztar", or "xztar". Or any other format registered with *register_unpack_format()*. If not provided, *unpack_archive()* will use the archive file name extension and see if an unpacker was registered for that extension. In case none is found, a *ValueError* is raised.

Modifié dans la version 3.7 : Accepts a *path-like object* for *filename* and *extract_dir*.

`shutil.`**`register_unpack_format`**(*name*, *extensions*, *function*[, *extra_args*[, *description*]])

Registers an unpack format. *name* is the name of the format and *extensions* is a list of extensions corresponding to the format, like `.zip` for Zip files.

function is the callable that will be used to unpack archives. The callable will receive the path of the archive, followed by the directory the archive must be extracted to.

When provided, *extra_args* is a sequence of `(name, value)` tuples that will be passed as keywords arguments to the callable.

description can be provided to describe the format, and will be returned by the *get_unpack_formats()* function.

`shutil.`**`unregister_unpack_format`**(*name*)

Unregister an unpack format. *name* is the name of the format.

`shutil.`**`get_unpack_formats`**()

Return a list of all registered formats for unpacking. Each element of the returned sequence is a tuple `(name, extensions, description)`.

By default *shutil* provides these formats :

— *zip* : ZIP file (unpacking compressed files works only if the corresponding module is available).

— *tar* : uncompressed tar file.

— *gztar* : gzip'ed tar-file (if the *zlib* module is available).

— *bztar* : bzip2'ed tar-file (if the *bz2* module is available).

— *xztar* : xz'ed tar-file (if the *lzma* module is available).

You can register new formats or provide your own unpacker for any existing formats, by using *register_unpack_format()*.

Archiving example

In this example, we create a gzip'ed tar-file archive containing all files found in the `.ssh` directory of the user :

```
>>> from shutil import make_archive
>>> import os
>>> archive_name = os.path.expanduser(os.path.join('~', 'myarchive'))
>>> root_dir = os.path.expanduser(os.path.join('~', '.ssh'))
>>> make_archive(archive_name, 'gztar', root_dir)
'/Users/tarek/myarchive.tar.gz'
```

The resulting archive contains :

```
$ tar -tzvf /Users/tarek/myarchive.tar.gz
drwx------ tarek/staff       0 2010-02-01 16:23:40 ./
-rw-r--r-- tarek/staff     609 2008-06-09 13:26:54 ./authorized_keys
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
-rwxr-xr-x tarek/staff       65 2008-06-09 13:26:54 ./config
-rwx------ tarek/staff      668 2008-06-09 13:26:54 ./id_dsa
-rwxr-xr-x tarek/staff      609 2008-06-09 13:26:54 ./id_dsa.pub
-rw------- tarek/staff     1675 2008-06-09 13:26:54 ./id_rsa
-rw-r--r-- tarek/staff      397 2008-06-09 13:26:54 ./id_rsa.pub
-rw-r--r-- tarek/staff    37192 2010-02-06 18:23:10 ./known_hosts
```

Archiving example with *base_dir*

In this example, similar to the *one above*, we show how to use `make_archive()`, but this time with the usage of *base_dir*. We now have the following directory structure :

```
$ tree tmp
tmp
└── root
    └── structure
        ├── content
        │   └── please_add.txt
        └── do_not_add.txt
```

In the final archive, `please_add.txt` should be included, but `do_not_add.txt` should not. Therefore we use the following :

```
>>> from shutil import make_archive
>>> import os
>>> archive_name = os.path.expanduser(os.path.join('~', 'myarchive'))
>>> make_archive(
...     archive_name,
...     'tar',
...     root_dir='tmp/root',
...     base_dir='structure/content',
... )
'/Users/tarek/my_archive.tar'
```

Listing the files in the resulting archive gives us :

```
$ python -m tarfile -l /Users/tarek/myarchive.tar
structure/content/
structure/content/please_add.txt
```

11.10.3 Querying the size of the output terminal

`shutil.`**`get_terminal_size`**(*fallback=(columns, lines)*)

Get the size of the terminal window.

For each of the two dimensions, the environment variable, `COLUMNS` and `LINES` respectively, is checked. If the variable is defined and the value is a positive integer, it is used.

When `COLUMNS` or `LINES` is not defined, which is the common case, the terminal connected to `sys.__stdout__` is queried by invoking `os.get_terminal_size()`.

If the terminal size cannot be successfully queried, either because the system doesn't support querying, or because we are not connected to a terminal, the value given in `fallback` parameter is used. `fallback` defaults to `(80, 24)` which is the default size used by many terminal emulators.

The value returned is a named tuple of type `os.terminal_size`.

See also : The Single UNIX Specification, Version 2, Other Environment Variables.

Nouveau dans la version 3.3.

11.11 macpath — Fonctions de manipulation de chemins pour Mac OS 9

Code source : Lib/macpath.py

Deprecated since version 3.7, will be removed in version 3.8.

Ce module est une implémentation du module *os.path* pour Mac OS 9 (ou plus ancien). Il peut être utilisé pour manipuler des chemins dans l'ancien style Macintosh sur Mac OS X (ou n'importe quelle autre plateforme).

Les fonctions suivantes sont disponibles dans ce module : `normcase()`, `normpath()`, `isabs()`, `join()`, `split()`, `isdir()`, `isfile()`, `walk()`, `exists()`. Toutes les autres fonctions d'*os.path* sont aussi disponibles, mais vides, pour garder la compatibilité.

Voir aussi :

Module *os* Interfaces du système d'exploitation, incluant des fonctions pour travailler avec des fichiers dans un niveau plus bas que les *objets fichiers* de Python.

Module *io* Bibliothèque d'entrées/sorties native de Python, incluant des classes abstraites et concrètes tel que les I/O sur les fichiers.

Fonction native *open()* Le moyen classique pour ouvrir des fichiers pour les lire ou y écrire avec Python.

CHAPITRE 12

Persistance des données

Les modules décrits dans ce chapitre permettent de stocker des données Python de manière persistante typiquement sur disque. Les modules `pickle` et `marshal` peuvent transformer n'importe quel type Python en une séquence d'octets, puis recréer les objets depuis ces octets. Les différents modules du paquet *dbm* gèrent une catégorie de formats de fichier basée sur des hach, stockant des correspondances entre chaînes de caractères.

La liste des modules documentés dans ce chapitre est :

12.1 `pickle` --- Module de sérialisation d'objets Python

Code source : Lib/pickle.py

Le module `pickle` implémente des protocoles binaires de sérialisation et dé-sérialisation d'objets Python. Le *pickling* est le procédé par lequel une hiérarchie d'objets Python est convertie en flux d'octets. *unpickling* est l'opération inverse, par laquelle un flux d'octets (à partir d'un *binary file* ou *bytes-like object*) est converti en hiérarchie d'objets. *Pickling* (et *unpickling*) sont alternativement connus sous les termes de "sérialisation", de "*marshalling*" [1] ou encore de "*flattening*". Cependant pour éviter la confusion les termes utilisés ici sont *pickling* et *unpickling*.

Avertissement : Le module `pickle` n'est pas sécurisé contre les données erronées et malicieusement construites. Ne jamais *unpickle* la donnée reçue à partir d'une source non fiable ou non authentifiée.

12.1.1 Relations aux autres modules python

Comparaison avec `marshal`

Python possède un module de bas niveau en sérialisation appelé `marshal`, mais en général il est préférable d'utiliser `pickle` pour sérialiser des objets Python. `marshal` existe principalement pour gérer les fichiers Python en `.pyc`.

Le module `pickle` diffère du module `marshal` sur plusieurs aspects :

1. Don't confuse this with the `marshal` module

— Le module *pickle* garde la trace des objets qu'il a déjà sérialisés, pour faire en sorte que les prochaines références à cet objet ne soient pas sérialisées à nouveau. *marshal* ne le fait pas.
Ça a des implications sur les objets partagés et les objets récursifs. Les objets récursifs sont des objets qui contiennent des références à eux-mêmes. Ceux-ci ne sont pas gérées par marshal : lui donner un objet récursif va le faire planter. Un objet est partagé lorsque que plusieurs références pointent dessus, depuis différents endroits dans la hiérarchie sérialisée. Le module *pickle* repère ces partages et ne stocke ces objets qu'une seule fois. Les objets partagés restent ainsi partagés, ce qui peut être très important pour les objets muables.
— *marshal* ne peut être utilisé pour la sérialisation et l'instanciation de classes définies par les utilisateurs. *pickle* peut sauvegarder et restaurer les instances de classes de manière transparente. Cependant la définition de classe doit être importable et lancée dans le même module et de la même manière que lors de son importation.
— The *marshal* serialization format is not guaranteed to be portable across Python versions. Because its primary job in life is to support `.pyc` files, the Python implementers reserve the right to change the serialization format in non-backwards compatible ways should the need arise. The *pickle* serialization format is guaranteed to be backwards compatible across Python releases provided a compatible pickle protocol is chosen and pickling and unpickling code deals with Python 2 to Python 3 type differences if your data is crossing that unique breaking change language boundary.

Comparison with `json`

There are fundamental differences between the pickle protocols and JSON (JavaScript Object Notation) :
— JSON is a text serialization format (it outputs unicode text, although most of the time it is then encoded to `utf-8`), while pickle is a binary serialization format ;
— JSON is human-readable, while pickle is not ;
— JSON is interoperable and widely used outside of the Python ecosystem, while pickle is Python-specific ;
— JSON, by default, can only represent a subset of the Python built-in types, and no custom classes ; pickle can represent an extremely large number of Python types (many of them automatically, by clever usage of Python's introspection facilities ; complex cases can be tackled by implementing *specific object APIs*).

Voir aussi :

The *json* module : a standard library module allowing JSON serialization and deserialization.

12.1.2 Data stream format

The data format used by *pickle* is Python-specific. This has the advantage that there are no restrictions imposed by external standards such as JSON or XDR (which can't represent pointer sharing) ; however it means that non-Python programs may not be able to reconstruct pickled Python objects.

By default, the *pickle* data format uses a relatively compact binary representation. If you need optimal size characteristics, you can efficiently *compress* pickled data.

The module *pickletools* contains tools for analyzing data streams generated by *pickle*. *pickletools* source code has extensive comments about opcodes used by pickle protocols.

There are currently 5 different protocols which can be used for pickling. The higher the protocol used, the more recent the version of Python needed to read the pickle produced.
— Protocol version 0 is the original "human-readable" protocol and is backwards compatible with earlier versions of Python.
— Protocol version 1 is an old binary format which is also compatible with earlier versions of Python.
— Protocol version 2 was introduced in Python 2.3. It provides much more efficient pickling of *new-style class*es. Refer to **PEP 307** for information about improvements brought by protocol 2.
— Protocol version 3 was added in Python 3.0. It has explicit support for *bytes* objects and cannot be unpickled by Python 2.x. This is the default protocol, and the recommended protocol when compatibility with other Python 3 versions is required.
— Protocol version 4 was added in Python 3.4. It adds support for very large objects, pickling more kinds of objects, and some data format optimizations. Refer to **PEP 3154** for information about improvements brought by protocol 4.

Note : Serialization is a more primitive notion than persistence ; although `pickle` reads and writes file objects, it does not handle the issue of naming persistent objects, nor the (even more complicated) issue of concurrent access to persistent objects. The `pickle` module can transform a complex object into a byte stream and it can transform the byte stream into an object with the same internal structure. Perhaps the most obvious thing to do with these byte streams is to write them onto a file, but it is also conceivable to send them across a network or store them in a database. The `shelve` module provides a simple interface to pickle and unpickle objects on DBM-style database files.

12.1.3 Module Interface

To serialize an object hierarchy, you simply call the `dumps()` function. Similarly, to de-serialize a data stream, you call the `loads()` function. However, if you want more control over serialization and de-serialization, you can create a `Pickler` or an `Unpickler` object, respectively.

The `pickle` module provides the following constants :

`pickle.`**`HIGHEST_PROTOCOL`**
: An integer, the highest *protocol version* available. This value can be passed as a *protocol* value to functions `dump()` and `dumps()` as well as the `Pickler` constructor.

`pickle.`**`DEFAULT_PROTOCOL`**
: An integer, the default *protocol version* used for pickling. May be less than `HIGHEST_PROTOCOL`. Currently the default protocol is 3, a new protocol designed for Python 3.

The `pickle` module provides the following functions to make the pickling process more convenient :

`pickle.`**`dump`**(*obj*, *file*, *protocol=None*, ***, *fix_imports=True*)
: Write the pickled representation of the object *obj* to the open *file object* *file*. This is equivalent to `Pickler(file, protocol).dump(obj)`.

  The optional *protocol* argument, an integer, tells the pickler to use the given protocol ; supported protocols are 0 to `HIGHEST_PROTOCOL`. If not specified, the default is `DEFAULT_PROTOCOL`. If a negative number is specified, `HIGHEST_PROTOCOL` is selected.

  The *file* argument must have a write() method that accepts a single bytes argument. It can thus be an on-disk file opened for binary writing, an `io.BytesIO` instance, or any other custom object that meets this interface.

  If *fix_imports* is true and *protocol* is less than 3, pickle will try to map the new Python 3 names to the old module names used in Python 2, so that the pickle data stream is readable with Python 2.

`pickle.`**`dumps`**(*obj*, *protocol=None*, ***, *fix_imports=True*)
: Return the pickled representation of the object *obj* as a `bytes` object, instead of writing it to a file.

  Arguments *protocol* and *fix_imports* have the same meaning as in `dump()`.

`pickle.`**`load`**(*file*, ***, *fix_imports=True*, *encoding="ASCII"*, *errors="strict"*)
: Read the pickled representation of an object from the open *file object* *file* and return the reconstituted object hierarchy specified therein. This is equivalent to `Unpickler(file).load()`.

  The protocol version of the pickle is detected automatically, so no protocol argument is needed. Bytes past the pickled representation of the object are ignored.

  The argument *file* must have two methods, a read() method that takes an integer argument, and a readline() method that requires no arguments. Both methods should return bytes. Thus *file* can be an on-disk file opened for binary reading, an `io.BytesIO` object, or any other custom object that meets this interface.

  Optional keyword arguments are *fix_imports*, *encoding* and *errors*, which are used to control compatibility support for pickle stream generated by Python 2. If *fix_imports* is true, pickle will try to map the old Python 2 names to the new names used in Python 3. The *encoding* and *errors* tell pickle how to decode 8-bit string instances pickled by Python 2 ; these default to 'ASCII' and 'strict', respectively. The *encoding* can be 'bytes' to read these 8-bit string instances as bytes objects. Using `encoding='latin1'` is required for unpickling NumPy arrays and instances of `datetime`, `date` and `time` pickled by Python 2.

`pickle.`**`loads`**(*data*, ***, *fix_imports=True*, *encoding="ASCII"*, *errors="strict"*)
: Return the reconstituted object hierarchy of the pickled representation *data* of an object. *data* must be a *bytes-like object*.

The protocol version of the pickle is detected automatically, so no protocol argument is needed. Bytes past the pickled representation of the object are ignored.

Optional keyword arguments are *fix_imports*, *encoding* and *errors*, which are used to control compatibility support for pickle stream generated by Python 2. If *fix_imports* is true, pickle will try to map the old Python 2 names to the new names used in Python 3. The *encoding* and *errors* tell pickle how to decode 8-bit string instances pickled by Python 2; these default to 'ASCII' and 'strict', respectively. The *encoding* can be 'bytes' to read these 8-bit string instances as bytes objects. Using `encoding='latin1'` is required for unpickling NumPy arrays and instances of *datetime*, *date* and *time* pickled by Python 2.

The *pickle* module defines three exceptions :

exception pickle.**PickleError**
Common base class for the other pickling exceptions. It inherits *Exception*.

exception pickle.**PicklingError**
Error raised when an unpicklable object is encountered by *Pickler*. It inherits *PickleError*.

Refer to *What can be pickled and unpickled ?* to learn what kinds of objects can be pickled.

exception pickle.**UnpicklingError**
Error raised when there is a problem unpickling an object, such as a data corruption or a security violation. It inherits *PickleError*.

Note that other exceptions may also be raised during unpickling, including (but not necessarily limited to) AttributeError, EOFError, ImportError, and IndexError.

The *pickle* module exports two classes, *Pickler* and *Unpickler* :

class pickle.**Pickler**(*file*, *protocol=None*, *, *fix_imports=True*)
This takes a binary file for writing a pickle data stream.

The optional *protocol* argument, an integer, tells the pickler to use the given protocol; supported protocols are 0 to *HIGHEST_PROTOCOL*. If not specified, the default is *DEFAULT_PROTOCOL*. If a negative number is specified, *HIGHEST_PROTOCOL* is selected.

The *file* argument must have a write() method that accepts a single bytes argument. It can thus be an on-disk file opened for binary writing, an *io.BytesIO* instance, or any other custom object that meets this interface.

If *fix_imports* is true and *protocol* is less than 3, pickle will try to map the new Python 3 names to the old module names used in Python 2, so that the pickle data stream is readable with Python 2.

dump(*obj*)
Write the pickled representation of *obj* to the open file object given in the constructor.

persistent_id(*obj*)
Do nothing by default. This exists so a subclass can override it.

If *persistent_id()* returns `None`, *obj* is pickled as usual. Any other value causes *Pickler* to emit the returned value as a persistent ID for *obj*. The meaning of this persistent ID should be defined by *Unpickler.persistent_load()*. Note that the value returned by *persistent_id()* cannot itself have a persistent ID.

See *Persistence of External Objects* for details and examples of uses.

dispatch_table
A pickler object's dispatch table is a registry of *reduction functions* of the kind which can be declared using *copyreg.pickle()*. It is a mapping whose keys are classes and whose values are reduction functions. A reduction function takes a single argument of the associated class and should conform to the same interface as a *__reduce__()* method.

By default, a pickler object will not have a *dispatch_table* attribute, and it will instead use the global dispatch table managed by the *copyreg* module. However, to customize the pickling for a specific pickler object one can set the *dispatch_table* attribute to a dict-like object. Alternatively, if a subclass of *Pickler* has a *dispatch_table* attribute then this will be used as the default dispatch table for instances of that class.

See *Dispatch Tables* for usage examples.

Nouveau dans la version 3.3.

fast
Deprecated. Enable fast mode if set to a true value. The fast mode disables the usage of memo, therefore

speeding the pickling process by not generating superfluous PUT opcodes. It should not be used with self-referential objects, doing otherwise will cause `Pickler` to recurse infinitely.

Use `pickletools.optimize()` if you need more compact pickles.

class pickle.**Unpickler**(*file*, ***, *fix_imports=True*, *encoding="ASCII"*, *errors="strict"*)

This takes a binary file for reading a pickle data stream.

The protocol version of the pickle is detected automatically, so no protocol argument is needed.

The argument *file* must have two methods, a read() method that takes an integer argument, and a readline() method that requires no arguments. Both methods should return bytes. Thus *file* can be an on-disk file object opened for binary reading, an `io.BytesIO` object, or any other custom object that meets this interface.

Optional keyword arguments are *fix_imports*, *encoding* and *errors*, which are used to control compatibility support for pickle stream generated by Python 2. If *fix_imports* is true, pickle will try to map the old Python 2 names to the new names used in Python 3. The *encoding* and *errors* tell pickle how to decode 8-bit string instances pickled by Python 2 ; these default to 'ASCII' and 'strict', respectively. The *encoding* can be 'bytes' to read these 8-bit string instances as bytes objects.

load()

Read the pickled representation of an object from the open file object given in the constructor, and return the reconstituted object hierarchy specified therein. Bytes past the pickled representation of the object are ignored.

persistent_load(*pid*)

Raise an `UnpicklingError` by default.

If defined, `persistent_load()` should return the object specified by the persistent ID *pid*. If an invalid persistent ID is encountered, an `UnpicklingError` should be raised.

See *Persistence of External Objects* for details and examples of uses.

find_class(*module*, *name*)

Import *module* if necessary and return the object called *name* from it, where the *module* and *name* arguments are `str` objects. Note, unlike its name suggests, `find_class()` is also used for finding functions.

Subclasses may override this to gain control over what type of objects and how they can be loaded, potentially reducing security risks. Refer to *Restricting Globals* for details.

12.1.4 What can be pickled and unpickled ?

The following types can be pickled :

- `None`, `True`, and `False`
- integers, floating point numbers, complex numbers
- strings, bytes, bytearrays
- tuples, lists, sets, and dictionaries containing only picklable objects
- functions defined at the top level of a module (using `def`, not `lambda`)
- built-in functions defined at the top level of a module
- classes that are defined at the top level of a module
- instances of such classes whose `__dict__` or the result of calling `__getstate__()` is picklable (see section *Pickling Class Instances* for details).

Attempts to pickle unpicklable objects will raise the `PicklingError` exception ; when this happens, an unspecified number of bytes may have already been written to the underlying file. Trying to pickle a highly recursive data structure may exceed the maximum recursion depth, a `RecursionError` will be raised in this case. You can carefully raise this limit with `sys.setrecursionlimit()`.

Note that functions (built-in and user-defined) are pickled by "fully qualified" name reference, not by value. [2] This means that only the function name is pickled, along with the name of the module the function is defined in. Neither the function's code, nor any of its function attributes are pickled. Thus the defining module must be importable in the unpickling environment, and the module must contain the named object, otherwise an exception will be raised. [3]

Similarly, classes are pickled by named reference, so the same restrictions in the unpickling environment apply. Note that none of the class's code or data is pickled, so in the following example the class attribute `attr` is not restored in the unpickling environment :

2. This is why `lambda` functions cannot be pickled : all `lambda` functions share the same name : `<lambda>`.
3. The exception raised will likely be an `ImportError` or an `AttributeError` but it could be something else.

```
class Foo:
    attr = 'A class attribute'

picklestring = pickle.dumps(Foo)
```

These restrictions are why picklable functions and classes must be defined in the top level of a module.

Similarly, when class instances are pickled, their class's code and data are not pickled along with them. Only the instance data are pickled. This is done on purpose, so you can fix bugs in a class or add methods to the class and still load objects that were created with an earlier version of the class. If you plan to have long-lived objects that will see many versions of a class, it may be worthwhile to put a version number in the objects so that suitable conversions can be made by the class's *__setstate__()* method.

12.1.5 Pickling Class Instances

In this section, we describe the general mechanisms available to you to define, customize, and control how class instances are pickled and unpickled.

In most cases, no additional code is needed to make instances picklable. By default, pickle will retrieve the class and the attributes of an instance via introspection. When a class instance is unpickled, its `__init__()` method is usually *not* invoked. The default behaviour first creates an uninitialized instance and then restores the saved attributes. The following code shows an implementation of this behaviour :

```
def save(obj):
    return (obj.__class__, obj.__dict__)

def load(cls, attributes):
    obj = cls.__new__(cls)
    obj.__dict__.update(attributes)
    return obj
```

Classes can alter the default behaviour by providing one or several special methods :

`object.`**`__getnewargs_ex__`**`()`
: In protocols 2 and newer, classes that implements the *__getnewargs_ex__()* method can dictate the values passed to the `__new__()` method upon unpickling. The method must return a pair `(args, kwargs)` where *args* is a tuple of positional arguments and *kwargs* a dictionary of named arguments for constructing the object. Those will be passed to the `__new__()` method upon unpickling.

  You should implement this method if the `__new__()` method of your class requires keyword-only arguments. Otherwise, it is recommended for compatibility to implement *__getnewargs__()*.

  Modifié dans la version 3.6 : *__getnewargs_ex__()* is now used in protocols 2 and 3.

`object.`**`__getnewargs__`**`()`
: This method serves a similar purpose as *__getnewargs_ex__()*, but supports only positional arguments. It must return a tuple of arguments `args` which will be passed to the `__new__()` method upon unpickling.

  __getnewargs__() will not be called if *__getnewargs_ex__()* is defined.

  Modifié dans la version 3.6 : Before Python 3.6, *__getnewargs__()* was called instead of *__getnewargs_ex__()* in protocols 2 and 3.

`object.`**`__getstate__`**`()`
: Classes can further influence how their instances are pickled; if the class defines the method *__getstate__()*, it is called and the returned object is pickled as the contents for the instance, instead of the contents of the instance's dictionary. If the *__getstate__()* method is absent, the instance's *__dict__* is pickled as usual.

`object.`**`__setstate__`**`(`*state*`)`
: Upon unpickling, if the class defines *__setstate__()*, it is called with the unpickled state. In that case, there is no requirement for the state object to be a dictionary. Otherwise, the pickled state must be a dictionary and its items are assigned to the new instance's dictionary.

Note : If *__getstate__()* returns a false value, the *__setstate__()* method will not be called upon unpickling.

Refer to the section *Handling Stateful Objects* for more information about how to use the methods *__getstate__()* and *__setstate__()*.

Note : At unpickling time, some methods like `__getattr__()`, `__getattribute__()`, or `__setattr__()` may be called upon the instance. In case those methods rely on some internal invariant being true, the type should implement `__new__()` to establish such an invariant, as `__init__()` is not called when unpickling an instance.

As we shall see, pickle does not use directly the methods described above. In fact, these methods are part of the copy protocol which implements the *__reduce__()* special method. The copy protocol provides a unified interface for retrieving the data necessary for pickling and copying objects. [4]

Although powerful, implementing *__reduce__()* directly in your classes is error prone. For this reason, class designers should use the high-level interface (i.e., *__getnewargs_ex__()*, *__getstate__()* and *__setstate__()*) whenever possible. We will show, however, cases where using *__reduce__()* is the only option or leads to more efficient pickling or both.

`object.`**`__reduce__`**`()`

The interface is currently defined as follows. The *__reduce__()* method takes no argument and shall return either a string or preferably a tuple (the returned object is often referred to as the "reduce value").

If a string is returned, the string should be interpreted as the name of a global variable. It should be the object's local name relative to its module ; the pickle module searches the module namespace to determine the object's module. This behaviour is typically useful for singletons.

When a tuple is returned, it must be between two and five items long. Optional items can either be omitted, or `None` can be provided as their value. The semantics of each item are in order :

- A callable object that will be called to create the initial version of the object.
- A tuple of arguments for the callable object. An empty tuple must be given if the callable does not accept any argument.
- Optionally, the object's state, which will be passed to the object's *__setstate__()* method as previously described. If the object has no such method then, the value must be a dictionary and it will be added to the object's *__dict__* attribute.
- Optionally, an iterator (and not a sequence) yielding successive items. These items will be appended to the object either using `obj.append(item)` or, in batch, using `obj.extend(list_of_items)`. This is primarily used for list subclasses, but may be used by other classes as long as they have `append()` and `extend()` methods with the appropriate signature. (Whether `append()` or `extend()` is used depends on which pickle protocol version is used as well as the number of items to append, so both must be supported.)
- Optionally, an iterator (not a sequence) yielding successive key-value pairs. These items will be stored to the object using `obj[key] = value`. This is primarily used for dictionary subclasses, but may be used by other classes as long as they implement `__setitem__()`.

`object.`**`__reduce_ex__`**`(`*protocol*`)`

Alternatively, a *__reduce_ex__()* method may be defined. The only difference is this method should take a single integer argument, the protocol version. When defined, pickle will prefer it over the *__reduce__()* method. In addition, *__reduce__()* automatically becomes a synonym for the extended version. The main use for this method is to provide backwards-compatible reduce values for older Python releases.

4. The *copy* module uses this protocol for shallow and deep copying operations.

Persistence of External Objects

For the benefit of object persistence, the *pickle* module supports the notion of a reference to an object outside the pickled data stream. Such objects are referenced by a persistent ID, which should be either a string of alphanumeric characters (for protocol 0)[5] or just an arbitrary object (for any newer protocol).

The resolution of such persistent IDs is not defined by the *pickle* module ; it will delegate this resolution to the user-defined methods on the pickler and unpickler, *persistent_id()* and *persistent_load()* respectively.

To pickle objects that have an external persistent ID, the pickler must have a custom *persistent_id()* method that takes an object as an argument and returns either `None` or the persistent ID for that object. When `None` is returned, the pickler simply pickles the object as normal. When a persistent ID string is returned, the pickler will pickle that object, along with a marker so that the unpickler will recognize it as a persistent ID.

To unpickle external objects, the unpickler must have a custom *persistent_load()* method that takes a persistent ID object and returns the referenced object.

Here is a comprehensive example presenting how persistent ID can be used to pickle external objects by reference.

```
# Simple example presenting how persistent ID can be used to pickle
# external objects by reference.

import pickle
import sqlite3
from collections import namedtuple

# Simple class representing a record in our database.
MemoRecord = namedtuple("MemoRecord", "key, task")

class DBPickler(pickle.Pickler):

    def persistent_id(self, obj):
        # Instead of pickling MemoRecord as a regular class instance, we emit a
        # persistent ID.
        if isinstance(obj, MemoRecord):
            # Here, our persistent ID is simply a tuple, containing a tag and a
            # key, which refers to a specific record in the database.
            return ("MemoRecord", obj.key)
        else:
            # If obj does not have a persistent ID, return None. This means obj
            # needs to be pickled as usual.
            return None


class DBUnpickler(pickle.Unpickler):

    def __init__(self, file, connection):
        super().__init__(file)
        self.connection = connection

    def persistent_load(self, pid):
        # This method is invoked whenever a persistent ID is encountered.
        # Here, pid is the tuple returned by DBPickler.
        cursor = self.connection.cursor()
        type_tag, key_id = pid
        if type_tag == "MemoRecord":
            # Fetch the referenced record from the database and return it.
            cursor.execute("SELECT * FROM memos WHERE key=?", (str(key_id),))
            key, task = cursor.fetchone()
            return MemoRecord(key, task)
        else:
```

(suite sur la page suivante)

5. The limitation on alphanumeric characters is due to the fact the persistent IDs, in protocol 0, are delimited by the newline character. Therefore if any kind of newline characters occurs in persistent IDs, the resulting pickle will become unreadable.

(suite de la page précédente)

```
            # Always raises an error if you cannot return the correct object.
            # Otherwise, the unpickler will think None is the object referenced
            # by the persistent ID.
            raise pickle.UnpicklingError("unsupported persistent object")


def main():
    import io
    import pprint

    # Initialize and populate our database.
    conn = sqlite3.connect(":memory:")
    cursor = conn.cursor()
    cursor.execute("CREATE TABLE memos(key INTEGER PRIMARY KEY, task TEXT)")
    tasks = (
        'give food to fish',
        'prepare group meeting',
        'fight with a zebra',
        )
    for task in tasks:
        cursor.execute("INSERT INTO memos VALUES(NULL, ?)", (task,))

    # Fetch the records to be pickled.
    cursor.execute("SELECT * FROM memos")
    memos = [MemoRecord(key, task) for key, task in cursor]
    # Save the records using our custom DBPickler.
    file = io.BytesIO()
    DBPickler(file).dump(memos)

    print("Pickled records:")
    pprint.pprint(memos)

    # Update a record, just for good measure.
    cursor.execute("UPDATE memos SET task='learn italian' WHERE key=1")

    # Load the records from the pickle data stream.
    file.seek(0)
    memos = DBUnpickler(file, conn).load()

    print("Unpickled records:")
    pprint.pprint(memos)


if __name__ == '__main__':
    main()
```

Dispatch Tables

If one wants to customize pickling of some classes without disturbing any other code which depends on pickling, then one can create a pickler with a private dispatch table.

The global dispatch table managed by the *copyreg* module is available as `copyreg.dispatch_table`. Therefore, one may choose to use a modified copy of `copyreg.dispatch_table` as a private dispatch table.

Par exemple

```
f = io.BytesIO()
p = pickle.Pickler(f)
p.dispatch_table = copyreg.dispatch_table.copy()
p.dispatch_table[SomeClass] = reduce_SomeClass
```

creates an instance of *pickle.Pickler* with a private dispatch table which handles the `SomeClass` class specially. Alternatively, the code

```
class MyPickler(pickle.Pickler):
    dispatch_table = copyreg.dispatch_table.copy()
    dispatch_table[SomeClass] = reduce_SomeClass
f = io.BytesIO()
p = MyPickler(f)
```

does the same, but all instances of `MyPickler` will by default share the same dispatch table. The equivalent code using the *copyreg* module is

```
copyreg.pickle(SomeClass, reduce_SomeClass)
f = io.BytesIO()
p = pickle.Pickler(f)
```

Handling Stateful Objects

Here's an example that shows how to modify pickling behavior for a class. The `TextReader` class opens a text file, and returns the line number and line contents each time its `readline()` method is called. If a `TextReader` instance is pickled, all attributes *except* the file object member are saved. When the instance is unpickled, the file is reopened, and reading resumes from the last location. The *__setstate__()* and *__getstate__()* methods are used to implement this behavior.

```
class TextReader:
    """Print and number lines in a text file."""

    def __init__(self, filename):
        self.filename = filename
        self.file = open(filename)
        self.lineno = 0

    def readline(self):
        self.lineno += 1
        line = self.file.readline()
        if not line:
            return None
        if line.endswith('\n'):
            line = line[:-1]
        return "%i: %s" % (self.lineno, line)

    def __getstate__(self):
        # Copy the object's state from self.__dict__ which contains
        # all our instance attributes. Always use the dict.copy()
        # method to avoid modifying the original state.
        state = self.__dict__.copy()
        # Remove the unpicklable entries.
        del state['file']
        return state

    def __setstate__(self, state):
        # Restore instance attributes (i.e., filename and lineno).
        self.__dict__.update(state)
        # Restore the previously opened file's state. To do so, we need to
        # reopen it and read from it until the line count is restored.
        file = open(self.filename)
        for _ in range(self.lineno):
            file.readline()
        # Finally, save the file.
        self.file = file
```

A sample usage might be something like this :

```
>>> reader = TextReader("hello.txt")
>>> reader.readline()
'1: Hello world!'
>>> reader.readline()
'2: I am line number two.'
>>> new_reader = pickle.loads(pickle.dumps(reader))
>>> new_reader.readline()
'3: Goodbye!'
```

12.1.6 Restricting Globals

By default, unpickling will import any class or function that it finds in the pickle data. For many applications, this behaviour is unacceptable as it permits the unpickler to import and invoke arbitrary code. Just consider what this hand-crafted pickle data stream does when loaded :

```
>>> import pickle
>>> pickle.loads(b"cos\nsystem\n(S'echo hello world'\ntR.")
hello world
0
```

In this example, the unpickler imports the *os.system()* function and then apply the string argument "echo hello world". Although this example is inoffensive, it is not difficult to imagine one that could damage your system.

For this reason, you may want to control what gets unpickled by customizing *Unpickler.find_class()*. Unlike its name suggests, *Unpickler.find_class()* is called whenever a global (i.e., a class or a function) is requested. Thus it is possible to either completely forbid globals or restrict them to a safe subset.

Here is an example of an unpickler allowing only few safe classes from the *builtins* module to be loaded :

```
import builtins
import io
import pickle

safe_builtins = {
    'range',
    'complex',
    'set',
    'frozenset',
    'slice',
}

class RestrictedUnpickler(pickle.Unpickler):

    def find_class(self, module, name):
        # Only allow safe classes from builtins.
        if module == "builtins" and name in safe_builtins:
            return getattr(builtins, name)
        # Forbid everything else.
        raise pickle.UnpicklingError("global '%s.%s' is forbidden" %
                                     (module, name))

def restricted_loads(s):
    """Helper function analogous to pickle.loads()."""
    return RestrictedUnpickler(io.BytesIO(s)).load()
```

A sample usage of our unpickler working has intended :

```
>>> restricted_loads(pickle.dumps([1, 2, range(15)]))
[1, 2, range(0, 15)]
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
>>> restricted_loads(b"cos\nsystem\n(S'echo hello world'\ntR.")
Traceback (most recent call last):
  ...
pickle.UnpicklingError: global 'os.system' is forbidden
>>> restricted_loads(b'cbuiltins\neval\n'
...                  b'(S\'getattr(__import__("os"), "system")'
...                  b'("echo hello world")\'\ntR.')
Traceback (most recent call last):
  ...
pickle.UnpicklingError: global 'builtins.eval' is forbidden
```

As our examples shows, you have to be careful with what you allow to be unpickled. Therefore if security is a concern, you may want to consider alternatives such as the marshalling API in *xmlrpc.client* or third-party solutions.

12.1.7 Performances

Recent versions of the pickle protocol (from protocol 2 and upwards) feature efficient binary encodings for several common features and built-in types. Also, the *pickle* module has a transparent optimizer written in C.

12.1.8 Exemples

For the simplest code, use the *dump()* and *load()* functions.

```
import pickle

# An arbitrary collection of objects supported by pickle.
data = {
    'a': [1, 2.0, 3, 4+6j],
    'b': ("character string", b"byte string"),
    'c': {None, True, False}
}

with open('data.pickle', 'wb') as f:
    # Pickle the 'data' dictionary using the highest protocol available.
    pickle.dump(data, f, pickle.HIGHEST_PROTOCOL)
```

The following example reads the resulting pickled data.

```
import pickle

with open('data.pickle', 'rb') as f:
    # The protocol version used is detected automatically, so we do not
    # have to specify it.
    data = pickle.load(f)
```

Voir aussi :

Module *copyreg* Pickle interface constructor registration for extension types.

Module *pickletools* Tools for working with and analyzing pickled data.

Module *shelve* Indexed databases of objects ; uses *pickle*.

Module *copy* Shallow and deep object copying.

Module *marshal* High-performance serialization of built-in types.

Notes

12.2 copyreg — Enregistre les fonctions support de pickle

Code source : Lib/copyreg.py

Le module *copyreg* permet de définir des fonctions utilisées durant la sérialisation avec *pickle* de certains objets. Les modules *pickle* et *copy* utilisent ces fonctions lors d'une sérialisation ou d'une copie de ces objets. Le module propose alors des informations de configuration à propos de constructeurs d'objets qui ne sont pas des classes. De tels constructeurs peuvent être des instances de classes ou des fonctions.

copyreg.**constructor**(*object*)
: Déclare *object* comme étant un constructeur valide. Si *object* n'est pas appelable (et n'est donc pas un constructeur valide), l'erreur *TypeError* est levée.

copyreg.**pickle**(*type*, *function*, *constructor=None*)
: Déclare que *function* devrait être utilisée en tant que fonction de *réduction* pour des objets de type *type*. *function* doit soit retourner une chaîne de caractères soit un tuple qui contiens deux ou trois éléments.

  Le paramètre optionnel *contructor*, s'il est donné, est un objet appelable qui peux être utilisé pour reconstruire l'objet lorsqu'il est appelé avec un tuple d'arguments retournés par *function* durant la sérialisation avec *pickle*. Une exception *TypeError* sera levée si *object* est une classe ou si *constructor* n'est pas appelable.

  Voir le module *pickle* pour plus de détails sur l'interface attendue de *function* et *constructor*. Notez que l'attribut *dispatch_table* d'un objet `pickler` ou d'une sous-classe de *pickle.Pickler* peut aussi être utilisée pour déclarer des fonctions réductrices.

12.2.1 Exemple

L'exemple si-dessous essaye de démontrer comment enregistrer une fonction *pickle* et comment elle sera utilisée :

```
>>> import copyreg, copy, pickle
>>> class C(object):
...     def __init__(self, a):
...         self.a = a
...
>>> def pickle_c(c):
...     print("pickling a C instance...")
...     return C, (c.a,)
...
>>> copyreg.pickle(C, pickle_c)
>>> c = C(1)
>>> d = copy.copy(c)
pickling a C instance...
>>> p = pickle.dumps(c)
pickling a C instance...
```

12.3 shelve — Objet Python persistant

Code source : Lib/shelve.py

Un *shelf* est un objet persistant, dictionnaire-compatible. La différence avec les bases de données *dbm* est que les valeurs (pas les clés !) dans un *shelf* peuvent être des objets Python arbitraires --- n'importe quoi que le module *pickle* peut gérer. Cela inclut la plupart des instances de classe, des types de données récursives, et les objets contenant beaucoup de sous-objets partagés. Les clés sont des chaînes de caractères ordinaires.

shelve.**open**(*filename*, *flag='c'*, *protocol=None*, *writeback=False*)

Ouvre un dictionnaire persistant. Le nom de fichier spécifié est le nom de fichier sans (son) extension pour la base de données sous-jacente. Comme effet de bord, une extension peut être ajoutée au nom de fichier et plus d'un fichier peut être créé. Par défaut, le fichier de base de données sous-jacente est ouvert en lecture et en écriture. Le paramètre optionnel *flag* possède la même interprétation que le paramètre *flag* de `dbm.open()`.

Par défaut, les *pickles* de version 3 sont utilisés pour sérialiser des valeurs. La version du protocole de *pickle* peut être spécifiée avec le paramètre *protocol*.

À cause de la sémantique Python, un *shelf* ne peut pas savoir lorsqu'une entrée modifiable de dictionnaire persistant est modifiée. Par défaut les objets modifiés sont écrits *seulement* lorsqu'ils sont assignés à une *shelf* (voir *Exemple*). Si le paramètre optionnel *writeback* est mis à `True`, toutes les entrées déjà accédées sont aussi mises en cache en mémoire, et ré-écrites sur `sync()` et `close()` ; cela peut faciliter la modification des entrées modifiables dans le dictionnaire persistant, mais, si vous accédez à beaucoup d'entrées, cela peut consommer beaucoup de mémoire cache, et cela peut rendre l'opération de fermeture très lente puisque toutes les entrées déjà accédées sont ré-écrites (il n'y a aucun moyen de savoir quelles entrées déjà accédées sont mutables, ni lesquelles ont été vraiment modifiées).

Note : Ne pas se fier à la fermeture automatique de *shelf* ; appelez toujours `close()` explicitement quand vous n'en avez plus besoin, ou utilisez `shelve.open()` comme un gestionnaire de contexte :

```
with shelve.open('spam') as db:
    db['eggs'] = 'eggs'
```

Avertissement : Puisque le module `shelve` utilise en arrière plan `pickle`, il n'est pas sûr de charger un *shelf* depuis une source non fiable. Comme avec *pickle*, charger un *shelf* peut exécuter du code arbitraire.

Les objets *shelf* gèrent toutes les méthodes des dictionnaires. Cela facilite la transition depuis les scripts utilisant des dictionnaires à ceux nécessitant un stockage persistant.

Deux méthodes supplémentaires sont supportées :

Shelf.**sync**()

Réécrit toutes les entrées dans le cache si le *shelf* a été ouvert avec *writeback* passé à `True`. Vide le cache et synchronise le dictionnaire persistant sur le disque, si faisable. Elle est appelée automatiquement quand le *shelf* est fermé avec `close()`.

Shelf.**close**()

Synchronise et ferme l'objet *dict* persistant. Les opérations sur un *shelf* fermé échouent avec une `ValueError`.

Voir aussi :

Recette pour un dictionnaire persistant avec un large panel de formats de stockage et ayant la vitesse des dictionnaires natifs.

12.3.1 Limites

— Le choix du paquet de base de données à utiliser (comme `dbm.ndbm` ou `dbm.gnu`) dépend de l'interface disponible. Donc c'est risqué d'ouvrir la base de données directement en utilisant `dbm`. La base de données est également (malheureusement) sujette à des limitations de `dbm`, si c'est utilisé --- cela signifie que (la représentation *pickled* de) l'objet stocké dans la base de données doit être assez petit et, dans de rare cas des collisions de clés peuvent entraîner le refus de mises à jour de la base de données.

— Le module `shelve` ne gère pas l'accès *concurrent* en lecture/écriture sur les objets stockés (les accès simultanés en lecture sont sûrs). Lorsqu'un programme a un *shelf* ouvert en écriture, aucun autre programme ne doit l'avoir ouvert en écriture ou lecture. Le verrouillage des fichier Unix peut être utilisé pour résoudre ce

problème, mais cela dépend de la version Unix et nécessite des connaissances à propos de l'implémentation de la base de données utilisée.

class shelve.**Shelf**(*dict*, *protocol=None*, *writeback=False*, *keyencoding='utf-8'*)

Sous-classe de *collections.abc.MutableMapping* qui stocke les valeurs sérialisées par *pickle* dans l'objet *dict*.

Par défaut, les *pickles* de version 3 sont utilisés pour sérialiser les valeurs. La version du protocole *pickle* peut être spécifiée avec le paramètre *protocol*. Voir la documentation de *pickle* pour plus d'informations sur les protocoles *pickle*.

Si le paramètre *writeback* est `True`, l'objet garde en cache toutes les entrées accédées et les écrit dans le *dict* aux moments de synchronisation et de fermeture. Cela permet des opérations naturelles sur les entrées modifiables, mais peut consommer beaucoup plus de mémoire et rendre les temps de synchronisation et de fermeture très longs.

Le paramètre *keyencoding* est l'encodage utilisé pour encoder les clés avant qu'elles soient utilisées avec le dictionnaire sous-jacent.

Un objet *Shelf* peut également être utilisé comme un gestionnaire de contexte ; il est automatiquement fermé lorsque le bloc `with` est terminé.

Modifié dans la version 3.2 : Ajout du paramètre *keyencoding* ; précédemment, les clés étaient toujours encodées en UTF-8.

Modifié dans la version 3.4 : Ajout de la gestion des gestionnaires de contexte.

class shelve.**BsdDbShelf**(*dict*, *protocol=None*, *writeback=False*, *keyencoding='utf-8'*)

Sous-classe de *Shelf* qui propose `first()`, `next()`, `previous()`, `last()` et `set_location()` qui sont disponibles dans le module tiers `bsddb` de pybsddb mais non dans les autres modules de base de données. L'objet *dict* passé au constructeur doit savoir gérer ces méthodes. Cela est généralement fait en appelant une des fonctions suivantes : `bsddb.hashopen()`, `bsddb.btopen()` ou `bsddb.rnopen()`. Les paramètres optionnels *protocol*, *writeback*, et *keyencoding* ont la même signification que pour la classe *Shelf*.

class shelve.**DbfilenameShelf**(*filename*, *flag='c'*, *protocol=None*, *writeback=False*)

Sous-classe de *Shelf* qui accepte un *filename* au lieu d'un objet dictionnaire-compatible. Le fichier sous-jacent est ouvert avec *dbm.open()*. Par défaut le fichier est créé en lecture et en écriture. Le paramètre optionnel *flag* peut être interprété de la même manière que pour la fonction *open()*. Les paramètres optionnels *protocol* et *writeback* s'interprètent de la même manière que pour la classe *Shelf*.

12.3.2 Exemple

Pour résumer l'interface (`key` est une chaîne de caractère, `data` est un objet arbitraire) :

```
import shelve

d = shelve.open(filename)  # open -- file may get suffix added by low-level
                           # library

d[key] = data              # store data at key (overwrites old data if
                           # using an existing key)
data = d[key]              # retrieve a COPY of data at key (raise KeyError
                           # if no such key)
del d[key]                 # delete data stored at key (raises KeyError
                           # if no such key)

flag = key in d            # true if the key exists
klist = list(d.keys())     # a list of all existing keys (slow!)

# as d was opened WITHOUT writeback=True, beware:
d['xx'] = [0, 1, 2]        # this works as expected, but...
d['xx'].append(3)          # *this doesn't!* -- d['xx'] is STILL [0, 1, 2]!

# having opened d without writeback=True, you need to code carefully:
temp = d['xx']             # extracts the copy
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
temp.append(5)              # mutates the copy
d['xx'] = temp              # stores the copy right back, to persist it

# or, d=shelve.open(filename,writeback=True) would let you just code
# d['xx'].append(5) and have it work as expected, BUT it would also
# consume more memory and make the d.close() operation slower.

d.close()                   # close it
```

Voir aussi :

Module *dbm* Interface générique de base de données style dbm.

Module *pickle* Sérialisation d'objet utilisé par *shelve*.

12.4 marshal — Sérialisation interne des objets Python

Ce module contient des fonctions permettant de lire et écrire des valeurs Python au format binaire. Ce format est propre à Python, mais indépendant de l'architecture de la machine (p. ex., vous pouvez écrire une valeur Python dans un fichier sur un PC, envoyer le fichier vers une machine Sun et la lire à nouveau). Les détails du format sont volontairement non documentés ; il peut changer d'une version Python à l'autre (bien que ce soit rarement le cas). [1]

Ce module ne permet pas de « sérialiser » des objets de manière permanente. Pour des questions de sérialisation en général ou de transfert d'objets Python par des appels RPC, référez-vous aux modules *pickle* et *shelve*. Le module *marshal* existe principalement pour permettre la lecture et l'écriture de code « pseudo-compilé » pour les modules Python des fichiers .pyc. Par conséquent, les mainteneurs Python se réservent le droit de modifier le format *marshal* en cassant la rétrocompatibilité si besoin. Si vous sérialisez et dé-sérialisez des objets Python, utilisez plutôt le module *pickle* — les performances sont comparables, l'indépendance par rapport à la version est garantie, et *pickle* prend en charge une gamme d'objets beaucoup plus large que *marshal*.

Avertissement : N'utilisez pas le module *marshal* pour lire des données erronées ou malveillantes. Ne démantelez jamais des données reçues d'une source non fiable ou non authentifiée.

Tous les types d'objets Python ne sont pas pris en charge ; en général, seuls les objets dont la valeur est indépendante d'une invocation particulière de Python peuvent être écrits et lus par ce module. Les types suivants sont pris en charge : booléens, entiers, nombres à virgule flottante, nombres complexes, chaînes de caractères, octets, *bytearrays*, *n*-uplets, listes, ensembles, ensembles figés, dictionnaires et objets, étant entendu que les *n*-uplets, listes, ensembles, ensembles figés et dictionnaires sont pris en charge si les valeurs qu'ils contiennent sont elles-mêmes prises en charge. Les singletons *None*, *Ellipsis* et *StopIteration* peuvent également être « pseudo-compilés » et « dé-pseudo-compilés ». Pour le format des *versions* inférieures à 3, les listes récursives, les ensembles et les dictionnaires ne peuvent pas être écrits (voir ci-dessous).

Il existe des fonctions de lecture-écriture de fichiers ainsi que des fonctions opérant sur des objets octet.

Le module définit ces fonctions :

marshal.**dump**(*value*, *file*[, *version*])

Écrit la valeur sur le fichier ouvert. La valeur doit être un type pris en charge. Le fichier doit être un *fichier binaire* ouvert en écriture.

Si la valeur est (ou contient un objet qui est) d'un type non implémenté, une exception *ValueError* est levée — mais le contenu de la mémoire sera également écrit dans le fichier. L'objet ne sera pas correctement lu par *load()*.

L'argument *version* indique le format de données que le dump doit utiliser (voir ci-dessous).

1. Le nom de ce module provient d'un peu de terminologie utilisée par les concepteurs de Modula-3 (entre autres), qui utilisent le terme *marshalling* pour l'envoi de données sous une forme autonome. À proprement parler, *to marshal* signifie convertir certaines données d'une forme interne à une forme externe (dans une mémoire tampon RPC par exemple) et *unmarshalling* désigne le processus inverse.

marshal.**load**(*file*)
Lit une valeur du fichier ouvert et la renvoie. Si aucune valeur valide n'est lue (p. ex. parce que les données ont un format décompilé incompatible avec une autre version de Python), *EOFError*, *ValueError* ou *TypeError* est levée. Le fichier doit être un *fichier binaire* ouvert en lecture.

Note : Si un objet contenant un type non pris en charge a été dé-compilé avec *dump()*, *load()* remplacera le type non « dé-compilable » par None.

---

marshal.**dumps**(*value*[, *version*])
Renvoie les octets qui seraient écrits dans un fichier par dump(value, file). La valeur doit être un type pris en charge. Lève une exception *ValueError* si la valeur a (ou contient un objet qui a) un type qui n'est pas pris en charge.

L'argument *version* indique le format de données que dumps doivent utiliser (voir ci-dessous).

marshal.**loads**(*bytes*)
Convertit le *bytes-like object* en une valeur. Si aucune valeur valide n'est trouvée, *EOFError*, *ValueError* ou *TypeError* est levée. Les octets supplémentaires de l'entrée sont ignorés.

De plus, les constantes suivantes sont définies :

marshal.**version**
Indique le format que le module utilise. La version 0 est le format originel, la version 1 partage des chaînes de caractères internes et la version 2 utilise un format binaire pour les nombres à virgule flottante. La version 3 ajoute la prise en charge de l'instanciation et de la récursivité des objets. La version actuelle est la 4.

Notes

12.5 dbm --- Interfaces to Unix "databases"

Source code : Lib/dbm/__init__.py

---

dbm is a generic interface to variants of the DBM database --- *dbm.gnu* or *dbm.ndbm*. If none of these modules is installed, the slow-but-simple implementation in module *dbm.dumb* will be used. There is a third party interface to the Oracle Berkeley DB.

exception dbm.**error**
A tuple containing the exceptions that can be raised by each of the supported modules, with a unique exception also named *dbm.error* as the first item --- the latter is used when *dbm.error* is raised.

dbm.**whichdb**(*filename*)
This function attempts to guess which of the several simple database modules available --- *dbm.gnu*, *dbm.ndbm* or *dbm.dumb* --- should be used to open a given file.

Returns one of the following values : None if the file can't be opened because it's unreadable or doesn't exist; the empty string ('') if the file's format can't be guessed; or a string containing the required module name, such as 'dbm.ndbm' or 'dbm.gnu'.

dbm.**open**(*file*, *flag='r'*, *mode=0o666*)
Open the database file *file* and return a corresponding object.

If the database file already exists, the *whichdb()* function is used to determine its type and the appropriate module is used; if it does not exist, the first module listed above that can be imported is used.

The optional *flag* argument can be :

Valeur	Signification
'r'	Open existing database for reading only (default)
'w'	Open existing database for reading and writing
'c'	Open database for reading and writing, creating it if it doesn't exist
'n'	Always create a new, empty database, open for reading and writing

The optional *mode* argument is the Unix mode of the file, used only when the database has to be created. It defaults to octal `0o666` (and will be modified by the prevailing umask).

The object returned by *open()* supports the same basic functionality as dictionaries; keys and their corresponding values can be stored, retrieved, and deleted, and the `in` operator and the `keys()` method are available, as well as `get()` and `setdefault()`.

Modifié dans la version 3.2 : `get()` and `setdefault()` are now available in all database modules.

Key and values are always stored as bytes. This means that when strings are used they are implicitly converted to the default encoding before being stored.

These objects also support being used in a `with` statement, which will automatically close them when done.

Modifié dans la version 3.4 : Added native support for the context management protocol to the objects returned by *open()*.

The following example records some hostnames and a corresponding title, and then prints out the contents of the database :

```
import dbm

# Open database, creating it if necessary.
with dbm.open('cache', 'c') as db:

    # Record some values
    db[b'hello'] = b'there'
    db['www.python.org'] = 'Python Website'
    db['www.cnn.com'] = 'Cable News Network'

    # Note that the keys are considered bytes now.
    assert db[b'www.python.org'] == b'Python Website'
    # Notice how the value is now in bytes.
    assert db['www.cnn.com'] == b'Cable News Network'

    # Often-used methods of the dict interface work too.
    print(db.get('python.org', b'not present'))

    # Storing a non-string key or value will raise an exception (most
    # likely a TypeError).
    db['www.yahoo.com'] = 4

# db is automatically closed when leaving the with statement.
```

Voir aussi :

Module *shelve* Persistence module which stores non-string data.

The individual submodules are described in the following sections.

12.5.1 `dbm.gnu` --- GNU's reinterpretation of dbm

Source code : Lib/dbm/gnu.py

This module is quite similar to the *dbm* module, but uses the GNU library `gdbm` instead to provide some additional functionality. Please note that the file formats created by *dbm.gnu* and *dbm.ndbm* are incompatible.

The *dbm.gnu* module provides an interface to the GNU DBM library. `dbm.gnu.gdbm` objects behave like mappings (dictionaries), except that keys and values are always converted to bytes before storing. Printing a `gdbm` object doesn't print the keys and values, and the `items()` and `values()` methods are not supported.

exception dbm.gnu.**error**
Raised on *dbm.gnu*-specific errors, such as I/O errors. *KeyError* is raised for general mapping errors like specifying an incorrect key.

dbm.gnu.**open**(*filename*[, *flag*[, *mode*]])
Open a gdbm database and return a gdbm object. The *filename* argument is the name of the database file.

The optional *flag* argument can be :

Valeur	Signification
'r'	Open existing database for reading only (default)
'w'	Open existing database for reading and writing
'c'	Open database for reading and writing, creating it if it doesn't exist
'n'	Always create a new, empty database, open for reading and writing

The following additional characters may be appended to the flag to control how the database is opened :

Valeur	Signification
'f'	Open the database in fast mode. Writes to the database will not be synchronized.
's'	Synchronized mode. This will cause changes to the database to be immediately written to the file.
'u'	Do not lock database.

Not all flags are valid for all versions of gdbm. The module constant open_flags is a string of supported flag characters. The exception *error* is raised if an invalid flag is specified.

The optional *mode* argument is the Unix mode of the file, used only when the database has to be created. It defaults to octal 0o666.

In addition to the dictionary-like methods, gdbm objects have the following methods :

gdbm.**firstkey**()
It's possible to loop over every key in the database using this method and the *nextkey()* method. The traversal is ordered by gdbm's internal hash values, and won't be sorted by the key values. This method returns the starting key.

gdbm.**nextkey**(*key*)
Returns the key that follows *key* in the traversal. The following code prints every key in the database db, without having to create a list in memory that contains them all :

```
k = db.firstkey()
while k != None:
    print(k)
    k = db.nextkey(k)
```

gdbm.**reorganize**()
If you have carried out a lot of deletions and would like to shrink the space used by the gdbm file, this routine will reorganize the database. gdbm objects will not shorten the length of a database file except by using this reorganization; otherwise, deleted file space will be kept and reused as new (key, value) pairs are added.

gdbm.**sync**()
When the database has been opened in fast mode, this method forces any unwritten data to be written to the disk.

gdbm.**close**()
Close the gdbm database.

12.5.2 dbm.ndbm --- Interface based on ndbm

Source code : Lib/dbm/ndbm.py

The *dbm.ndbm* module provides an interface to the Unix "(n)dbm" library. Dbm objects behave like mappings (dictionaries), except that keys and values are always stored as bytes. Printing a dbm object doesn't print the keys and values, and the items() and values() methods are not supported.

This module can be used with the "classic" ndbm interface or the GNU GDBM compatibility interface. On Unix, the **configure** script will attempt to locate the appropriate header file to simplify building this module.

exception dbm.ndbm.**error**
Raised on *dbm.ndbm*-specific errors, such as I/O errors. *KeyError* is raised for general mapping errors like specifying an incorrect key.

dbm.ndbm.**library**
Name of the ndbm implementation library used.

dbm.ndbm.**open**(*filename*[, *flag*[, *mode*]])
Open a dbm database and return a ndbm object. The *filename* argument is the name of the database file (without the .dir or .pag extensions).
The optional *flag* argument must be one of these values :

Valeur	Signification
'r'	Open existing database for reading only (default)
'w'	Open existing database for reading and writing
'c'	Open database for reading and writing, creating it if it doesn't exist
'n'	Always create a new, empty database, open for reading and writing

The optional *mode* argument is the Unix mode of the file, used only when the database has to be created. It defaults to octal 0o666 (and will be modified by the prevailing umask).
In addition to the dictionary-like methods, ndbm objects provide the following method :

ndbm.**close**()
Close the ndbm database.

12.5.3 dbm.dumb --- Portable DBM implementation

Source code : Lib/dbm/dumb.py

Note : The *dbm.dumb* module is intended as a last resort fallback for the *dbm* module when a more robust module is not available. The *dbm.dumb* module is not written for speed and is not nearly as heavily used as the other database modules.

The *dbm.dumb* module provides a persistent dictionary-like interface which is written entirely in Python. Unlike other modules such as *dbm.gnu* no external library is required. As with other persistent mappings, the keys and values are always stored as bytes.

Le module définit :

exception dbm.dumb.**error**
Raised on *dbm.dumb*-specific errors, such as I/O errors. *KeyError* is raised for general mapping errors like specifying an incorrect key.

dbm.dumb.**open**(*filename*[, *flag*[, *mode*]])
Open a dumbdbm database and return a dumbdbm object. The *filename* argument is the basename of the database file (without any specific extensions). When a dumbdbm database is created, files with .dat and .dir extensions are created.

The optional *flag* argument supports only the semantics of `'c'` and `'n'` values. Other values will default to database being always opened for update, and will be created if it does not exist.

The optional *mode* argument is the Unix mode of the file, used only when the database has to be created. It defaults to octal `0o666` (and will be modified by the prevailing umask).

> **Avertissement :** It is possible to crash the Python interpreter when loading a database with a sufficiently large/complex entry due to stack depth limitations in Python's AST compiler.

Modifié dans la version 3.5 : *open()* always creates a new database when the flag has the value `'n'`.

Deprecated since version 3.6, will be removed in version 3.8 : Creating database in `'r'` and `'w'` modes. Modifying database in `'r'` mode.

In addition to the methods provided by the *collections.abc.MutableMapping* class, `dumbdbm` objects provide the following methods :

`dumbdbm.`**`sync`**`()`
: Synchronize the on-disk directory and data files. This method is called by the `Shelve.sync()` method.

`dumbdbm.`**`close`**`()`
: Close the `dumbdbm` database.

12.6 `sqlite3` — Interface DB-API 2.0 pour bases de données SQLite

Code source : Lib/sqlite3/

SQLite est une bibliothèque C qui fournit une base de données légère sur disque ne nécessitant pas de processus serveur et qui utilise une variante (non standard) du langage de requête SQL pour accéder aux données. Certaines applications peuvent utiliser SQLite pour le stockage de données internes. Il est également possible de créer une application prototype utilisant SQLite, puis de modifier le code pour utiliser une base de données plus robuste telle que PostgreSQL ou Oracle.

Le module *sqlite3* a été écrit par Gerhard Häring. Il fournit une interface SQL conforme à la spécification DB-API 2.0 décrite par **PEP 249**.

Pour utiliser le module, vous devez d'abord créer une *Connection* qui représente la base de données. Dans cet exemple, les données sont stockées dans le fichier `example.db` :

```
import sqlite3
conn = sqlite3.connect('example.db')
```

Vous pouvez également fournir le nom spécial `:memory:` pour créer une base de données dans la mémoire vive.

Une fois que vous avez une instance de *Connection*, vous pouvez créer un objet *Cursor* et appeler sa méthode *execute()* pour exécuter les commandes SQL :

```
c = conn.cursor()

# Create table
c.execute('''CREATE TABLE stocks
             (date text, trans text, symbol text, qty real, price real)''')

# Insert a row of data
c.execute("INSERT INTO stocks VALUES ('2006-01-05','BUY','RHAT',100,35.14)")

# Save (commit) the changes
conn.commit()

# We can also close the connection if we are done with it.
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
# Just be sure any changes have been committed or they will be lost.
conn.close()
```

Les données que vous avez sauvegardées sont persistantes et disponibles dans les sessions suivantes :

```
import sqlite3
conn = sqlite3.connect('example.db')
c = conn.cursor()
```

Habituellement, vos opérations SQL utilisent les valeurs de variables Python. Vous ne devez pas assembler votre requête à l'aide des opérations sur les chaînes de caractères de Python, car cela n'est pas sûr. Cela rend votre programme vulnérable à une attaque par injection SQL (voir https://xkcd.com/327/ pour un exemple amusant de ce qui peut mal tourner).

À la place, utilisez la capacité DB-API de substitution des paramètres. Placez un `?` comme indicateur partout où vous voulez utiliser une valeur, puis fournissez un *tuple* de valeurs comme second argument de la méthode *`execute()`*. D'autres modules de base de données peuvent utiliser un espace réservé différent, tel que `%s` ou `:1`. Par exemple :

```
# Never do this -- insecure!
symbol = 'RHAT'
c.execute("SELECT * FROM stocks WHERE symbol = '%s'" % symbol)

# Do this instead
t = ('RHAT',)
c.execute('SELECT * FROM stocks WHERE symbol=?', t)
print(c.fetchone())

# Larger example that inserts many records at a time
purchases = [('2006-03-28', 'BUY', 'IBM', 1000, 45.00),
             ('2006-04-05', 'BUY', 'MSFT', 1000, 72.00),
             ('2006-04-06', 'SELL', 'IBM', 500, 53.00),
            ]
c.executemany('INSERT INTO stocks VALUES (?,?,?,?,?)', purchases)
```

Pour récupérer des données après avoir exécuté une instruction *SELECT*, vous pouvez considérer le curseur comme un *itérateur*, appeler la méthode du curseur *`fetchone()`* pour récupérer une seule ligne correspondante ou appeler *`fetchall()`* pour obtenir une liste des lignes correspondantes.

Cet exemple utilise la forme itérateur :

```
>>> for row in c.execute('SELECT * FROM stocks ORDER BY price'):
        print(row)

('2006-01-05', 'BUY', 'RHAT', 100, 35.14)
('2006-03-28', 'BUY', 'IBM', 1000, 45.0)
('2006-04-06', 'SELL', 'IBM', 500, 53.0)
('2006-04-05', 'BUY', 'MSFT', 1000, 72.0)
```

Voir aussi :

https://github.com/ghaering/pysqlite La page web de *pysqlite* — *sqlite3* est développée sur un site tiers sous le nom *pysqlite*.

https://www.sqlite.org Dans la page Web de SQLite, la documentation décrit la syntaxe et les types de données disponibles qui sont pris en charge par cette variante SQL.

https://www.w3schools.com/sql/ Tutoriel, référence et exemples pour apprendre la syntaxe SQL.

PEP 249 — Spécifications de l'API 2.0 pour la base de données PEP écrite par Marc-André Lemburg.

12.6.1 Fonctions et constantes du module

sqlite3.**version**
Le numéro de version de ce module, sous forme de chaîne. Ce n'est pas la version de la bibliothèque SQLite.

sqlite3.**version_info**
Le numéro de version de ce module, sous forme d'un n-uplet d'entiers. Ce n'est pas la version de la bibliothèque SQLite.

sqlite3.**sqlite_version**
Le numéro de version de la bibliothèque d'exécution SQLite, sous forme de chaîne.

sqlite3.**sqlite_version_info**
Le numéro de version de la bibliothèque d'exécution SQLite, sous forme d'entier.

sqlite3.**PARSE_DECLTYPES**
Cette constante est destinée à être utilisée avec le paramètre *detect_types* de la fonction `connect()`.

Si elle est définie, le module `sqlite3` analyse le type de donnée déclarée pour chaque colonne. Il déduit le type du premier mot de la déclaration, par exemple de *integer primary key* il gardera *integer*, ou de *number(10)* il gardera *number*. Ensuite, pour cette colonne, il utilisera une fonction de conversion du dictionnaire des convertisseurs.

sqlite3.**PARSE_COLNAMES**
Cette constante est destinée à être utilisée avec le paramètre *detect_types* de la fonction `connect()`.

Setting this makes the SQLite interface parse the column name for each column it returns. It will look for a string formed [mytype] in there, and then decide that 'mytype' is the type of the column. It will try to find an entry of 'mytype' in the converters dictionary and then use the converter function found there to return the value. The column name found in `Cursor.description` does not include the type, i. e. if you use something like `'as "Expiration date [datetime]"'` in your SQL, then we will parse out everything until the first `'['` for the column name and strip the preceeding space : the column name would simply be "Expiration date".

sqlite3.**connect**(*database*[, *timeout*, *detect_types*, *isolation_level*, *check_same_thread*, *factory*, *cached_statements*, *uri*])
Ouvre une connexion à la base de données SQLite *database*. Par défaut, cette commande renvoie un objet `Connection`, sauf si *factory* est donné.

database is a *path-like object* giving the pathname (absolute or relative to the current working directory) of the database file to be opened. You can use `":memory:"` to open a database connection to a database that resides in RAM instead of on disk.

When a database is accessed by multiple connections, and one of the processes modifies the database, the SQLite database is locked until that transaction is committed. The *timeout* parameter specifies how long the connection should wait for the lock to go away until raising an exception. The default for the timeout parameter is 5.0 (five seconds).

For the *isolation_level* parameter, please see the `isolation_level` property of `Connection` objects.

SQLite natively supports only the types TEXT, INTEGER, REAL, BLOB and NULL. If you want to use other types you must add support for them yourself. The *detect_types* parameter and the using custom **converters** registered with the module-level `register_converter()` function allow you to easily do that.

detect_types defaults to 0 (i. e. off, no type detection), you can set it to any combination of `PARSE_DECLTYPES` and `PARSE_COLNAMES` to turn type detection on.

By default, *check_same_thread* is `True` and only the creating thread may use the connection. If set `False`, the returned connection may be shared across multiple threads. When using multiple threads with the same connection writing operations should be serialized by the user to avoid data corruption.

By default, the `sqlite3` module uses its `Connection` class for the connect call. You can, however, subclass the `Connection` class and make `connect()` use your class instead by providing your class for the *factory* parameter.

Consult the section *SQLite and Python types* of this manual for details.

The `sqlite3` module internally uses a statement cache to avoid SQL parsing overhead. If you want to explicitly set the number of statements that are cached for the connection, you can set the *cached_statements* parameter. The currently implemented default is to cache 100 statements.

If *uri* is true, *database* is interpreted as a URI. This allows you to specify options. For example, to open a database in read-only mode you can use :

```
db = sqlite3.connect('file:path/to/database?mode=ro', uri=True)
```

More information about this feature, including a list of recognized options, can be found in the SQLite URI documentation.

Modifié dans la version 3.4 : Added the *uri* parameter.

Modifié dans la version 3.7 : *database* can now also be a *path-like object*, not only a string.

sqlite3.**register_converter**(*typename*, *callable*)

Registers a callable to convert a bytestring from the database into a custom Python type. The callable will be invoked for all database values that are of the type *typename*. Confer the parameter *detect_types* of the `connect()` function for how the type detection works. Note that *typename* and the name of the type in your query are matched in case-insensitive manner.

sqlite3.**register_adapter**(*type*, *callable*)

Registers a callable to convert the custom Python type *type* into one of SQLite's supported types. The callable *callable* accepts as single parameter the Python value, and must return a value of the following types : int, float, str or bytes.

sqlite3.**complete_statement**(*sql*)

Returns `True` if the string *sql* contains one or more complete SQL statements terminated by semicolons. It does not verify that the SQL is syntactically correct, only that there are no unclosed string literals and the statement is terminated by a semicolon.

This can be used to build a shell for SQLite, as in the following example :

```
# A minimal SQLite shell for experiments

import sqlite3

con = sqlite3.connect(":memory:")
con.isolation_level = None
cur = con.cursor()

buffer = ""

print("Enter your SQL commands to execute in sqlite3.")
print("Enter a blank line to exit.")

while True:
    line = input()
    if line == "":
        break
    buffer += line
    if sqlite3.complete_statement(buffer):
        try:
            buffer = buffer.strip()
            cur.execute(buffer)

            if buffer.lstrip().upper().startswith("SELECT"):
                print(cur.fetchall())
        except sqlite3.Error as e:
            print("An error occurred:", e.args[0])
        buffer = ""

con.close()
```

sqlite3.**enable_callback_tracebacks**(*flag*)

By default you will not get any tracebacks in user-defined functions, aggregates, converters, authorizer callbacks etc. If you want to debug them, you can call this function with *flag* set to `True`. Afterwards, you will get tracebacks from callbacks on `sys.stderr`. Use `False` to disable the feature again.

12.6.2 Objets de connexions

class sqlite3.**Connection**

A SQLite database connection has the following attributes and methods :

isolation_level

Get or set the current default isolation level. *None* for autocommit mode or one of "DEFERRED", "IMMEDIATE" or "EXCLUSIVE". See section *Controlling Transactions* for a more detailed explanation.

in_transaction

True if a transaction is active (there are uncommitted changes), *False* otherwise. Read-only attribute.

Nouveau dans la version 3.2.

cursor(*factory=Cursor*)

The cursor method accepts a single optional parameter *factory*. If supplied, this must be a callable returning an instance of *Cursor* or its subclasses.

commit()

This method commits the current transaction. If you don't call this method, anything you did since the last call to `commit()` is not visible from other database connections. If you wonder why you don't see the data you've written to the database, please check you didn't forget to call this method.

rollback()

This method rolls back any changes to the database since the last call to *commit()*.

close()

This closes the database connection. Note that this does not automatically call *commit()*. If you just close your database connection without calling *commit()* first, your changes will be lost !

execute(*sql*[, *parameters*])

This is a nonstandard shortcut that creates a cursor object by calling the *cursor()* method, calls the cursor's *execute()* method with the *parameters* given, and returns the cursor.

executemany(*sql*[, *parameters*])

This is a nonstandard shortcut that creates a cursor object by calling the *cursor()* method, calls the cursor's *executemany()* method with the *parameters* given, and returns the cursor.

executescript(*sql_script*)

This is a nonstandard shortcut that creates a cursor object by calling the *cursor()* method, calls the cursor's *executescript()* method with the given *sql_script*, and returns the cursor.

create_function(*name*, *num_params*, *func*)

Creates a user-defined function that you can later use from within SQL statements under the function name *name*. *num_params* is the number of parameters the function accepts (if *num_params* is -1, the function may take any number of arguments), and *func* is a Python callable that is called as the SQL function.

The function can return any of the types supported by SQLite : bytes, str, int, float and `None`.

Exemple :

```
import sqlite3
import hashlib

def md5sum(t):
    return hashlib.md5(t).hexdigest()

con = sqlite3.connect(":memory:")
con.create_function("md5", 1, md5sum)
cur = con.cursor()
cur.execute("select md5(?)", (b"foo",))
print(cur.fetchone()[0])

con.close()
```

create_aggregate(*name*, *num_params*, *aggregate_class*)

Creates a user-defined aggregate function.

The aggregate class must implement a `step` method, which accepts the number of parameters *num_params* (if *num_params* is -1, the function may take any number of arguments), and a `finalize` method which will return the final result of the aggregate.

The `finalize` method can return any of the types supported by SQLite : bytes, str, int, float and `None`.
Exemple :

```
import sqlite3

class MySum:
    def __init__(self):
        self.count = 0

    def step(self, value):
        self.count += value

    def finalize(self):
        return self.count

con = sqlite3.connect(":memory:")
con.create_aggregate("mysum", 1, MySum)
cur = con.cursor()
cur.execute("create table test(i)")
cur.execute("insert into test(i) values (1)")
cur.execute("insert into test(i) values (2)")
cur.execute("select mysum(i) from test")
print(cur.fetchone()[0])

con.close()
```

create_collation(*name*, *callable*)
Creates a collation with the specified *name* and *callable*. The callable will be passed two string arguments. It should return -1 if the first is ordered lower than the second, 0 if they are ordered equal and 1 if the first is ordered higher than the second. Note that this controls sorting (ORDER BY in SQL) so your comparisons don't affect other SQL operations.
Note that the callable will get its parameters as Python bytestrings, which will normally be encoded in UTF-8.
The following example shows a custom collation that sorts "the wrong way" :

```
import sqlite3

def collate_reverse(string1, string2):
    if string1 == string2:
        return 0
    elif string1 < string2:
        return 1
    else:
        return -1

con = sqlite3.connect(":memory:")
con.create_collation("reverse", collate_reverse)

cur = con.cursor()
cur.execute("create table test(x)")
cur.executemany("insert into test(x) values (?)", [("a",), ("b",)])
cur.execute("select x from test order by x collate reverse")
for row in cur:
    print(row)
con.close()
```

To remove a collation, call `create_collation` with `None` as callable :

```
con.create_collation("reverse", None)
```

interrupt()
You can call this method from a different thread to abort any queries that might be executing on the connection. The query will then abort and the caller will get an exception.

set_authorizer(*authorizer_callback*)

This routine registers a callback. The callback is invoked for each attempt to access a column of a table in the database. The callback should return `SQLITE_OK` if access is allowed, `SQLITE_DENY` if the entire SQL statement should be aborted with an error and `SQLITE_IGNORE` if the column should be treated as a NULL value. These constants are available in the *sqlite3* module.

The first argument to the callback signifies what kind of operation is to be authorized. The second and third argument will be arguments or *None* depending on the first argument. The 4th argument is the name of the database ("main", "temp", etc.) if applicable. The 5th argument is the name of the inner-most trigger or view that is responsible for the access attempt or *None* if this access attempt is directly from input SQL code.

Please consult the SQLite documentation about the possible values for the first argument and the meaning of the second and third argument depending on the first one. All necessary constants are available in the *sqlite3* module.

set_progress_handler(*handler*, *n*)

This routine registers a callback. The callback is invoked for every *n* instructions of the SQLite virtual machine. This is useful if you want to get called from SQLite during long-running operations, for example to update a GUI.

If you want to clear any previously installed progress handler, call the method with *None* for *handler*.

Returning a non-zero value from the handler function will terminate the currently executing query and cause it to raise an *OperationalError* exception.

set_trace_callback(*trace_callback*)

Registers *trace_callback* to be called for each SQL statement that is actually executed by the SQLite backend.

The only argument passed to the callback is the statement (as string) that is being executed. The return value of the callback is ignored. Note that the backend does not only run statements passed to the *Cursor.execute()* methods. Other sources include the transaction management of the Python module and the execution of triggers defined in the current database.

Passing *None* as *trace_callback* will disable the trace callback.

Nouveau dans la version 3.3.

enable_load_extension(*enabled*)

This routine allows/disallows the SQLite engine to load SQLite extensions from shared libraries. SQLite extensions can define new functions, aggregates or whole new virtual table implementations. One well-known extension is the fulltext-search extension distributed with SQLite.

Loadable extensions are disabled by default. See [1].

Nouveau dans la version 3.2.

```
import sqlite3

con = sqlite3.connect(":memory:")

# enable extension loading
con.enable_load_extension(True)

# Load the fulltext search extension
con.execute("select load_extension('./fts3.so')")

# alternatively you can load the extension using an API call:
# con.load_extension("./fts3.so")

# disable extension loading again
con.enable_load_extension(False)

# example from SQLite wiki
con.execute("create virtual table recipe using fts3(name, ingredients)")
con.executescript("""
```

(suite sur la page suivante)

1. The sqlite3 module is not built with loadable extension support by default, because some platforms (notably Mac OS X) have SQLite libraries which are compiled without this feature. To get loadable extension support, you must pass --enable-loadable-sqlite-extensions to configure.

(suite de la page précédente)

```
    insert into recipe (name, ingredients) values ('broccoli stew',
↪'broccoli peppers cheese tomatoes');
    insert into recipe (name, ingredients) values ('pumpkin stew',
↪'pumpkin onions garlic celery');
    insert into recipe (name, ingredients) values ('broccoli pie',
↪'broccoli cheese onions flour');
    insert into recipe (name, ingredients) values ('pumpkin pie', 'pumpkin␣
↪sugar flour butter');
    """)
for row in con.execute("select rowid, name, ingredients from recipe where␣
↪name match 'pie'"):
    print(row)

con.close()
```

load_extension(*path*)

This routine loads a SQLite extension from a shared library. You have to enable extension loading with *enable_load_extension()* before you can use this routine.

Loadable extensions are disabled by default. See[1].

Nouveau dans la version 3.2.

row_factory

You can change this attribute to a callable that accepts the cursor and the original row as a tuple and will return the real result row. This way, you can implement more advanced ways of returning results, such as returning an object that can also access columns by name.

Exemple :

```
import sqlite3

def dict_factory(cursor, row):
    d = {}
    for idx, col in enumerate(cursor.description):
        d[col[0]] = row[idx]
    return d

con = sqlite3.connect(":memory:")
con.row_factory = dict_factory
cur = con.cursor()
cur.execute("select 1 as a")
print(cur.fetchone()["a"])

con.close()
```

If returning a tuple doesn't suffice and you want name-based access to columns, you should consider setting *row_factory* to the highly-optimized *sqlite3.Row* type. *Row* provides both index-based and case-insensitive name-based access to columns with almost no memory overhead. It will probably be better than your own custom dictionary-based approach or even a db_row based solution.

text_factory

Using this attribute you can control what objects are returned for the TEXT data type. By default, this attribute is set to *str* and the *sqlite3* module will return Unicode objects for TEXT. If you want to return bytestrings instead, you can set it to *bytes*.

You can also set it to any other callable that accepts a single bytestring parameter and returns the resulting object.

See the following example code for illustration :

```
import sqlite3

con = sqlite3.connect(":memory:")
cur = con.cursor()
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
AUSTRIA = "\xd6sterreich"

# by default, rows are returned as Unicode
cur.execute("select ?", (AUSTRIA,))
row = cur.fetchone()
assert row[0] == AUSTRIA

# but we can make sqlite3 always return bytestrings ...
con.text_factory = bytes
cur.execute("select ?", (AUSTRIA,))
row = cur.fetchone()
assert type(row[0]) is bytes
# the bytestrings will be encoded in UTF-8, unless you stored garbage in␣
↪the
# database ...
assert row[0] == AUSTRIA.encode("utf-8")

# we can also implement a custom text_factory ...
# here we implement one that appends "foo" to all strings
con.text_factory = lambda x: x.decode("utf-8") + "foo"
cur.execute("select ?", ("bar",))
row = cur.fetchone()
assert row[0] == "barfoo"

con.close()
```

total_changes
Returns the total number of database rows that have been modified, inserted, or deleted since the database connection was opened.

iterdump()
Returns an iterator to dump the database in an SQL text format. Useful when saving an in-memory database for later restoration. This function provides the same capabilities as the `.dump` command in the **sqlite3** shell.

Exemple :

```
# Convert file existing_db.db to SQL dump file dump.sql
import sqlite3

con = sqlite3.connect('existing_db.db')
with open('dump.sql', 'w') as f:
    for line in con.iterdump():
        f.write('%s\n' % line)
con.close()
```

backup(*target*, ***, *pages=0*, *progress=None*, *name="main"*, *sleep=0.250*)
This method makes a backup of a SQLite database even while it's being accessed by other clients, or concurrently by the same connection. The copy will be written into the mandatory argument *target*, that must be another *Connection* instance.

By default, or when *pages* is either `0` or a negative integer, the entire database is copied in a single step ; otherwise the method performs a loop copying up to *pages* pages at a time.

If *progress* is specified, it must either be `None` or a callable object that will be executed at each iteration with three integer arguments, respectively the *status* of the last iteration, the *remaining* number of pages still to be copied and the *total* number of pages.

The *name* argument specifies the database name that will be copied : it must be a string containing either `"main"`, the default, to indicate the main database, `"temp"` to indicate the temporary database or the name specified after the `AS` keyword in an `ATTACH DATABASE` statement for an attached database.

The *sleep* argument specifies the number of seconds to sleep by between successive attempts to backup remaining pages, can be specified either as an integer or a floating point value.

Example 1, copy an existing database into another :

```
import sqlite3

def progress(status, remaining, total):
    print(f'Copied {total-remaining} of {total} pages...')

con = sqlite3.connect('existing_db.db')
bck = sqlite3.connect('backup.db')
with bck:
    con.backup(bck, pages=1, progress=progress)
bck.close()
con.close()
```

Example 2, copy an existing database into a transient copy :

```
import sqlite3

source = sqlite3.connect('existing_db.db')
dest = sqlite3.connect(':memory:')
source.backup(dest)
```

Availability : SQLite 3.6.11 or higher

Nouveau dans la version 3.7.

12.6.3 Cursor Objects

class sqlite3.**Cursor**

A *Cursor* instance has the following attributes and methods.

execute(*sql*[, *parameters*])

Executes an SQL statement. The SQL statement may be parameterized (i. e. placeholders instead of SQL literals). The *sqlite3* module supports two kinds of placeholders : question marks (qmark style) and named placeholders (named style).

Here's an example of both styles :

```
import sqlite3

con = sqlite3.connect(":memory:")
cur = con.cursor()
cur.execute("create table people (name_last, age)")

who = "Yeltsin"
age = 72

# This is the qmark style:
cur.execute("insert into people values (?, ?)", (who, age))

# And this is the named style:
cur.execute("select * from people where name_last=:who and age=:age", {"who
↪": who, "age": age})

print(cur.fetchone())

con.close()
```

execute() will only execute a single SQL statement. If you try to execute more than one statement with it, it will raise a *Warning*. Use *executescript()* if you want to execute multiple SQL statements with one call.

executemany(*sql*, *seq_of_parameters*)

Executes an SQL command against all parameter sequences or mappings found in the sequence *seq_of_parameters*. The *sqlite3* module also allows using an *iterator* yielding parameters instead of a sequence.

```
import sqlite3

class IterChars:
    def __init__(self):
        self.count = ord('a')

    def __iter__(self):
        return self

    def __next__(self):
        if self.count > ord('z'):
            raise StopIteration
        self.count += 1
        return (chr(self.count - 1),) # this is a 1-tuple

con = sqlite3.connect(":memory:")
cur = con.cursor()
cur.execute("create table characters(c)")

theIter = IterChars()
cur.executemany("insert into characters(c) values (?)", theIter)

cur.execute("select c from characters")
print(cur.fetchall())

con.close()
```

Here's a shorter example using a *generator* :

```
import sqlite3
import string

def char_generator():
    for c in string.ascii_lowercase:
        yield (c,)

con = sqlite3.connect(":memory:")
cur = con.cursor()
cur.execute("create table characters(c)")

cur.executemany("insert into characters(c) values (?)", char_generator())

cur.execute("select c from characters")
print(cur.fetchall())

con.close()
```

executescript(*sql_script*)

This is a nonstandard convenience method for executing multiple SQL statements at once. It issues a `COMMIT` statement first, then executes the SQL script it gets as a parameter.

sql_script can be an instance of *str*.

Exemple :

```
import sqlite3

con = sqlite3.connect(":memory:")
cur = con.cursor()
cur.executescript("""
    create table person(
        firstname,
        lastname,
        age
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
    );

    create table book(
        title,
        author,
        published
    );

    insert into book(title, author, published)
    values (
        'Dirk Gently''s Holistic Detective Agency',
        'Douglas Adams',
        1987
    );
    """)
con.close()
```

fetchone()
Fetches the next row of a query result set, returning a single sequence, or *None* when no more data is available.

fetchmany(*size=cursor.arraysize*)
Fetches the next set of rows of a query result, returning a list. An empty list is returned when no more rows are available.

The number of rows to fetch per call is specified by the *size* parameter. If it is not given, the cursor's arraysize determines the number of rows to be fetched. The method should try to fetch as many rows as indicated by the size parameter. If this is not possible due to the specified number of rows not being available, fewer rows may be returned.

Note there are performance considerations involved with the *size* parameter. For optimal performance, it is usually best to use the arraysize attribute. If the *size* parameter is used, then it is best for it to retain the same value from one *fetchmany()* call to the next.

fetchall()
Fetches all (remaining) rows of a query result, returning a list. Note that the cursor's arraysize attribute can affect the performance of this operation. An empty list is returned when no rows are available.

close()
Close the cursor now (rather than whenever __del__ is called).

The cursor will be unusable from this point forward; a *ProgrammingError* exception will be raised if any operation is attempted with the cursor.

rowcount
Although the *Cursor* class of the *sqlite3* module implements this attribute, the database engine's own support for the determination of "rows affected"/"rows selected" is quirky.

For *executemany()* statements, the number of modifications are summed up into *rowcount*.

As required by the Python DB API Spec, the *rowcount* attribute "is -1 in case no executeXX() has been performed on the cursor or the rowcount of the last operation is not determinable by the interface". This includes SELECT statements because we cannot determine the number of rows a query produced until all rows were fetched.

With SQLite versions before 3.6.5, *rowcount* is set to 0 if you make a DELETE FROM table without any condition.

lastrowid
This read-only attribute provides the rowid of the last modified row. It is only set if you issued an INSERT or a REPLACE statement using the *execute()* method. For operations other than INSERT or REPLACE or when *executemany()* is called, *lastrowid* is set to *None*.

If the INSERT or REPLACE statement failed to insert the previous successful rowid is returned.

Modifié dans la version 3.6 : Added support for the REPLACE statement.

arraysize
Read/write attribute that controls the number of rows returned by *fetchmany()*. The default value is 1 which means a single row would be fetched per call.

description
This read-only attribute provides the column names of the last query. To remain compatible with the Python DB API, it returns a 7-tuple for each column where the last six items of each tuple are *None*.

It is set for `SELECT` statements without any matching rows as well.

connection
This read-only attribute provides the SQLite database *Connection* used by the *Cursor* object. A *Cursor* object created by calling *con.cursor()* will have a *connection* attribute that refers to *con* :

```
>>> con = sqlite3.connect(":memory:")
>>> cur = con.cursor()
>>> cur.connection == con
True
```

12.6.4 Row Objects

class sqlite3.**Row**
A *Row* instance serves as a highly optimized *row_factory* for *Connection* objects. It tries to mimic a tuple in most of its features.

It supports mapping access by column name and index, iteration, representation, equality testing and *len()*.

If two *Row* objects have exactly the same columns and their members are equal, they compare equal.

keys()
This method returns a list of column names. Immediately after a query, it is the first member of each tuple in *Cursor.description*.

Modifié dans la version 3.5 : Added support of slicing.

Let's assume we initialize a table as in the example given above :

```
conn = sqlite3.connect(":memory:")
c = conn.cursor()
c.execute('''create table stocks
(date text, trans text, symbol text,
 qty real, price real)''')
c.execute("""insert into stocks
          values ('2006-01-05','BUY','RHAT',100,35.14)""")
conn.commit()
c.close()
```

Now we plug *Row* in :

```
>>> conn.row_factory = sqlite3.Row
>>> c = conn.cursor()
>>> c.execute('select * from stocks')
<sqlite3.Cursor object at 0x7f4e7dd8fa80>
>>> r = c.fetchone()
>>> type(r)
<class 'sqlite3.Row'>
>>> tuple(r)
('2006-01-05', 'BUY', 'RHAT', 100.0, 35.14)
>>> len(r)
5
>>> r[2]
'RHAT'
>>> r.keys()
['date', 'trans', 'symbol', 'qty', 'price']
>>> r['qty']
100.0
>>> for member in r:
...     print(member)
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
...
2006-01-05
BUY
RHAT
100.0
35.14
```

12.6.5 Exceptions

exception sqlite3.**Warning**
A subclass of *Exception*.

exception sqlite3.**Error**
The base class of the other exceptions in this module. It is a subclass of *Exception*.

exception sqlite3.**DatabaseError**
Exception raised for errors that are related to the database.

exception sqlite3.**IntegrityError**
Exception raised when the relational integrity of the database is affected, e.g. a foreign key check fails. It is a subclass of *DatabaseError*.

exception sqlite3.**ProgrammingError**
Exception raised for programming errors, e.g. table not found or already exists, syntax error in the SQL statement, wrong number of parameters specified, etc. It is a subclass of *DatabaseError*.

exception sqlite3.**OperationalError**
Exception raised for errors that are related to the database's operation and not necessarily under the control of the programmer, e.g. an unexpected disconnect occurs, the data source name is not found, a transaction could not be processed, etc. It is a subclass of *DatabaseError*.

exception sqlite3.**NotSupportedError**
Exception raised in case a method or database API was used which is not supported by the database, e.g. calling the *rollback()* method on a connection that does not support transaction or has transactions turned off. It is a subclass of *DatabaseError*.

12.6.6 SQLite and Python types

Introduction

SQLite natively supports the following types : NULL, INTEGER, REAL, TEXT, BLOB.

The following Python types can thus be sent to SQLite without any problem :

Type Python	SQLite type
None	NULL
int	INTEGER
float	REAL
str	TEXT
bytes	BLOB

This is how SQLite types are converted to Python types by default :

SQLite type	Type Python
NULL	*None*
INTEGER	*int*
REAL	*float*
TEXT	depends on *text_factory*, *str* by default
BLOB	*bytes*

The type system of the *sqlite3* module is extensible in two ways : you can store additional Python types in a SQLite database via object adaptation, and you can let the *sqlite3* module convert SQLite types to different Python types via converters.

Using adapters to store additional Python types in SQLite databases

As described before, SQLite supports only a limited set of types natively. To use other Python types with SQLite, you must **adapt** them to one of the sqlite3 module's supported types for SQLite : one of NoneType, int, float, str, bytes.

There are two ways to enable the *sqlite3* module to adapt a custom Python type to one of the supported ones.

Letting your object adapt itself

This is a good approach if you write the class yourself. Let's suppose you have a class like this :

```
class Point:
    def __init__(self, x, y):
        self.x, self.y = x, y
```

Now you want to store the point in a single SQLite column. First you'll have to choose one of the supported types first to be used for representing the point. Let's just use str and separate the coordinates using a semicolon. Then you need to give your class a method `__conform__(self, protocol)` which must return the converted value. The parameter *protocol* will be `PrepareProtocol`.

```
import sqlite3

class Point:
    def __init__(self, x, y):
        self.x, self.y = x, y

    def __conform__(self, protocol):
        if protocol is sqlite3.PrepareProtocol:
            return "%f;%f" % (self.x, self.y)

con = sqlite3.connect(":memory:")
cur = con.cursor()

p = Point(4.0, -3.2)
cur.execute("select ?", (p,))
print(cur.fetchone()[0])

con.close()
```

Registering an adapter callable

The other possibility is to create a function that converts the type to the string representation and register the function with *register_adapter()*.

```
import sqlite3

class Point:
    def __init__(self, x, y):
        self.x, self.y = x, y

def adapt_point(point):
    return "%f;%f" % (point.x, point.y)

sqlite3.register_adapter(Point, adapt_point)

con = sqlite3.connect(":memory:")
cur = con.cursor()

p = Point(4.0, -3.2)
cur.execute("select ?", (p,))
print(cur.fetchone()[0])

con.close()
```

The *sqlite3* module has two default adapters for Python's built-in *datetime.date* and *datetime.datetime* types. Now let's suppose we want to store *datetime.datetime* objects not in ISO representation, but as a Unix timestamp.

```
import sqlite3
import datetime
import time

def adapt_datetime(ts):
    return time.mktime(ts.timetuple())

sqlite3.register_adapter(datetime.datetime, adapt_datetime)

con = sqlite3.connect(":memory:")
cur = con.cursor()

now = datetime.datetime.now()
cur.execute("select ?", (now,))
print(cur.fetchone()[0])

con.close()
```

Converting SQLite values to custom Python types

Writing an adapter lets you send custom Python types to SQLite. But to make it really useful we need to make the Python to SQLite to Python roundtrip work.

Enter converters.

Let's go back to the `Point` class. We stored the x and y coordinates separated via semicolons as strings in SQLite.

First, we'll define a converter function that accepts the string as a parameter and constructs a `Point` object from it.

Note : Converter functions **always** get called with a *bytes* object, no matter under which data type you sent the value to SQLite.

```
def convert_point(s):
    x, y = map(float, s.split(b";"))
    return Point(x, y)
```

Now you need to make the *sqlite3* module know that what you select from the database is actually a point. There are two ways of doing this :

— Implicitly via the declared type
— Explicitly via the column name

Both ways are described in section *Fonctions et constantes du module*, in the entries for the constants *PARSE_DECLTYPES* and *PARSE_COLNAMES*.

The following example illustrates both approaches.

```
import sqlite3

class Point:
    def __init__(self, x, y):
        self.x, self.y = x, y

    def __repr__(self):
        return "(%f;%f)" % (self.x, self.y)

def adapt_point(point):
    return ("%f;%f" % (point.x, point.y)).encode('ascii')

def convert_point(s):
    x, y = list(map(float, s.split(b";")))
    return Point(x, y)

# Register the adapter
sqlite3.register_adapter(Point, adapt_point)

# Register the converter
sqlite3.register_converter("point", convert_point)

p = Point(4.0, -3.2)

#########################
# 1) Using declared types
con = sqlite3.connect(":memory:", detect_types=sqlite3.PARSE_DECLTYPES)
cur = con.cursor()
cur.execute("create table test(p point)")

cur.execute("insert into test(p) values (?)", (p,))
cur.execute("select p from test")
print("with declared types:", cur.fetchone()[0])
cur.close()
con.close()

#######################
# 1) Using column names
con = sqlite3.connect(":memory:", detect_types=sqlite3.PARSE_COLNAMES)
cur = con.cursor()
cur.execute("create table test(p)")

cur.execute("insert into test(p) values (?)", (p,))
cur.execute('select p as "p [point]" from test')
print("with column names:", cur.fetchone()[0])
cur.close()
con.close()
```

Default adapters and converters

There are default adapters for the date and datetime types in the datetime module. They will be sent as ISO dates/ISO timestamps to SQLite.

The default converters are registered under the name "date" for *datetime.date* and under the name "timestamp" for *datetime.datetime*.

This way, you can use date/timestamps from Python without any additional fiddling in most cases. The format of the adapters is also compatible with the experimental SQLite date/time functions.

The following example demonstrates this.

```
import sqlite3
import datetime

con = sqlite3.connect(":memory:", detect_types=sqlite3.PARSE_DECLTYPES|sqlite3.
↪PARSE_COLNAMES)
cur = con.cursor()
cur.execute("create table test(d date, ts timestamp)")

today = datetime.date.today()
now = datetime.datetime.now()

cur.execute("insert into test(d, ts) values (?, ?)", (today, now))
cur.execute("select d, ts from test")
row = cur.fetchone()
print(today, "=>", row[0], type(row[0]))
print(now, "=>", row[1], type(row[1]))

cur.execute('select current_date as "d [date]", current_timestamp as "ts␣
↪[timestamp]"')
row = cur.fetchone()
print("current_date", row[0], type(row[0]))
print("current_timestamp", row[1], type(row[1]))

con.close()
```

If a timestamp stored in SQLite has a fractional part longer than 6 numbers, its value will be truncated to microsecond precision by the timestamp converter.

12.6.7 Controlling Transactions

The underlying `sqlite3` library operates in `autocommit` mode by default, but the Python *sqlite3* module by default does not.

`autocommit` mode means that statements that modify the database take effect immediately. A `BEGIN` or `SAVEPOINT` statement disables `autocommit` mode, and a `COMMIT`, a `ROLLBACK`, or a `RELEASE` that ends the outermost transaction, turns `autocommit` mode back on.

The Python *sqlite3* module by default issues a `BEGIN` statement implicitly before a Data Modification Language (DML) statement (i.e. `INSERT`/`UPDATE`/`DELETE`/`REPLACE`).

You can control which kind of `BEGIN` statements *sqlite3* implicitly executes via the *isolation_level* parameter to the *connect()* call, or via the `isolation_level` property of connections. If you specify no *isolation_level*, a plain `BEGIN` is used, which is equivalent to specifying `DEFERRED`. Other possible values are `IMMEDIATE` and `EXCLUSIVE`.

You can disable the *sqlite3* module's implicit transaction management by setting `isolation_level` to `None`. This will leave the underlying `sqlite3` library operating in `autocommit` mode. You can then completely control the transaction state by explicitly issuing `BEGIN`, `ROLLBACK`, `SAVEPOINT`, and `RELEASE` statements in your code.

Modifié dans la version 3.6 : *sqlite3* used to implicitly commit an open transaction before DDL statements. This is no longer the case.

12.6.8 Using sqlite3 efficiently

Using shortcut methods

Using the nonstandard `execute()`, `executemany()` and `executescript()` methods of the *Connection* object, your code can be written more concisely because you don't have to create the (often superfluous) *Cursor* objects explicitly. Instead, the *Cursor* objects are created implicitly and these shortcut methods return the cursor objects. This way, you can execute a `SELECT` statement and iterate over it directly using only a single call on the *Connection* object.

```
import sqlite3

persons = [
    ("Hugo", "Boss"),
    ("Calvin", "Klein")
    ]

con = sqlite3.connect(":memory:")

# Create the table
con.execute("create table person(firstname, lastname)")

# Fill the table
con.executemany("insert into person(firstname, lastname) values (?, ?)", persons)

# Print the table contents
for row in con.execute("select firstname, lastname from person"):
    print(row)

print("I just deleted", con.execute("delete from person").rowcount, "rows")

# close is not a shortcut method and it's not called automatically,
# so the connection object should be closed manually
con.close()
```

Accessing columns by name instead of by index

One useful feature of the *sqlite3* module is the built-in *sqlite3.Row* class designed to be used as a row factory.

Rows wrapped with this class can be accessed both by index (like tuples) and case-insensitively by name :

```
import sqlite3

con = sqlite3.connect(":memory:")
con.row_factory = sqlite3.Row

cur = con.cursor()
cur.execute("select 'John' as name, 42 as age")
for row in cur:
    assert row[0] == row["name"]
    assert row["name"] == row["nAmE"]
    assert row[1] == row["age"]
    assert row[1] == row["AgE"]

con.close()
```

Using the connection as a context manager

Connection objects can be used as context managers that automatically commit or rollback transactions. In the event of an exception, the transaction is rolled back ; otherwise, the transaction is committed :

```
import sqlite3

con = sqlite3.connect(":memory:")
con.execute("create table person (id integer primary key, firstname varchar unique)
↪")

# Successful, con.commit() is called automatically afterwards
with con:
    con.execute("insert into person(firstname) values (?)", ("Joe",))

# con.rollback() is called after the with block finishes with an exception, the
# exception is still raised and must be caught
try:
    with con:
        con.execute("insert into person(firstname) values (?)", ("Joe",))
except sqlite3.IntegrityError:
    print("couldn't add Joe twice")

# Connection object used as context manager only commits or rollbacks transactions,
# so the connection object should be closed manually
con.close()
```

12.6.9 Common issues

Fils d'exécution

Older SQLite versions had issues with sharing connections between threads. That's why the Python module disallows sharing connections and cursors between threads. If you still try to do so, you will get an exception at runtime.

The only exception is calling the *interrupt()* method, which only makes sense to call from a different thread.

Notes

CHAPITRE 13

Compression de donnée et archivage

Les modules documentés dans ce chapitre implémentent les algorithmes de compression *zlib*, *gzip*, *bzip2* et *lzma*, ainsi que la création d'archives *ZIP* et *tar*. Voir aussi *Archiving operations* fourni par le module `shutil`.

13.1 `zlib` — Compression compatible avec `gzip`

Pour des applications nécessitant de compresser des données, les fonctions de ce module permettent la compression et la décompression via la bibliothèque *zlib*. La bibliothèque *zlib* a sa propre page web sur http://www.zlib.net. Il existe des incompatibilités connues entre le module Python et les versions de la bibliothèque *zlib* plus anciennes que la 1.1.3 ; 1.1.3 contient des failles de sécurité et nous recommandons d'utiliser plutôt la version 1.14 ou plus récente.

Les fonctions *zlib* recèlent de nombreuses options et il est nécessaire de suivre un ordre précis. Cette documentation n'a pas pour but de couvrir la globalité des possibilités. Aussi, veuillez consulter le manuel *zlib* en ligne sur http://www.zlib.net/manual.html pour compléter davantage son utilisation.

Pour lire ou écrire des fichiers `.gz` veuillez consulter le module `gzip`.

Les exceptions et fonctions disponibles dans ce module sont :

exception `zlib.`**`error`**
Exception levée lors d'erreurs de compression et de décompression.

`zlib.`**`adler32`**(*data*[, *value*])
Calcule une somme de contrôle Adler-32 de *data* (une somme de contrôle Adler-32 est aussi fiable qu'un CRC32 mais peut être calculée bien plus rapidement). Le résultat produit est un entier non signé de 32-bit. Si *value* est défini, il devient la valeur initiale de la somme de contrôle ; sinon une valeur par défaut de 1 est utilisée. Définir *value* permet de calculer une somme de contrôle continue pendant la concaténation de plusieurs entrées. Cet algorithme n'a aucune garantie cryptographique puissante, et ne doit pas être utilisé ni pour l'authentification, ni pour des signatures numériques. Conçu comme un algorithme de somme de contrôle, il n'est pas adapté pour une utilisation sous forme de clé de hachage générique.

Modifié dans la version 3.0 : Renvoie une valeur non-signée. Pour produire la même valeur avec toutes les versions de Python sur différentes plateformes, utilisez `adler32(data) & 0xffffffff`.

`zlib.`**`compress`**(*data*, *level=-1*)
Compresse les octets contenus dans *data*, renvoie un objet *bytes* contenant les données compressées. *level* permet d'ajuster le niveau de compression, ce doit être un nombre entier compris entre `0` et `9` ou `-1` ; `1` étant plus

rapide et procède à une compression légère, 9 est plus lent mais compresse plus fortement. 0 n'effectue aucune compression. La valeur par défaut est −1 (*Z_DEFAULT_COMPRESSION*). *Z_DEFAULT_COMPRESSION* donne une valeur par défaut proposant un équilibre entre vitesse et taux de compression (actuellement équivalente à 6). Si une erreur surgit, l'exception *error* est levée.

Modifié dans la version 3.6 : *level* peut maintenant être passé par son nom.

zlib.**compressobj**(*level=-1*, *method=DEFLATED*, *wbits=MAX_WBITS*, *memLevel=DEF_MEM_LEVEL*, *strategy=Z_DEFAULT_STRATEGY*[, *zdict*])

Renvoie un objet "compresseur", à utiliser pour compresser des flux de données qui ne peuvent pas être stockés entièrement en mémoire.

level est le taux de compression -- un entier compris entre 0 et 9 ou −1. La valeur 1 est la plus rapide avec taux de compression minimal, tandis que la valeur 9 est la plus lente mais produit une compression maximale. 0 ne produit aucune compression. La valeur par défaut est −1 (*Z_DEFAULT_COMPRESSION*). La constante *Z_DEFAULT_COMPRESSION* équivaut à un bon compromis par défaut entre rapidité et bonne compression (valeur équivalente au niveau 6).

method définit l'algorithme de compression. Pour le moment, la seule valeur acceptée est DEFLATED.

L'argument *wbits* contrôle la taille du tampon d'historique ("*window size*") utilisé lors de la compression, et si un en-tête et un bloc final seront inclus. Il accepte plusieurs intervalles de valeurs, et vaut 15 (MAX_WBITS) par défaut :

— De +9 à +15 : le logarithme binaire de la taille du tampon, par conséquent compris entre 512 et 32 768. Des valeurs plus grandes produisent de meilleures compressions aux dépens d'une utilisation mémoire plus grande. Le résultat final inclus des en-têtes et des blocs spécifiques à *zlib*.

— De −9 à −15 : utilise la valeur absolue de *wbits* comme logarithme binaire de la taille du tampon, et ne produit pas d'entêtes ni de bloc final.

— De +25 à +31 = 16 + (9 à 15) : utilise les 4 bits de poids faible comme logarithme binaire de la taille du tampon, tout en incluant un entête **gzip** et une somme de contrôle finale.

L'argument *memLevel* permet d'ajuster la quantité de mémoire utilisée pour stocker l'état interne de la compression. Les valeurs valides sont comprises entre 1 et 9. Des valeurs plus élevées occupent davantage de mémoire, mais sont plus rapides et produisent des sorties plus compressées.

strategy permet d'ajuster l'algorithme de compression. Les valeurs possibles sont Z_DEFAULT_STRATEGY, Z_FILTERED, et Z_HUFFMAN_ONLY, Z_RLE (*zlib* 1.2.0.1) et Z_FIXED (*zlib* 1.2.2.2).

zdict est un dictionnaire de compression prédéfini. C'est une séquence d'octets (tel qu'un objet *bytes*) contenant des sous-séquences attendues régulièrement dans les données à compresser. Les sous-séquences les plus fréquentes sont à placer à la fin du dictionnaire.

Modifié dans la version 3.3 : Ajout du paramètre *zdict*.

zlib.**crc32**(*data*[, *value*])

Calcule la somme de contrôle CRC (*Cyclic Redundancy Check* en anglais) de l'argument *data*. Il renvoie un entier non signé de 32 bits. Si l'argument *value* est présent, il permet de définir la valeur de départ de la somme de contrôle. Sinon, la valeur par défaut est 0. L'argument *value* permet de calculer la somme de contrôle glissante d'une concaténation de données. L'algorithme n'est pas fort d'un point de vue cryptographique, et ne doit pas être utilisé pour l'authentification ou des signatures numériques. Cet algorithme a été conçu pour être exploité comme un algorithme de somme de contrôle, ce n'est pas un algorithme de hachage générique.

Modifié dans la version 3.0 : Renvoie une valeur non-signée. Pour obtenir la même valeur sur n'importe quelle version de Python et n'importe quelle plateforme, utilisez `crc32(data) & 0xffffffff`.

zlib.**decompress**(*data*, *wbits=MAX_WBITS*, *bufsize=DEF_BUF_SIZE*)

Décompresse les octets de *data*, renvoyant un objet *bytes* contenant les données décompressées. Le paramètre *wbits* dépend du format des données compressées, et est abordé plus loin. Si l'argument *bufsize* est défini, il est utilisé comme taille initiale du tampon de sortie. En cas d'erreur, l'exception *error* est levée.

L'argument *wbits* contrôle la taille du tampon d'historique ("*window size*") utilisé lors de la compression, et si un en-tête et un bloc final sont attendus. Similaire au paramètre de *compressobj()*, mais accepte une gamme plus large de valeurs :

— De +8 à +15 : logarithme binaire pour la taille du tampon. L'entrée doit contenir un en-tête et un bloc *zlib*.

— 0 : détermine automatiquement la taille du tampon à partir de l'en-tête *zlib*. Géré uniquement depuis *zlib* 1.2.3.5.

— De −8 à −15 : utilise la valeur absolue de *wbits* comme logarithme binaire pour la taille du tampon. L'entrée doit être un flux brut, sans en-tête ni bloc final.

— De +24 à +31 = 16 + (8 à 15) : utilise les 4 de poids faible comme logarithme binaire pour la taille du tampon. L'entrée doit contenir un en-tête *gzip* et son bloc final.
— De +40 à +47 = 32 + (8 à 15) : utilise les 4 bits de poids faible comme logarithme binaire pour la taille du tampon, et accepte automatiquement les formats *zlib* ou *gzip*.

Lors de la décompression d'un flux, la taille du tampon ne doit pas être inférieure à la taille initialement utilisée pour compresser le flux. L'utilisation d'une valeur trop petite peut déclencher une exception `error`. La valeur par défaut *wbits* correspond à une taille élevée du tampon et nécessite d'y adjoindre un en-tête *zlib* et son bloc final.

L'argument *bufsize* correspond à la taille initiale du tampon utilisé pour contenir les données décompressées. Si plus d'espace est nécessaire, la taille du tampon sera augmentée au besoin, donc vous n'avez pas besoin de deviner la valeur exacte. Un réglage précis n'économisera que quelques appels à `malloc()`.

Modifié dans la version 3.6 : *wbits* et *bufsize* peuvent être utilisés comme arguments nommés.

`zlib.`**`decompressobj`**(*wbits=MAX_WBITS*[, *zdict*])

Renvoie un objet "décompresseur", à utiliser pour décompresser des flux de données qui ne rentrent pas entièrement en mémoire.

Le paramètre *wbits* contrôle la taille du tampon, et détermine quel format d'en-tête et de bloc sont prévus. Il a la même signification que décrit pour *decompress()*.

Le paramètre *zdict* définit un dictionnaire de compression prédéfini. S'il est fourni, il doit être identique au dictionnaire utilisé par le compresseur, à l'origine des données à décompresser.

Note : Si *zdict* est un objet modifiable (tel qu'un `bytearray`, par exemple), vous ne devez pas modifier son contenu entre l'appel à la fonction `decompressobj()` et le premier appel à la méthode `decompress()` du décompresseur.

Modifié dans la version 3.3 : Ajout du paramètre *zdict*.

Les objets de compression gèrent les méthodes suivantes :

`Compress.`**`compress`**(*data*)

Compresse *data* et renvoie au moins une partie des données compressées sous forme d'objet *bytes*. Ces données doivent être concaténées à la suite des appels précédant à `compress()`. Certaines entrées peuvent être conservées dans des tampons internes pour un traitement ultérieur.

`Compress.`**`flush`**([*mode*])

Toutes les entrées mises en attente sont traitées et un objet *bytes* contenant la sortie des données compressées restantes est renvoyé. L'argument *mode* accepte l'une des constantes suivantes : `Z_NO_FLUSH`, `Z_PARTIAL_FLUSH`, `Z_SYNC_FLUSH`, `Z_FULL_FLUSH`, `Z_BLOCK` (*zlib* 1.2.3.4), et `Z_FINISH`, par défaut `Z_FINISH`. Sauf `Z_FINISH`, toutes les constantes permettent de compresser d'autres chaînes d'octets, tandis que `Z_FINISH` finalise le flux compressé et bloque toute autre tentative de compression. Suite à l'appel de la méthode `flush()` avec l'argument *mode* défini à `Z_FINISH`, la méthode `compress()` ne peut plus être rappelée. Il ne reste plus qu'à supprimer l'objet.

`Compress.`**`copy`**()

Renvoie une copie de l'objet "compresseur". Utile pour compresser efficacement un ensemble de données qui partagent un préfixe initial commun.

Les objets décompresseurs prennent en charge les méthodes et attributs suivants :

`Decompress.`**`unused_data`**

Un objet *bytes* contenant tous les octets restants après les données compressées. Il vaut donc `b""` tant que des données compressées sont disponibles. Si toute la chaîne d'octets ne contient que des données compressées, il vaut toujours `b""`, un objet *bytes* vide.

`Decompress.`**`unconsumed_tail`**

Un objet *bytes* contenant toutes les données non-traitées par le dernier appel à la méthode `decompress()`, à cause d'un dépassement de la limite du tampon de données décompressées. Ces données n'ont pas encore été traitées par la bibliothèque *zlib*, vous devez donc les envoyer (potentiellement en y concaténant encore des données) par un appel à la méthode `decompress()` pour obtenir une sortie correcte.

`Decompress.`**`eof`**

Booléen qui signale si la fin du flux compressé est atteint.

Ceci rend possible la distinction entre un flux correctement compressé et un flux incomplet.

Nouveau dans la version 3.3.

Decompress.**decompress**(*data*, *max_length=0*)

Décompresse *data*, renvoie un objet *bytes*, contenant au moins une partie des données décompressées. Ce résultat doit être concaténé aux résultats des appels précédents à `decompress()`. Des données d'entrée peuvent être conservées dans les tampons internes pour un traitement ultérieur.

Si le paramètre optionnel *max_length* est différent de zéro alors la valeur renvoyée n'est pas plus grande que *max_length*. Cela peut amener à une décompression partielle. Les données non-encore décompressées sont stockées dans l'attribut `unconsumed_tail`. Cette chaîne d'octets doit être transmise à un appel ultérieur à `decompress()`. Si *max_length* vaut zéro, la totalité de l'entrée est décompressée, et l'attribut `unconsumed_tail` reste vide.

Modifié dans la version 3.6 : *max_length* peut être utilisé comme un argument nommé.

Decompress.**flush**([*length*])

Toutes les entrées en attente sont traitées, et un objet *bytes* est renvoyé, contenant le reste des données à décompresser. Après l'appel à `flush()`, la méthode `decompress()` ne peut pas être rappelée. Il ne reste qu'à détruire l'objet.

Le paramètre optionnel *length* définit la taille initiale du tampon de sortie.

Decompress.**copy**()

Renvoie une copie du décompresseur. Vous pouvez l'utiliser pour sauvegarder l'état de la décompression en cours, afin de pouvoir revenir rapidement à cet endroit plus tard.

Des informations relatives à la version de la bibliothèque *zlib* utilisée sont disponibles via les constantes suivantes :

zlib.**ZLIB_VERSION**

Version de la bibliothèque *zlib* utilisée lors de la compilation du module. Elle peut être différente de la bibliothèque *zlib* actuellement utilisée par le système, qui est consultable par `ZLIB_RUNTIME_VERSION`.

zlib.**ZLIB_RUNTIME_VERSION**

Chaîne contenant la version de la bibliothèque *zlib* actuellement utilisée par l'interpréteur.

Nouveau dans la version 3.3.

Voir aussi :

Module `gzip` Lire et écrire des fichiers au format **gzip**.

http://www.zlib.net Page officielle de la bibliothèque *zlib*.

http://www.zlib.net/manual.html La documentation de *zlib* explique le sens et l'utilisation des nombreuses fonctions fournies par la bibliothèque.

13.2 `gzip` — Support pour les fichiers `gzip`

Code source : Lib/gzip.py

Ce module fournit une interface simple pour compresser et décompresser des fichiers tout comme le font les programmes GNU **gzip** et **gunzip**.

La compression de données est fournie par le module `zlib`.

Le module `gzip` fournit la classe `GzipFile` ainsi que les fonctions pratiques `open()`, `compress()` et `decompress()`. La classe `GzipFile` lit et écrit des fichiers au format **gzip**, compressant et décompressant automatiquement les données pour qu'elles aient l'apparence d'un objet *file object* ordinaire.

Notez que les formats de fichier supplémentaires qui peuvent être décompressés par les programmes **gzip** et **gunzip**, comme ceux produits par le programmes **compress** et **pack**, ne sont pas gérés par ce module.

Le module définit les éléments suivants :

gzip.**open**(*filename*, *mode='rb'*, *compresslevel=9*, *encoding=None*, *errors=None*, *newline=None*)

Ouvre un fichier compressé en *gzip* en mode binaire ou texte, renvoie un objet *file object*.

L'argument *filename* peut être un nom de fichier (un objet `str` ou `bytes`) ou un objet fichier existant que l'on peut lire, ou où l'on peut écrire.

L'argument *mode* peut-être `'r'`, `'rb'`, `'a'`, `'ab'`, `'w'`, `'wb'`, `'x'` ou `'xb'` pour le mode binaire ou `'rt'`, `'at'`, `'wt'`, ou `'xt'` pour le mode texte. Le mode par défaut est `'rb'`.

L'argument *compresslevel* est un entier de 0 à 9, comme pour le constructeur de la classe `GzipFile`.

En mode binaire, cette fonction est équivalente au constructeur de la classe `GzipFile` : `GzipFile(filename, mode, compresslevel)`. Dans ce cas, les arguments *encoding*, *errors* et *newline* ne doivent pas être fournis.

En mode texte, un objet `GzipFile` est créé et empaqueté dans une instance de `io.TextIOWrapper` avec l'encodage, la gestion d'erreur et les fins de ligne spécifiés.

Modifié dans la version 3.3 : Ajout de la prise en charge de *filename* en tant qu'objet *file*, du mode texte et des arguments *encoding*, *errors* et *newline*.

Modifié dans la version 3.4 : Ajout de la prise en charge des modes `'x'`, `'xb'` et `'xt'`.

Modifié dans la version 3.6 : Accepte un *path-like object*.

class gzip.**GzipFile**(*filename=None*, *mode=None*, *compresslevel=9*, *fileobj=None*, *mtime=None*)

Constructeur de la classe `GzipFile` qui simule la plupart des méthodes d'un objet *file object* à l'exception de la méthode `truncate()`. Au moins un des arguments *fileobj* et *filename* doit avoir une valeur non triviale.

La nouvelle instance de classe est basée sur *fileobj* qui peut être un fichier usuel, un objet `io.BytesIO` ou tout autre objet qui simule un fichier. *fileobj* est par défaut à *None*, dans ce cas *filename* est ouvert afin de fournir un objet fichier.

Quand *fileobj* n'est pas à `None`, l'argument *filename* est uniquement utilisé pour être inclus dans l'entête du fichier **gzip**, qui peut inclure le nom original du fichier décompressé. Il est par défaut défini avec le nom de fichier de *fileobj* s'il est discernable, sinon il est par défaut défini à une chaîne de caractères vide et dans ce cas le nom du fichier orignal n'est pas inclus dans l'entête.

L'argument *mode* peut-être `'r'`, `'rb'`, `'a'`, `'ab'`, `'w'`, `'wb'`, `'x'`, ou `'xb'`, selon que le fichier va être lu ou écrit. Par défaut prend la valeur du mode de *fileobj* si discernable ; sinon, la valeur par défaut est `'rb'`.

Notez que le fichier est toujours ouvert en mode binaire. Pour ouvrir un fichier compressé en mode texte, utilisez la fonction `open()` (ou empaquetez votre classe `GzipFile` avec un `io.TextIOWrapper`).

L'argument *compresslevel* est un entier de `0` à `9` contrôlant le niveau de compression,"1" est le plus rapide et produit la compression la plus faible et `9` est le plus rapide et produit la compression la plus élevée. `0` désactive la compression. Par défaut à `9`.

L'argument *mtime* est un *timestamp* numérique optionnel à écrire dans le champ de date de dernière modification du flux durant la compression. Il ne doit être défini qu'en mode compression. S'il est omis ou `None`, la date courante est utilisée. Voir l'attribut `mtime` pour plus de détails.

Appeler la méthode `close()` d'un objet `GzipFile` ne ferme pas *fileobj*, puisque vous pourriez avoir besoin d'ajouter des informations après les données compressées. Cela vous permet aussi de passer un objet `io.BytesIO` ouvert en écriture en tant que *fileobj* et récupérer le tampon mémoire final en utilisant la méthode `getvalue()` de l'objet `io.BytesIO`.

:La classe `GzipFile` implémente l'interface `io.BufferedIOBase`, incluant l'itération, la déclaration `with`. La méthode `truncate()` est la seule non implémentée.

La classe `GzipFile` fournit aussi la méthode et l'attribut suivant :

peek(*n*)

Lit *n* octets non compressés sans avancer la position dans le fichier. Au plus une seule lecture sur le flux compressé est faite pour satisfaire l'appel. Le nombre d'octets retournés peut être supérieur ou inférieur au nombre demandé.

Note : Bien que l'appel à `peek()` ne change pas la position dans le fichier de l'objet `GzipFile`, il peut changer la position de l'objet de fichier sous-jacent (par exemple, si l'instance de `GzipFile` a été construite avec le paramètre *fileobj*).

Nouveau dans la version 3.2.

mtime

Lors de la décompression, la valeur du champ de date de dernière modification dans le dernier en-tête

lu peut être lue à partir de cet attribut, comme un entier. La valeur initiale avant lecture d'un en-tête est `None`.

Tous les flux compressés en **gzip** doivent contenir ce champ *timestamp*. Certains programmes, comme **gunzip**, utilisent ce *timestamp*. Ce format est le même que la valeur retour de `time.time()` et l'attribut `st_mtime` de l'objet retourné par `os.stat()`.

Modifié dans la version 3.1 : Ajout de la prise en charge du mot-clef `with`, ainsi que de l'argument *mtime* du constructeur et de l'attribut `mtime`.

Modifié dans la version 3.2 : Ajout de la prise en charge des fichiers non navigables ou commençant par des octets nuls.

Modifié dans la version 3.3 : La méthode `io.BufferedIOBase.read1()` est désormais implémentée.

Modifié dans la version 3.4 : Ajout de la prise en charge des modes `'x'` et `'xb'`.

Modifié dans la version 3.5 : Ajout de la prise en charge de l'écriture d'objets *bytes-like objects* arbitraires. La méthode `read()` accepte désormais un argument de valeur `None`.

Modifié dans la version 3.6 : Accepte un *path-like object*.

`gzip.`**`compress`**(*data*, *compresslevel=9*)

Compresse les données *data*, renvoie un objet `bytes` contenant les données compressées. L'argument *compresslevel* a la même signification que dans le constructeur de la classe `GzipFile` ci-dessus.

Nouveau dans la version 3.2.

`gzip.`**`decompress`**(*data*)

Décompresse les données *data*, retourne un objet `bytes` contenant les données décompressées.

Nouveau dans la version 3.2.

13.2.1 Exemples d'utilisation

Exemple montrant comment lire un fichier compressé :

```
import gzip
with gzip.open('/home/joe/file.txt.gz', 'rb') as f:
    file_content = f.read()
```

Exemple montrant comment créer un fichier GZIP :

```
import gzip
content = b"Lots of content here"
with gzip.open('/home/joe/file.txt.gz', 'wb') as f:
    f.write(content)
```

Exemple montrant comment compresser dans un GZIP un fichier existant :

```
import gzip
import shutil
with open('/home/joe/file.txt', 'rb') as f_in:
    with gzip.open('/home/joe/file.txt.gz', 'wb') as f_out:
        shutil.copyfileobj(f_in, f_out)
```

Exemple montrant comment compresser dans un GZIP un binaire dans une chaîne :

```
import gzip
s_in = b"Lots of content here"
s_out = gzip.compress(s_in)
```

Voir aussi :

Module ***zlib*** Le module de compression de données de base nécessaire pour gérer le format de fichier **gzip**.

13.3 bz2 — Prise en charge de la compression bzip2

Code Source : Lib/bz2.py

Ce module fournit une interface complète pour compresser et décompresser les données en utilisant l'algorithme de compression *bzip2*.

Le module *bz2* contient :

— La fonction *open()* et la classe *BZ2File* pour lire et écrire des fichiers compressés.
— Les classes *BZ2Compressor* et *BZ2Decompressor* pour la (dé)compression incrémentielle.
— Les fonctions *compress()* et *decompress()* pour la (dé)compression en une seule fois.

Toutes les classes de ce module peuvent en toute sécurité être accédées depuis de multiples fils d'exécution.

13.3.1 (Dé)compression de fichiers

bz2.**open**(*filename*, *mode='r'*, *compresslevel=9*, *encoding=None*, *errors=None*, *newline=None*)

Ouvre un fichier compressé par *bzip2* en mode binaire ou texte, le renvoyant en *file object*.

Tout comme avec le constructeur pour la classe *BZ2File*, l'argument *filename* peut être un nom de fichier réel (un objet *str* ou *bytes*), ou un objet fichier existant à lire ou à écrire.

L'argument *mode* peut valoir `'r'`, `'rb'`, `'w'`, `'wb'`, `'x'`, `'xb'`, `'a'` ou `'ab'` pour le mode binaire, ou `'rt'`, `'wt'`, `'xt'` ou `'at'` pour le mode texte. Il vaut par défaut `'rb'`.

L'argument *compresslevel* est un entier de 1 à 9, comme pour le constructeur *BZ2File*.

Pour le mode binaire, cette fonction est équivalente au constructeur *BZ2File* : `BZ2File(filename, mode, compresslevel=compresslevel)`. Dans ce cas, les arguments *encoding*, *errors* et *newline* arguments ne doivent pas être fournis.

Pour le mode texte, un objet *BZ2File* est créé et encapsulé dans une instance *io.TextIOWrapper* avec l'encodage spécifié, le comportement de gestion des erreurs et les fins de ligne.

Nouveau dans la version 3.3.

Modifié dans la version 3.4 : Le mode `'x'` (création exclusive) est ajouté.

Modifié dans la version 3.6 : Accepte un *path-like object*.

class bz2.**BZ2File**(*filename*, *mode='r'*, *buffering=None*, *compresslevel=9*)

Ouvre un fichier *bzip2* en mode binaire.

Si *filename* est un objet *str* ou *bytes*, ouvre le nom de fichier directement. Autrement, *filename* doit être un *file object*, qui est utilisé pour lire ou écrire les données compressées.

L'argument *mode* peut être soit `'r'` pour lire (par défaut), `'w'` pour écraser, `'x'` pour créer exclusivement, ou `'a'` pour ajouter. Ils peuvent également être écrits respectivement comme `'rb'`, `'wb'`, `'xb'` et `'ab'`.

Si *filename* est un objet fichier (plutôt que le nom de fichier réel), le mode `'w'` ne tronque pas le fichier, mais équivaut à `'a'`.

The *buffering* argument is ignored. Its use is deprecated.

Si *mode* est `'w'` ou `'a'`, *compresslevel* peut être un entier entre `1` et `9` spécifiant le niveau de compression : `1` utilise la compression la moins forte, et `9` (par défaut) la compression la plus forte.

Si *mode* est `'r'`, le fichier d'entrée peut être la concaténation de plusieurs flux compressés.

BZ2File fournit tous les membres spécifiés par la classe *io.BufferedIOBase*, excepté les méthodes `detach()` et `truncate()`. L'itération et l'instruction `with` sont prises en charge.

BZ2File fournit aussi la méthode suivante :

peek([*n*])

Renvoie des données en mémoire tampon sans avancer la position du fichier. Au moins un octet de donnée (sauf l'EOF) est renvoyé. Le nombre exact d'octets renvoyés n'est pas spécifié.

Note : Bien que l'appel à la méthode *peek()* ne change pas la position du fichier de la classe *BZ2File*, il peut changer la position de l'objet fichier sous-jacent (e.g. si la classe *BZ2File* a été construite en passant un objet fichier à *filename*).

Nouveau dans la version 3.3.

Modifié dans la version 3.1 : La prise en charge de l'instruction `with` a été ajoutée.

Modifié dans la version 3.3 : Les méthodes `fileno()`, `readable()`, `seekable()`, `writable()`, `read1()` et `readinto()` ont été ajoutées.

Modifié dans la version 3.3 : La gestion de *filename* comme *file object* au lieu d'un nom de fichier réel a été ajoutée.

Modifié dans la version 3.3 : Le mode `'a'` (ajout) a été ajouté, avec la prise en charge de la lecture des fichiers *multiflux*.

Modifié dans la version 3.4 : Le mode `'x'` (création exclusive) est ajouté.

Modifié dans la version 3.5 : La méthode *read()* accepte maintenant un argument `None`.

Modifié dans la version 3.6 : Accepte un *path-like object*.

13.3.2 (Dé)compression incrémentielle

class bz2.**BZ2Compressor**(*compresslevel=9*)

Crée un nouvel objet compresseur. Cet objet peut être utilisé pour compresser les données de manière incrémentielle. Pour une compression en une seule fois, utilisez à la place la fonction *compress()*.

compresslevel, s'il est fourni, doit être un entier entre `1` et `9`. Sa valeur par défaut est `9`.

compress(*data*)

Fournit la donnée à l'objet compresseur. Renvoie un bloc de données compressées si possible, ou autrement une chaîne d'octet vide.

Quand vous avez fini de fournir des données au compresseur, appelez la méthode *flush()* pour finir le processus de compression.

flush()

Finit le processus de compression. Renvoie la donnée compressée restante dans les tampons internes.

L'objet compresseur ne peut pas être utilisé après que cette méthode a été appelée.

class bz2.**BZ2Decompressor**

Crée un nouvel objet décompresseur. Cet objet peut être utilisé pour décompresser les données de manière incrémentielle. Pour une compression en une seule fois, utilisez à la place la fonction *decompress()*.

Note : Cette classe ne gère pas de manière transparente les entrées contenant plusieurs flux compressés, à la différence de *decompress()* et *BZ2File*. Si vous avez besoin de décompresser une entrée *multiflux* avec la classe *BZ2Decompressor*, vous devez utiliser un nouveau décompresseur pour chaque flux.

---

decompress(*data*, *max_length=-1*)

Décompresse *data* (un *bytes-like object*), renvoyant une donnée non compressée en tant que chaîne d'octets. Certaines de ces *data* peuvent être mises en interne en tampon, pour un usage lors d'appels ultérieurs par la méthode *decompress()*. La donnée renvoyée doit être concaténée avec la sortie des appels précédents à la méthode *decompress()*.

Si *max_length* est positif, renvoie au plus *max_length* octets de données compressées. Si la limite est atteinte et que d'autres sorties peuvent être produites, l'attribut *needs_input* est positionné sur `False`. Dans ce cas, lors de l'appel suivant à la méthode *decompress()*, vous pouvez fournir `b''` dans *data* afin d'obtenir la suite de la sortie.

Si toutes les données entrées ont été décompressées et renvoyées (soit parce qu'il y avait moins de *max_length* octets, ou parce que *max_length* était négatif), l'attribut *needs_input* sera configuré sur `True`.

Essayer de décompresser des données après que la fin du flux soit atteinte lève une erreur *EOFError*. Toute donnée trouvée après la fin du flux est ignorée et sauvegardée dans l'attribut *unused_data*.

Modifié dans la version 3.5 : Ajout du paramètre *max_length*.

eof

`True` si le marqueur de fin de flux a été atteint.

Nouveau dans la version 3.3.

unused_data

Donnée trouvée après la fin du flux compressé.

Si l'attribut est accédé avant que la fin du flux ait été atteint, sa valeur sera `b''`.

needs_input
`False` si la méthode *decompress()* peut fournir plus de données décompressées avant l'acquisition d'une nouvelle entrée non compressée.
Nouveau dans la version 3.5.

13.3.3 (Dé)compression en une fois

`bz2.`**compress**(*data*, *compresslevel=9*)
Compresse *data*, un *bytes-like object*.
compresslevel, s'il est fourni, doit être un entier entre `1` et `9`. Sa valeur par défaut est `9`.
Pour la compression incrémentielle, utilisez à la place la classe *BZ2Compressor*.

`bz2.`**decompress**(*data*)
Décompresse *data*, un *bytes-like object*.
Si *data* est la concaténation de multiples flux compressés, décompresse tous les flux.
Pour une décompression incrémentielle, utilisez à la place la classe *BZ2Decompressor*.
Modifié dans la version 3.3 : Prise en charge des entrées *multiflux*.

13.3.4 Exemples d'utilisation

Ci-dessous, nous présentons quelques exemples typiques de l'utilisation du module *bz2*.

Utilise les fonctions *compress()* et *decompress()* pour démontrer une compression aller-retour :

```
>>> import bz2
```

```
>>> data = b"""\
... Donec rhoncus quis sapien sit amet molestie. Fusce scelerisque vel augue
... nec ullamcorper. Nam rutrum pretium placerat. Aliquam vel tristique lorem,
... sit amet cursus ante. In interdum laoreet mi, sit amet ultrices purus
... pulvinar a. Nam gravida euismod magna, non varius justo tincidunt feugiat.
... Aliquam pharetra lacus non risus vehicula rutrum. Maecenas aliquam leo
... felis. Pellentesque semper nunc sit amet nibh ullamcorper, ac elementum
... dolor luctus. Curabitur lacinia mi ornare consectetur vestibulum."""
```

```
>>> c = bz2.compress(data)
>>> len(data) / len(c)  # Data compression ratio
1.513595166163142
```

```
>>> d = bz2.decompress(c)
>>> data == d  # Check equality to original object after round-trip
True
```

Utilise la classe *BZ2Compressor* pour une compression incrémentielle :

```
>>> import bz2
```

```
>>> def gen_data(chunks=10, chunksize=1000):
...     """Yield incremental blocks of chunksize bytes."""
...     for _ in range(chunks):
...         yield b"z" * chunksize
...
>>> comp = bz2.BZ2Compressor()
>>> out = b""
>>> for chunk in gen_data():
...     # Provide data to the compressor object
...     out = out + comp.compress(chunk)
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
...
>>> # Finish the compression process.  Call this once you have
>>> # finished providing data to the compressor.
>>> out = out + comp.flush()
```

L'exemple ci-dessus utilise un flux de données vraiment pas aléatoire (un flux de blocs de *b"z"*). Les données aléatoires ont tendance à mal se compresser, alors que les données répétitives ou ordonnées donnent généralement un taux de compression élevé.

Writing and reading a bzip2-compressed file in binary mode :

```
>>> import bz2
```

```
>>> data = b"""\
... Donec rhoncus quis sapien sit amet molestie. Fusce scelerisque vel augue
... nec ullamcorper. Nam rutrum pretium placerat. Aliquam vel tristique lorem,
... sit amet cursus ante. In interdum laoreet mi, sit amet ultrices purus
... pulvinar a. Nam gravida euismod magna, non varius justo tincidunt feugiat.
... Aliquam pharetra lacus non risus vehicula rutrum. Maecenas aliquam leo
... felis. Pellentesque semper nunc sit amet nibh ullamcorper, ac elementum
... dolor luctus. Curabitur lacinia mi ornare consectetur vestibulum."""
```

```
>>> with bz2.open("myfile.bz2", "wb") as f:
...     # Write compressed data to file
...     unused = f.write(data)
```

```
>>> with bz2.open("myfile.bz2", "rb") as f:
...     # Decompress data from file
...     content = f.read()
```

```
>>> content == data  # Check equality to original object after round-trip
True
```

13.4 `lzma` — Compression via l'algorithme LZMA

Nouveau dans la version 3.3.

Code source : Lib/lzma.py

Ce module fournit des classes et des fonctions utiles pour compresser et décompresser des données en utilisant l'algorithme de compression LZMA. Ce module inclut aussi aussi une interface prenant en charge les fichiers `.xz` et son format originel `.lzma` utilisés par l'utilitaire **xz**, ainsi que les flux bruts compressés.

L'interface disponible par ce module ressemble en de nombreux points à celle du module *bz2*. Cependant, notez que la *LZMAFile* n'est pas *thread-safe*, comme l'est la *bz2.BZ2File*. Donc, si vous souhaitez utiliser une seule instance de *LZMAFile* pour plusieurs fils, il sera alors nécessaire de la protéger avec un verrou (*lock*).

exception lzma.**LZMAError**

Cette exception est levée dès lors qu'une erreur survient pendant la compression ou la décompression, ou pendant l'initialisation de l'état de la compression/décompression.

13.4.1 Lire et écrire des fichiers compressés

lzma.**open**(*filename*, *mode="rb"*, ***, *format=None*, *check=-1*, *preset=None*, *filters=None*, *encoding=None*, *errors=None*, *newline=None*)

Open an LZMA-compressed file in binary or text mode, returning a *file object*.

L'argument *nom de fichier* peut être soit le nom d'un fichier à créer (donné pour `str`, `bytes` ou un objet *path-like*), dont le fichier nommé reste ouvert, ou soit un objet fichier existant à lire ou à écrire.

L'argument *mode* peut être n'importe quel argument suivant : `"r"`, `"rb"`, `"w"`, `"wb"`, `"x"`, `"xb"`, `"a"` ou `"ab"` pour le mode binaire, ou `"rt"`, `"wt"`, `"xt"`, ou `"at"` pour le mode texte. La valeur par défaut est `"rb"`.

Quand un fichier est ouvert pour le lire, les arguments *format* et *filters* ont les mêmes significations que pour la `LZMADecompressor`. Par conséquent, les arguments *check* et *preset* ne devront pas être sollicités.

Dès ouverture d'un fichier pour l'écriture, les arguments *format*, *check*, *preset* et *filters* ont le même sens que dans la `LZMACompressor`.

Pour le mode binaire, cette fonction équivaut au constructeur de la `LZMAFile` : `LZMAFile(filename, mode, ...)`. Dans ce cas précis, les arguments *encoding*, *errors* et *newline* ne sont pas accessibles.

For text mode, a `LZMAFile` object is created, and wrapped in an `io.TextIOWrapper` instance with the specified encoding, error handling behavior, and line ending(s).

Modifié dans la version 3.4 : Support ajouté pour les modes `"x"`, `"xb"` et `"xt"`.

Modifié dans la version 3.6 : Accepte un *path-like object*.

class lzma.**LZMAFile**(*filename=None*, *mode="r"*, ***, *format=None*, *check=-1*, *preset=None*, *filters=None*)

Ouvre un fichier LZMA compressé en mode binaire.

An `LZMAFile` can wrap an already-open *file object*, or operate directly on a named file. The *filename* argument specifies either the file object to wrap, or the name of the file to open (as a `str`, `bytes` or *path-like* object). When wrapping an existing file object, the wrapped file will not be closed when the `LZMAFile` is closed.

L'argument *mode* peut être soit `"r"` pour la lecture (défaut), `"w"` pour la ré-écriture, `"x"` pour la création exclusive, ou `"a"` pour l'insertion. Elles peuvent aussi être écrites de la façon suivante : `"rb"`, `"wb"`, `"xb"` et `"ab"` respectivement.

If *filename* is a file object (rather than an actual file name), a mode of `"w"` does not truncate the file, and is instead equivalent to `"a"`.

Dès l'ouverture d'un fichier pour être lu, le fichier d'entrée peut être le résultat d'une concaténation de plusieurs flux distincts et compressés. Ceux-ci sont décodés de manière transparente en un seul flux logique.

Quand un fichier est ouvert pour le lire, les arguments *format* et *filters* ont les mêmes significations que pour la `LZMADecompressor`. Par conséquent, les arguments *check* et *preset* ne devront pas être sollicités.

Dès ouverture d'un fichier pour l'écriture, les arguments *format*, *check*, *preset* et *filters* ont le même sens que dans la `LZMACompressor`.

`LZMAFile` supports all the members specified by `io.BufferedIOBase`, except for `detach()` and `truncate()`. Iteration and the `with` statement are supported.

Les méthodes suivantes sont aussi disponibles :

peek(*size=-1*)

Renvoie la donnée en mémoire-tampon sans progression de la position du fichier. Au moins un octet de donnée sera renvoyé, jusqu'à ce que l'EOF soit atteinte. Le nombre exact d'octets renvoyés demeure indéterminé (l'argument *taille* est ignoré).

Note : While calling `peek()` does not change the file position of the `LZMAFile`, it may change the position of the underlying file object (e.g. if the `LZMAFile` was constructed by passing a file object for *filename*).

Modifié dans la version 3.4 : Added support for the `"x"` and `"xb"` modes.

Modifié dans la version 3.5 : La méthode `read()` accepte maintenant un argument `None`.

Modifié dans la version 3.6 : Accepte un *path-like object*.

13.4.2 Compresser et décompresser une donnée en mémoire

class lzma.**LZMACompressor**(*format=FORMAT_XZ*, *check=-1*, *preset=None*, *filters=None*)

Créé un objet compresseur, qui peut être utilisé pour compresser incrémentalement une donnée.

Pour une façon plus adaptée de compresser un seul extrait de donnée, voir `compress()`.

L'argument *format* définit quel format de conteneur sera mis en œuvre. Les valeurs possibles sont :

— **FORMAT_XZ : Le format du conteneur .xz.** C'est le format par défaut.

— **FORMAT_ALONE : L'ancien format du conteneur .lzma.** Ce format est davantage limité que `.xz` --il ne supporte pas les vérifications d'intégrité ou les filtres multiples.

— **FORMAT_RAW : Un flux de données brut, n'utilisant aucun format de conteneur.** Ce format spécifique ne prend pas en charge les vérifications d'intégrité et exige systématiquement la définition d'une chaîne de filtrage personnalisée (à la fois pour la compression et la décompression). Par ailleurs, les données compressées par ce biais ne peuvent pas être décompressées par l'usage de `FORMAT_AUTO` (voir : `LZMADecompressor`).

L'argument *check* détermine le type de vérification d'intégrité à exploiter avec la donnée compressée. Cette vérification est déclenchée lors de la décompression, pour garantir que la donnée n'a pas été corrompue. Les valeurs possibles sont :

— `CHECK_NONE` : Pas de vérification d'intégrité. C'est la valeur par défaut (et la seule valeur acceptable) pour `FORMAT_ALONE` et `FORMAT_RAW`.

— `CHECK_CRC32` : Vérification par Redondance Cyclique 32-bit (*Cyclic Redundancy Check*).

— `CHECK_CRC64` : Vérification par Redondance Cyclique 64-bit (*Cyclic Redundancy Check*). Valeur par défaut pour `FORMAT_XZ`.

— `CHECK_SHA256` : Algorithme de Hachage Sécurisé 256-bit (*Secure Hash Algorithm*).

Si le type de vérification n'est pas supporté par le système, une erreur de type `LZMAError` est levée.

Les réglages de compression peuvent être définis soit comme un pré-réglage de niveau de compression (avec l'argument *preset*) ; soit de façon détaillée comme une chaîne particulière de filtres (avec l'argument *filters*).

L'argument *preset* (s'il est fourni) doit être un entier compris entre *0*‘ et `9` (inclus), éventuellement relié à OR avec la constante `PRESET_EXTREME`. Si aucun *preset* ni *filters* ne ont définis, le comportement par défaut consiste à utiliser la `PRESET_DEFAULT` (niveau par défaut : `6`). Des pré-réglages plus élevés entraîne une sortie plus petite, mais rend le processus de compression plus lent.

Note : En plus d'être plus gourmande en CPU, la compression avec des préréglages plus élevés nécessite beaucoup plus de mémoire (et produit des résultats qui nécessitent plus de mémoire pour décompresser). Par exemple, avec le préréglage `9`, l'objet d'une `LZMACompressor` peut dépasser largement les 800 Mo. Pour cette raison, il est généralement préférable de respecter le préréglage par défaut.

L'argument *filters* (s'il est défini) doit être un critère de la chaîne de filtrage. Voir *Préciser des chaînes de filtre personnalisées* pour plus de précisions.

compress(*data*)

Une *data* compressée (un objet `bytes`), renvoie un objet `bytes` contenant une donnée compressée pour au moins une partie de l'entrée. Certaine *data* peuvent être mise en tampon, pour être utiliser lors de prochains appels par `compress()` et `flush()`. La donnée renvoyée pourra être concaténée avec la sortie d'appels précédents vers la méthode `compress()`.

flush()

Conclut l'opération de compression, en renvoyant l'objet `bytes` constitué de toutes les données stockées dans les tampons interne du compresseur.

The compressor cannot be used after this method has been called.

class lzma.**LZMADecompressor**(*format=FORMAT_AUTO*, *memlimit=None*, *filters=None*)

Créé un objet de décompression, pour décompresser de façon incrémentale une donnée.

Pour un moyen plus pratique de décompresser un flux compressé complet en une seule fois, voir `decompress()`.

L'argument *format* spécifie le format du conteneur à utiliser. La valeur par défaut est `FORMAT_AUTO` pouvant à la fois décompresser les fichiers `.xz` et `.lzma`. D'autres valeurs sont possibles comme `FORMAT_XZ`, `FORMAT_ALONE`, et `FORMAT_RAW`.

L'argument *memlimit* spécifie une limite (en octets) sur la quantité de mémoire que le décompresseur peut utiliser. Lorsque cet argument est utilisé, la décompression échouera avec une `LZMAError` s'il n'est pas possible de décompresser l'entrée dans la limite mémoire disponible.

L'argument *filters* spécifie la chaîne de filtrage utilisée pour créer le flux décompressé. Cet argument est requis si *format* est `FORMAT_RAW`, mais ne doit pas être utilisé pour d'autres formats. Voir *Préciser des chaînes de filtre personnalisées* pour plus d'informations sur les chaînes de filtrage.

Note : Cette classe ne gère pas de manière transparente les entrées contenant plusieurs flux compressés, contrairement à `decompress()` et `LZMAFile`. Pour décompresser une entrée multi-flux avec `LZMADecompressor`, vous devez créer un nouveau décompresseur à chaque flux.

---

decompress(*data*, *max_length=-1*)

Décompresse *data* (un *bytes-like object*), renvoyant une donnée non compressée en tant que chaîne d'octets. Certaines de ces *data* peuvent être mises en interne en tampon, pour un usage lors d'appels ultérieurs par la méthode `decompress()`. La donnée renvoyée doit être concaténée avec la sortie des appels précédents à la méthode `decompress()`.

Si *max_length* est positif, renvoie au plus *max_length* octets de données compressées. Si la limite est atteinte et que d'autres sorties peuvent être produites, l'attribut `needs_input` est positionné sur `False`. Dans ce cas, lors de l'appel suivant à la méthode `decompress()`, vous pouvez fournir `b''` dans *data* afin d'obtenir la suite de la sortie.

Si toutes les données entrées ont été décompressées et renvoyées (soit parce qu'il y avait moins de *max_length* octets, ou parce que *max_length* était négatif), l'attribut `needs_input` sera configuré sur `True`.

Essayer de décompresser des données après que la fin du flux soit atteinte lève une erreur *EOFError*. Toute donnée trouvée après la fin du flux est ignorée et sauvegardée dans l'attribut `unused_data`.

Modifié dans la version 3.5 : Ajout du paramètre *max_length*.

check

L'ID de la vérification d'intégrité exploité par le flux entrant. Il s'agit de `CHECK_UNKNOWN` tant que ce flux a été décodé pour déterminer quel type de vérification d'intégrité à été utilisé.

eof

`True` si le marqueur de fin de flux a été atteint.

unused_data

Donnée trouvée après la fin du flux compressé.

Avant d'atteindre la fin du flux, ce sera `b""`.

needs_input

`False` si la méthode `decompress()` peut fournir plus de données décompressées avant l'acquisition d'une nouvelle entrée non compressée.

Nouveau dans la version 3.5.

`lzma.`**compress**(*data*, *format=FORMAT_XZ*, *check=-1*, *preset=None*, *filters=None*)

data compressée (un objet `bytes`), renvoyant une donnée compressée comme un objet `bytes`.

Voir `LZMACompressor` ci-dessus pour une description des arguments *format*, *check*, *preset* et *filters*.

`lzma.`**decompress**(*data*, *format=FORMAT_AUTO*, *memlimit=None*, *filters=None*)

Décompresse *data* (un objet `bytes`), et retourne la donnée décompressée sous la forme d'un objet `bytes`.

Si *data* est le résultat de la concaténation de plusieurs flux compressés et distincts , il les décompresse tous, et retourne les résultats concaténés.

Voir `LZMADecompressor` ci-dessus pour une description des arguments *format*, *memlimit* et *filters*.

13.4.3 Divers

`lzma.`**is_check_supported**(*check*)

Return `True` if the given integrity check is supported on this system.

`CHECK_NONE` et `CHECK_CRC32` sont toujours pris en charge. `CHECK_CRC64` et `CHECK_SHA256` peuvent être indisponibles si vous utilisez une version de **liblzma** compilée avec des possibilités restreintes.

13.4.4 Préciser des chaînes de filtre personnalisées

Une chaîne de filtres est une séquence de dictionnaires, où chaque dictionnaire contient l'ID et les options pour chaque filtre. Le moindre dictionnaire contient la clé `"id"` et peut aussi contenir d'autres clés pour préciser chaque options relative au filtre déclaré. Les ID valides des filtres sont définies comme suit :

- **Filtres de compression :**
  - `FILTER_LZMA1` (à utiliser avec `FORMAT_ALONE`)
  - `FILTER_LZMA2` (à utiliser avec `FORMAT_XZ` et `FORMAT_RAW`)
- **Filtre Delta :**
  - `FILTER_DELTA`
- **Filtres Branch-Call-Jump (BCJ) :**
  - `FILTER_X86`
  - `FILTER_IA64`
  - `FILTER_ARM`
  - `FILTER_ARMTHUMB`
  - `FILTER_POWERPC`
  - `FILTER_SPARC`

Une chaîne de filtres peut contenir jusqu'à 4 filtres, et ne peut pas être vide. Le dernier filtre de cette chaîne devra être un filtre de compression, et tous les autres doivent être des filtres delta ou BCJ.

Les filtres de compression contiennent les options suivantes (définies comme entrées additionnelles dans le dictionnaire qui représente le filtre) :

- `preset` : Un pré-réglage à exploiter comme une source de valeurs par défaut pour les options qui ne sont pas explicitement définies.
- `dict_size` : La taille du dictionnaire en octets. Comprise entre 4 Ko et 1.5 Go (inclus).
- `lc` : Nombre de bits dans le contexte littéral.
- `lp` : Nombre de bits dans la position littérale. La somme `lc + lp` devra être au moins 4.
- `pb` : Nombre de bits à cette position ; au moins 4.
- `mode` : `MODE_FAST` ou `MODE_NORMAL`.
- `nice_len` : Ce qui devra être pris en compte comme "longueur appréciable" pour une recherche. Il devra être 273 ou moins.
- `mf` : Quel type d'index de recherche à utiliser -- `MF_HC3`, `MF_HC4`, `MF_BT2`, `MF_BT3`, ou `MF_BT4`.
- `depth` : Profondeur maximum de la recherche, utilisée par l'index de recherche. 0 (défaut) signifie une sélection automatique basée sur des options de filtres différents.

Le filtre delta stocke les différences entre octets, induisant davantage d'entrées répétitives pour le compresseur, selon les circonstances. Il support une option, `dist`. Ce paramètre définit la distance entre les octets à soustraire. Par défaut : 1, soit la différence entre des octets adjacents.

Les filtres BCJ sont conçus pour être appliqués sur du langage machine. Ils convertissent les branches relatives, les appels et les sauts dans le code à des fins d'adressage strict, dans le but d'augmenter la redondance mise en jeu par le compresseur. Ils ne supportent qu'une seule option : `start_offset`, pour définir l'adresse où sera déclenché le début de la donnée d'entrée. Par défaut : 0.

13.4.5 Exemples

Lire un fichier compressé :

```
import lzma
with lzma.open("file.xz") as f:
    file_content = f.read()
```

Créer un fichier compressé :

```
import lzma
data = b"Insert Data Here"
with lzma.open("file.xz", "w") as f:
    f.write(data)
```

Compresser des données en mémoire :

```
import lzma
data_in = b"Insert Data Here"
data_out = lzma.compress(data_in)
```

Compression incrémentale :

```
import lzma
lzc = lzma.LZMACompressor()
out1 = lzc.compress(b"Some data\n")
out2 = lzc.compress(b"Another piece of data\n")
out3 = lzc.compress(b"Even more data\n")
out4 = lzc.flush()
# Concatenate all the partial results:
result = b"".join([out1, out2, out3, out4])
```

Écrire des données compressées dans un fichier préalablement ouvert :

```
import lzma
with open("file.xz", "wb") as f:
    f.write(b"This data will not be compressed\n")
    with lzma.open(f, "w") as lzf:
        lzf.write(b"This *will* be compressed\n")
    f.write(b"Not compressed\n")
```

Créer un fichier compressé en utilisant une chaîne de filtre personnalisée :

```
import lzma
my_filters = [
    {"id": lzma.FILTER_DELTA, "dist": 5},
    {"id": lzma.FILTER_LZMA2, "preset": 7 | lzma.PRESET_EXTREME},
]
with lzma.open("file.xz", "w", filters=my_filters) as f:
    f.write(b"blah blah blah")
```

13.5 `zipfile` — Travailler avec des archives ZIP

Code source : Lib/zipfile.py

Le format de fichier ZIP est une archive et un standard de compression couramment utilisés. Ce module fournit des outils pour créer, écrire, ajouter des données à et lister un fichier ZIP. L'utilisation avancée de ce module requiert une certaine compréhension du format, comme défini dans PKZIP Application Note.

Ce module ne gère pas pour l'instant les fichiers ZIP multi-disque. Il gère les fichiers ZIP qui utilisent les extensions ZIP64 (c'est-à-dire des fichiers d'une taille supérieure à 4 Go). Il gère le chiffrement d'archives ZIP chiffrées, mais il ne peut pas pour l'instant créer de fichier chiffré. Le déchiffrement est extrêmement lent car il est implémenté uniquement en Python plutôt qu'en C.

Le module définit les éléments suivants :

exception zipfile.**BadZipFile**
: Erreur levée en cas de fichier ZIP non valide.

  Nouveau dans la version 3.2.

exception zipfile.**BadZipfile**
: Alias de *BadZipFile*, pour la compatibilité avec les versions de Python précédentes.

  Obsolète depuis la version 3.2.

exception zipfile.**LargeZipFile**
: Erreur levée quand un fichier ZIP nécessite la fonctionnalité ZIP64 mais qu'elle n'a pas été activée.

class zipfile.**ZipFile**
Classe pour lire et écrire des fichiers ZIP. Voir la section *Objets ZipFile* pour les détails du constructeur.

class zipfile.**PyZipFile**
Classe pour créer des archives ZIP contenant des bibliothèques Python.

class zipfile.**ZipInfo**(*filename='NoName'*, *date_time=(1980, 1, 1, 0, 0, 0)*)
Classe utilisée pour représenter les informations d'un membre d'une archive. Les instances de cette classe sont retournées par les méthodes `getinfo()` et `infolist()` des objets `ZipFile`. La plupart des utilisateurs du module `zipfile` n'ont pas besoin de créer ces instances mais d'utiliser celles créées par ce module. *filename* doit être le nom complet du membre de l'archive et *date_time* doit être un *tuple* contenant six champs qui décrit la date de dernière modification du fichier ; les champs sont décrits dans la section *Objets ZipInfo*.

zipfile.**is_zipfile**(*filename*)
Retourne `True` si *filename* est un fichier ZIP valide basé sur son nombre magique, sinon retourne `False`. *filename* peut aussi être un fichier ou un objet fichier-compatible.

Modifié dans la version 3.1 : Gestion des objets fichier et fichier-compatibles.

zipfile.**ZIP_STORED**
Constante numérique pour un membre d'une archive décompressée.

zipfile.**ZIP_DEFLATED**
Constante numérique pour la méthode habituelle de compression de ZIP. Nécessite le module `zlib`.

zipfile.**ZIP_BZIP2**
Constante numérique pour la méthode de compressions BZIP2. Nécessite le module `bz2`.

Nouveau dans la version 3.3.

zipfile.**ZIP_LZMA**
Constante numérique pour la méthode de compressions LZMA. Nécessite le module `lzma`.

Nouveau dans la version 3.3.

Note : La spécification du format de fichier ZIP inclut la gestion de la compression BZIP2 depuis 2001 et LZMA depuis 2006. Néanmoins, certains outils (comme certaines versions de Python) ne gèrent pas ces méthodes de compression et peuvent soit totalement refuser de traiter le fichier ZIP soit ne pas extraire certains fichiers.

Voir aussi :

PKZIP Application Note Documentation sur le format de fichier ZIP par Phil Katz, créateur du format et des algorithmes utilisés.

Info-ZIP Home Page Informations sur les programmes et les bibliothèques de développement d'archivage ZIP du projet Info-ZIP.

13.5.1 Objets ZipFile

class zipfile.**ZipFile**(*file*, *mode='r'*, *compression=ZIP_STORED*, *allowZip64=True*, *compresslevel=None*)
Ouvre un fichier ZIP, où *file* peut être un chemin vers un fichier (une chaîne de caractères), un objet fichier-compatible ou un objet chemin-compatible *path-like object*.

Le paramètre *mode* doit être `r` pour lire un fichier existant, `w` pour tronquer et écrire un nouveau fichier, `a` pour ajouter des données à la fin d'un fichier existant ou `x` pour créer et écrire exclusivement un nouveau fichier. Si *mode* est à `x` et *file* fait référence à un fichier existant, une exception `FileExistsError` est levée. Si *mode* est à `a` et *file* fait référence à un fichier ZIP existant, alors des fichiers supplémentaires y seront ajoutés. Si *file* ne fait pas référence à un fichier ZIP, alors une nouvelle archive ZIP est ajoutée au fichier, afin de prévoir le cas d'ajouter une archive ZIP à un autre fichier (comme par exemple `python.exe`). Si *mode* est à `r` ou `a`, le fichier doit être navigable.

Le paramètre *compression* est la méthode de compression ZIP à utiliser lors de l'écriture de l'archive et doit être défini à `ZIP_STORED`, `ZIP_DEFLATED`, `ZIP_BZIP2` ou `ZIP_LZMA` ; les valeurs non reconnues lèveront

une exception *NotImplementedError*. Si *ZIP_DEFLATED*, *ZIP_BZIP2* ou *ZIP_LZMA* est spécifié mais le module correspondant (*zlib*, *bz2* ou *lzma*) n'est pas disponible, une exception *RuntimeError* est levée. Est défini par défaut à *ZIP_STORED*.

Si *allowZip64* est à `True` (par défaut), *zipfile* crée des fichiers ZIP utilisant les extensions ZIP64 quand le fichier ZIP est plus grand que 4 Go. S'il est à `False`, *zipfile* lève une exception quand le fichier ZIP nécessiterait les extensions ZIP64.

Le paramètre *compresslevel* contrôle le niveau de compression à utiliser lors de l'écriture des fichiers dans l'archive. Avec *ZIP_STORED* ou *ZIP_LZMA*, cela est sans effet. Avec *ZIP_DEFLATED* les entiers de `0` à `9` sont acceptés (voir *zlib* pour plus d'informations). Avec *ZIP_BZIP2* les entiers de `1``à ``9` sont acceptés (voir *bz2* pour plus d'informations).

Si le fichier est créé avec le mode `'w'`, `'x'` ou `'a'` et ensuite *fermé* sans ajouter de fichiers à l'archive, la structure appropriée pour un fichier archive ZIP vide sera écrite dans le fichier.

ZipFile est aussi un gestionnaire de contexte et gère ainsi la déclaration `with`. Dans l'exemple, *myzip* est fermé à la fin de la déclaration `with` --- même si une exception est levée :

```
with ZipFile('spam.zip', 'w') as myzip:
    myzip.write('eggs.txt')
```

Nouveau dans la version 3.2 : Ajout de la possibilité d'utiliser *ZipFile* comme un gestionnaire de contexte.

Modifié dans la version 3.3 : Ajout de la gestion de la compression *bzip2* et *lzma*.

Modifié dans la version 3.4 : Les extensions ZIP64 sont activées par défaut.

Modifié dans la version 3.5 : Ajout de la gestion de l'écriture dans des flux non navigables. Ajout de la gestion du mode `x`.

Modifié dans la version 3.6 : Auparavant, une simple exception *RuntimeError* était levée pour des valeurs de compression non reconnues.

Modifié dans la version 3.6.2 : Le paramètre *file* accepte un objet fichier-compatible *path-like object*.

Modifié dans la version 3.7 : Ajout du paramètre *compresslevel*.

`ZipFile.`**`close`**`()`
Ferme l'archive. Vous devez appeler *close()* avant de terminer votre programme ou des informations essentielles n'y seront pas enregistrées.

`ZipFile.`**`getinfo`**`(`*name*`)`
Retourne un objet *ZipInfo* avec les informations du membre *name* de l'archive. Appeler *getinfo()* pour un nom non contenu dans l'archive lève une exception *KeyError*.

`ZipFile.`**`infolist`**`()`
Retourne une liste contenant un objet *ZipInfo* pour chaque membre de l'archive. Les objets ont le même ordre que leurs entrées dans le fichier ZIP présent sur disque s'il s'agissait d'une archive préexistante.

`ZipFile.`**`namelist`**`()`
Retourne une liste des membres de l'archive indexés par leur nom.

`ZipFile.`**`open`**`(`*name*, *mode='r'*, *pwd=None*, ***, *force_zip64=False*`)`
Accède un membre de l'archive en tant qu'objet fichier-compatible binaire. *name* peut être soit le nom d'un fichier au sein de l'archive soit un objet *ZipInfo*. Le paramètre *mode*, si inclus, doit être défini à `'r'` (valeur par défaut) ou `'w'`. *pwd* est le mot de passe utilisé pour déchiffrer des fichiers ZIP chiffrés.

open() est aussi un gestionnaire de contexte et gère ainsi la déclaration `with` :

```
with ZipFile('spam.zip') as myzip:
    with myzip.open('eggs.txt') as myfile:
        print(myfile.read())
```

Avec *mode* à `r` l'objet fichier-compatible (`ZipExtFile`) est en lecture seule et fournit les méthodes suivantes : *read()*, *readline()*, *readlines()*, *seek()*, *tell()*, `__iter__()`, et *__next__()*. Ces objets opèrent indépendamment du fichier ZIP *ZipFile*.

Avec `mode='w'` un descripteur de fichier en écriture est retourné, gérant la méthode *write()*. Quand le descripteur d'un fichier inscriptible est ouvert, tenter de lire ou écrire d'autres fichiers dans le fichier ZIP lève une exception *ValueError*.

Lors de l'écriture d'un fichier, si la taille du fichier n'est pas connue mais peut être supérieure à 2 GiO, spécifiez `force_zip64=True` afin de vous assurer que le format d'en-tête est capable de supporter des fichiers volumineux. Si la taille du fichier est connue à l'avance, instanciez un objet *ZipInfo* avec l'attribut *file_size* défini et utilisez-le en tant que paramètre *name*.

Note : Les méthodes *open()*, *read()* et *extract()* peuvent prendre un nom de fichier ou un objet *ZipInfo*. Cela est appréciable lorsqu'on essaie de lire un fichier ZIP qui contient des membres avec des noms en double.

Modifié dans la version 3.6 : Suppression de la gestion de `mode='U'`. Utilisez *io.TextIOWrapper* pour lire des fichiers texte compressés en mode *universal newlines*.

Modifié dans la version 3.6 : La méthode *open()* peut désormais être utilisée pour écrire des fichiers dans l'archive avec l'option `mode='w'`.

Modifié dans la version 3.6 : Appeler *open()* sur un fichier ZipFile fermé lève une erreur *ValueError*. Précédemment, une erreur *RuntimeError* était levée.

`ZipFile.`**`extract`**(*member*, *path=None*, *pwd=None*)

Extrait un membre de l'archive dans le répertoire courant ; *member* doit être son nom complet ou un objet *ZipInfo*. Ses propriétés de fichier sont extraites le plus fidèlement possible. *path* spécifie un répertoire différent où l'extraire. *member* peut être un nom de fichier ou un objet *ZipInfo*. *pwd* est le mot de passe utilisé pour les fichiers chiffrés.

Retourne le chemin normalisé créé (un dossier ou un nouveau fichier).

Note : Si le nom de fichier d'un membre est un chemin absolu, le disque/partage UNC et les (anti)slashes de départ seront supprimés, par exemple *///foo/bar*' devient `foo/bar` sous Unix et `C:\foo\bar` devient `foo\bar` sous Windows. Et tous les composants `"..."` dans le nom de fichier d'un membre seront supprimés, par exemple `../../foo../../ba..r` devient `foo../ba..r`. Sous Windows les caractères illégaux (`:`, `<`, `>`, `|`, `"`, `?` et `*`) sont remplacés par un *underscore* (_).

Modifié dans la version 3.6 : Appeler *extract()* sur un fichier ZipFile fermé lève une erreur *ValueError*. Précédemment, une erreur *RuntimeError* était levée.

Modifié dans la version 3.6.2 : Le paramètre *path* accepte un objet chemin-compatible *path-like object*.

`ZipFile.`**`extractall`**(*path=None*, *members=None*, *pwd=None*)

Extrait tous les membres de l'archive dans le répertoire courant. *path* spécifie un dossier de destination différent. *members* est optionnel et doit être un sous-ensemble de la liste retournée par *namelist()*. *pwd* est le mot de passe utilisé pour les fichiers chiffrés.

Avertissement : N'extrayez jamais d'archives depuis des sources non fiables sans inspection préalable. Il est possible que des fichiers soient créés en dehors de *path*, par exemple des membres qui ont des chemins de fichier absolus commençant par `"/"` ou des noms de fichier avec deux points `".."`. Ce module essaie de prévenir ceci. Voir la note de *extract()*.

Modifié dans la version 3.6 : Appeler *extractall()* sur un fichier ZipFile fermé lève une erreur *ValueError*. Précédemment, une erreur *RuntimeError* était levée.

Modifié dans la version 3.6.2 : Le paramètre *path* accepte un objet chemin-compatible *path-like object*.

`ZipFile.`**`printdir`**()

Affiche la liste des contenus de l'archive sur `sys.stdout`.

`ZipFile.`**`setpassword`**(*pwd*)

Définit *pwd* comme mot de passe par défait pour extraire des fichiers chiffrés.

`ZipFile.`**`read`**(*name*, *pwd=None*)

Retourne les octets du fichier *name* dans l'archive. *name* est le nom du fichier dans l'archive ou un objet *ZipInfo*. L'archive doit être ouverte en mode lecture ou ajout de données. *pwd* est le mot de passe utilisé pour les fichiers chiffrés et, si spécifié, écrase le mot de passe par défaut défini avec *setpassword()*. Appeler *read()* sur un fichier ZipFile qui utilise une méthode de compression différente de *ZIP_STORED*,

ZIP_DEFLATED, *ZIP_BZIP2* ou *ZIP_LZMA* lève une erreur *NotImplementedError*. Une erreur est également levée si le module de compression n'est pas disponible.

Modifié dans la version 3.6 : Appeler *read()* sur un fichier ZipFile fermé lève une erreur *ValueError*. Précédemment, une erreur *RuntimeError* était levée.

ZipFile.**testzip**()

Lit tous les fichiers de l'archive et vérifie leurs sommes CRC et leurs en-têtes. Retourne le nom du premier fichier mauvais ou retourne `None` sinon.

Modifié dans la version 3.6 : Appeler *testzip()* sur un fichier ZipFile fermé lève une erreur *ValueError*. Précédemment, une erreur *RuntimeError* était levée.

ZipFile.**write**(*filename*, *arcname=None*, *compress_type=None*, *compresslevel=None*)

Écrit le fichier nommé *filename* dans l'archive, lui donnant *arcname* comme nom dans l'archive (par défaut, *arcname* prend la même valeur que *filename* mais sans lettre de disque et séparateur de chemin en première position). Si donné, *compress_type* écrase la valeur donnée pour le paramètre *compression* au constructeur pour la nouvelle entrée. De la même manière, *compression* écrase le constructeur si donné. L'archive doit être ouverte avec le mode `'w'`, `'x'` ou `'a'`.

Note : Les noms d'archive doivent être relatifs à la racine de l'archive, c'est-à-dire qu'ils ne doivent pas commencer par un séparateur de chemin.

Note : Si `arcname` (ou `filename` si `arcname` n'est pas donné) contient un octet nul, le nom du fichier dans l'archive sera tronqué à l'octet nul.

Modifié dans la version 3.6 : Appeler *write()* sur un fichier ZipFile fermé lève une erreur *ValueError*. Précédemment, une erreur *RuntimeError* était levée.

ZipFile.**writestr**(*zinfo_or_arcname*, *data*, *compress_type=None*, *compresslevel=None*)

Écrit un fichier dans l'archive. Le contenu est *data*, qui peut être soit une instance de *str* ou une instance de *bytes* ; s'il s'agit d'une *str*, il est encodé en UTF-8 au préalable. *zinfo_or_arcname* est soit le nom de fichier qu'il sera donné dans l'archive, soit une instance de *ZipInfo*. Si c'est une instance, au moins le nom de fichier, la date et l'heure doivent être donnés. S'il s'agit d'un nom, la date et l'heure sont définies sur la date et l'heure actuelles. L'archive doit être ouverte avec le mode `'w'`, `'x'` ou `'a'`.

Si donné, *compress_type* écrase la valeur donnée pour le paramètre *compression* au constructeur de la nouvelle entrée ou dans le paramètre *zinfo_or_arcname* (si c'est une instance de *ZipInfo*). De la même manière, *compresslevel* le constructeur si donné.

Note : Lorsque l'on passe une instance de *ZipInfo* dans le paramètre *zinfo_or_arcname*, la méthode de compression utilisée sera celle spécifiée dans le membre *compress_type* de l'instance *ZipInfo* donnée. Par défaut, le constructeur de la classe *ZipInfo* définit ce membre à *ZIP_STORED*.

Modifié dans la version 3.2 : L'argument *compress_type*.

Modifié dans la version 3.6 : Appeler *writestr()* sur un fichier ZipFile fermé lève une erreur *ValueError*. Précédemment, une erreur *RuntimeError* était levée.

Les attributs suivants sont aussi disponibles :

ZipFile.**filename**

Nom du fichier ZIP.

ZipFile.**debug**

Le niveau d'affichage de *debug* à utiliser. Peut être défini de `0` (par défaut, pas d'affichage) à `3` (affichage le plus bavard). Les informations de débogage sont affichées sur `sys.stdout`.

ZipFile.**comment**

Le commentaire associé au fichier ZIP en tant qu'objet *bytes*. Si vous affectez un commentaire à une instance de *ZipFile* créée avec le mode `'w'`, `'x'` ou `'a'`, il ne doit pas dépasser 65535 octets. Les commentaires plus longs que cette taille seront tronqués.

13.5.2 Objets *PyZipFile*

Le constructeur de `PyZipFile` prend les mêmes paramètres que le constructeur de `ZipFile` avec un paramètre additionnel *optimize*.

class zipfile.**PyZipFile**(*file*, *mode='r'*, *compression=ZIP_STORED*, *allowZip64=True*, *optimize=-1*)

Nouveau dans la version 3.2 : Le paramètre *optimize*.

Modifié dans la version 3.4 : Les extensions ZIP64 sont activées par défaut.

Les instances ont une méthode supplémentaire par rapport aux objets `ZipFile` :

writepy(*pathname*, *basename=''*, *filterfunc=None*)

Cherche les fichiers `*.py` et ajoute le fichier correspondant à l'archive.

Si le paramètre *optimize* du constructeur de `PyZipFile` n'a pas été donné ou est à `-1`, le fichier correspondant est un fichier `*.pyc`, à compiler si nécessaire.

Si le paramètre *optimize* du constructeur de `PyZipFile` est à `0`, `1` ou `2`, ne sont ajoutés dans l'archive que les fichiers avec ce niveau d'optimisation (voir `compile()`), à compiler si nécessaire.

Si *pathname* est un fichier, le chemin de fichier doit terminer par `.py` et uniquement le fichier (`*.pyc` correspondant) est ajouté au niveau le plus haut (sans information de chemin). Si *pathname* est un fichier ne terminant pas par `.py`, une exception `RuntimeError` est levée. Si c'est un répertoire et que le répertoire n'est pas un répertoire de paquet, alors tous les fichiers `*.pyc` sont ajoutés à la racine. Si le répertoire est un répertoire de paquet, alors tous les `*.pyc` sont ajoutés sous le nom du paquet en tant que chemin, et s'il y a des sous-répertoires qui sont des répertoires de paquet, ils sont tous ajoutés récursivement dans un ordre trié.

basename n'est sensé être utilisé qu'en interne.

filterfunc, si donné, doit être une fonction prenant une seule chaîne de caractères en argument. Il lui sera passé chaque chemin (incluant chaque chemin de fichier complet individuel) avant d'être ajouté à l'archive. Si *filterfunc* retourne une valeur fausse, le chemin n'est pas ajouté et si c'est un répertoire son contenu est ignoré. Par exemple, si nos fichiers de test sont tous soit dans des répertoires `test` ou commencent par `test_`, nous pouvons utiliser une fonction *filterfunc* pour les exclure :

```
>>> zf = PyZipFile('myprog.zip')
>>> def notests(s):
...     fn = os.path.basename(s)
...     return (not (fn == 'test' or fn.startswith('test_')))
>>> zf.writepy('myprog', filterfunc=notests)
```

La méthode `writepy()` crée des archives avec des noms de fichier comme suit :

```
string.pyc                      # Top level name
test/__init__.pyc               # Package directory
test/testall.pyc                # Module test.testall
test/bogus/__init__.pyc         # Subpackage directory
test/bogus/myfile.pyc           # Submodule test.bogus.myfile
```

Nouveau dans la version 3.4 : Le paramètre *filterfunc*.

Modifié dans la version 3.6.2 : Le paramètre *pathname* accepte un objet chemin-compatible *path-like object*.

Modifié dans la version 3.7 : La récursion trie les entrées de dossier.

13.5.3 Objets *ZipInfo*

Des instances de la classe *ZipInfo* sont retournées par les méthodes *getinfo()* et *infolist()* des objets *ZipFile*. Chaque objet stocke des informations sur un seul membre de l'archive ZIP.

Il y a une méthode de classe pour créer une instance de *ZipInfo* pour un fichier du système de fichiers :

classmethod ZipInfo.**from_file**(*filename*, *arcname=None*)
Construit une instance de *ZipInfo* pour le fichier du système de fichiers, en préparation de l'ajouter à un fichier ZIP.
filename doit être un chemin vers un fichier ou un répertoire dans le système de fichiers.
Si *arcname* est spécifié, il est utilisé en tant que nom dans l'archive. Si *arcname* n'est pas spécifié, le nom sera le même que *filename* mais sans lettre de disque et sans séparateur de chemin en première position.
Nouveau dans la version 3.6.
Modifié dans la version 3.6.2 : Le paramètre *filename* accepte un objet chemin-compatible *path-like object*.

Les instances ont les méthodes et attributs suivants :

ZipInfo.**is_dir**()
Retourne `True` si le membre d'archive est un répertoire.
Utilise le nom de l'entrée : les répertoires doivent toujours se terminer par `/`.
Nouveau dans la version 3.6.

ZipInfo.**filename**
Nom du fichier dans l'archive.

ZipInfo.**date_time**
Date et heure de dernière modification pour le membre de l'archive. *Tuple* de six valeurs :

Index	Valeur
0	Année (>= 1980)
1	Mois (indexé à partir de 1)
2	Jour du mois (indexé à partir de 1)
3	Heures (indexées à partir de 0)
4	Minutes (indexées à partir de 0)
5	Secondes (indexées à partir de 0)

Note : Le format de fichier ZIP ne gère pas les horodatages avant 1980.

ZipInfo.**compress_type**
Type de compression du membre d'archive.

ZipInfo.**comment**
Commentaire pour le membre d'archive individuel en tant qu'objet *bytes*.

ZipInfo.**extra**
Données du champ d'extension. La documentation PKZIP Application Note contient quelques commentaires sur la structure interne des données contenues dans cet objet *bytes*.

ZipInfo.**create_system**
Système ayant créé l'archive ZIP.

ZipInfo.**create_version**
Version de PKZIP ayant créé l'archive ZIP.

ZipInfo.**extract_version**
Version de PKZIP nécessaire à l'extraction de l'archive ZIP.

ZipInfo.**reserved**
Doit être à zéro.

ZipInfo.**flag_bits**
Bits d'options ZIP.

ZipInfo.**volume**
Numéro de volume de l'entête du fichier.

ZipInfo.**internal_attr**
Attributs internes.

ZipInfo.**external_attr**
Attributs de fichier externes.

ZipInfo.**header_offset**
Longueur de l'entête du fichier en octets.

ZipInfo.**CRC**
CRC-32 du fichier décompressé.

ZipInfo.**compress_size**
Taille des données décompressées.

ZipInfo.**file_size**
Taille du fichier décompressé.

13.5.4 Interface en ligne de commande

Le module *zipfile* fournit une interface en ligne de commande simple pour interagir avec des archives ZIP.

Si vous voulez créer une nouvelle archive ZIP, spécifiez son nom après l'option *-c* et listez ensuite le(s) nom(s) de fichier à inclure :

```
$ python -m zipfile -c monty.zip spam.txt eggs.txt
```

Passer un répertoire est aussi possible :

```
$ python -m zipfile -c monty.zip life-of-brian_1979/
```

Si vous voulez extraire une archive ZIP dans un répertoire donné, utilisez l'option *-e* :

```
$ python -m zipfile -e monty.zip target-dir/
```

Pour une liste des fichiers dans une archive ZIP, utilisez l'option *-l* :

```
$ python -m zipfile -l monty.zip
```

Options de la ligne de commande

-l <zipfile>
--list <zipfile>
Liste les fichiers dans un fichier ZIP *zipfile*.

-c <zipfile> <source1> ... <sourceN>
--create <zipfile> <source1> ... <sourceN>
Crée un fichier ZIP *zipfile* à partir des fichiers *source*.

-e <zipfile> <output_dir>
--extract <zipfile> <output_dir>
Extrait le fichier ZIP *zipfile* vers le répertoire cible *output_dir*.

-t <zipfile>
--test <zipfile>
Teste si le fichier zip est valide.

13.6 tarfile — Lecture et écriture de fichiers d'archives tar

Code source : Lib/tarfile.py

Le module `tarfile` rend possible la lecture et l'écriture des archives *tar*, incluant celles utilisant la compression *gzip*, *bz2* et *lzma*. Utilisez le module `zipfile` pour lire ou écrire des fichiers `zip`, ou les fonctions de niveau supérieur dans *shutil*.

Quelques faits et chiffres :

- lit et écrit des archives compressées avec `gzip`, `bz2` ou `lzma` si les modules respectifs sont disponibles.
- prise en charge de la lecture/écriture pour le format *POSIX.1-1988* (*ustar*).
- prise en charge de la lecture/écriture pour le format GNU *tar* incluant les extensions *longname* et *longlink*, prise en charge de la lecture seule de toutes les variantes de l'extension *sparse* incluant la restauration des fichiers discontinus.
- prise en charge de la lecture/écriture pour le format *POSIX.1-2001* (*pax*).
- gère les répertoires, les fichiers normaux, les liens directs (*hard links* en anglais), les liens symboliques, les tubes nommés (*FIFO* en anglais), les périphériques de caractère et les périphériques de bloc et est en mesure d'acquérir et de restaurer les informations du fichier comme l'horodatage, les autorisations d'accès et le propriétaire.

Modifié dans la version 3.3 : prise en charge de la compression `lzma`.

`tarfile.`**`open`**(*name=None*, *mode='r'*, *fileobj=None*, *bufsize=10240*, ***kwargs*)

Renvoie un objet `TarFile` pour le nom de chemin *name*. Pour plus d'informations sur les objets `TarFile` et les mot-clefs arguments permis, voir *Les objets TarFile*.

Le *mode* doit être une chaîne de caractères de la forme `'filemode[:compression]'`, par défaut à `'r'`. Voici une liste complète des combinaisons de mode :

mode	action
`'r'` ou `'r:*'`	Ouvre en lecture avec compression transparente (recommandé).
`'r:'`	Ouvre en lecture, sans compression.
`'r:gz'`	Ouvre en lecture avec la compression *gzip*.
`'r:bz2'`	Ouvre en lecture avec la compression *bzip2*.
`'r:xz'`	Ouvre en lecture avec la compression *lzma*.
`'x'` ou `'x:'`	Crée un fichier *tar* sans compression. Lève une exception `FileExistsError` s'il existe déjà.
`'x:gz'`	Crée un fichier *tar* avec la compression *gzip*. Lève une exception `FileExistsError` s'il existe déjà.
`'x:bz2'`	Crée un fichier *tar* avec la compression *bzip2*. Lève une exception `FileExistsError` s'il existe déjà.
`'x:xz'`	Crée un fichier *tar* avec la compression *lzma*. Lève une exception `FileExistsError` s'il existe déjà.
`'a'` ou `'a:'`	Ouvre pour ajouter à la fin, sans compression. Le fichier est créé s'il n'existe pas.
`'w'` ou `'w:'`	Ouvre en écriture, sans compression.
`'w:gz'`	Ouvre en écriture avec compression *gzip*.
`'w:bz2'`	Ouvre en écriture avec compression *bzip2*.
`'w:xz'`	Ouvre en écriture avec la compression *lzma*.

Notez que les combinaisons `'a:gz'`, `'a:bz2'` ou `'a:xz'` ne sont pas possible. Si le mode n'est pas adapté pour ouvrir un certain fichier (compressé) pour la lecture, une exception `ReadError` est levée. Utilisez le mode `'r'` pour éviter cela. Si une méthode de compression n'est pas prise en charge, `CompressionError` est levée.

Si *fileobj* est spécifié, il est utilisé comme une alternative au *file object* ouvert en mode binaire pour *name*. Il est censé être à la position 0.

Pour les modes `'w:gz'`, `'r:gz'`, `'w:bz2'`, `'r:bz2'`, `'x:gz'`, `'x:bz2'`, *tarfile.open()* accepte l'argument nommé *compresslevel* (par défaut à `9`) pour spécifier le niveau de compression du fichier.
Pour des cas particuliers, il existe un deuxième format pour le *mode* : `'filemode[compression]'`. *tarfile.open()* renvoie un objet *TarFile* qui traite ses données comme un flux de blocs. Aucun retour en arrière ne sera effectué lors de la lecture du fichier. S'il est donné, *fileobj* peut être n'importe quel objet qui a une méthode `read()` ou `write()` (selon le *mode*). Le paramètre *bufsize* spécifie la taille du bloc et vaut par défaut `20 * 512` octets. Utilisez cette variante en combinaison avec par exemple `sys.stdin`, une connexion (*socket* en anglais) *file object* ou un dispositif de bande. Cependant, un tel objet *TarFile* est limité en ce qu'il ne permet pas l'accès aléatoire, voir *Exemples*. Les modes actuellement possibles :

Mode	Action
`'r|*'`	Ouvre un *flux* des blocs de *tar* en lecture avec une compression transparente.
`'r|'`	Ouvre un *flux* de blocs *tar* non compressés en lecture.
`'r|gz'`	Ouvre un flux compressé avec *gzip* en lecture.
`'r|bz2'`	Ouvre un *flux* compressé avec *bzip2* en lecture.
`'r|xz'`	Ouvre un *flux* compressé avec *lzma* en lecture.
`'w|'`	Ouvre un *flux* non compressé en écriture.
`'w|gz'`	Ouvre un *flux* compressé avec *gzip* en écriture.
`'w|bz2'`	Ouvre un *flux* compressé avec *bzip2* en écriture.
`'w|xz'`	Ouvre un *flux* compressé avec *lzma* en écriture.

Modifié dans la version 3.5 : Le mode `'x'` (création exclusive) est créé.
Modifié dans la version 3.6 : le paramètre *name* accepte un *path-like object*.

class tarfile.**TarFile**
Classe pour la lecture et l'écriture d'archives *tar*. N'utilisez pas cette classe directement, préférez *tarfile.open()*. Voir *Les objets TarFile*.

tarfile.**is_tarfile**(*name*)
Return *True* if *name* is a tar archive file, that the *tarfile* module can read.

Le module *tarfile* définit les exceptions suivantes :

exception tarfile.**TarError**
Classe de base pour toutes les exceptions du module *tarfile*.

exception tarfile.**ReadError**
Est levée lors de l'ouverture d'une archive *tar*, qui ne peut pas être gérée par le module *tarfile* ou est invalide.

exception tarfile.**CompressionError**
Est levée lorsqu'une méthode de compression n'est pas prise en charge ou lorsque les données ne peuvent pas être décodées correctement.

exception tarfile.**StreamError**
Est levée pour les limitations typiques des objets de type flux *TarFile*.

exception tarfile.**ExtractError**
Est levée pour des erreurs *non-fatales* lors de l'utilisation de *TarFile.extract()*, mais uniquement si `TarFile.errorlevel` == 2.

exception tarfile.**HeaderError**
Est levée par *TarInfo.frombuf()* si le tampon qu'il obtient n'est pas valide.

Les constantes suivantes sont disponibles au niveau du module :

tarfile.**ENCODING**
L'encodage des caractères par défaut est `'utf-8'` sous Windows, sinon la valeur renvoyée par *sys.getfilesystemencoding()*.

Chacune des constantes suivantes définit un format d'archive *tar* que le module *tarfile* est capable de créer. Voir la section *Formats tar pris en charge* pour plus de détails.

tarfile.**USTAR_FORMAT**
Le format *POSIX.1-1988* (*ustar*).

`tarfile.`**`GNU_FORMAT`**
Le format GNU *tar*.

`tarfile.`**`PAX_FORMAT`**
Le format *POSIX.1-2001* (*pax*).

`tarfile.`**`DEFAULT_FORMAT`**
The default format for creating archives. This is currently *GNU_FORMAT*.

Voir aussi :

Module *zipfile* Documentation du module standard *zipfile*.

Archiving operations Documentation des outils d'archivage de haut niveau fournis par le module standard *shutil*.

Manuel GNU *tar*, format *tar* basique (en anglais) Documentation pour les fichiers d'archive *tar*, y compris les extensions *tar* GNU.

13.6.1 Les objets *TarFile*

L'objet *TarFile* fournit une interface vers une archive *tar*. Une archive *tar* est une séquence de blocs. Un membre d'archive (un fichier stocké) est composé d'un bloc d'en-tête suivi des blocs de données. Il est possible de stocker plusieurs fois un fichier dans une archive *tar*. Chaque membre d'archive est représenté par un objet *TarInfo*, voir *Les objets TarInfo* pour plus de détails.

Un objet *TarFile* peut être utilisé comme gestionnaire de contexte dans une instruction `with`. Il sera automatiquement fermé une fois le bloc terminé. Veuillez noter qu'en cas d'exception, une archive ouverte en écriture ne sera pas finalisée ; seul l'objet fichier utilisé en interne sera fermé. Voir la section *Exemples* pour un cas d'utilisation.

Nouveau dans la version 3.2 : Ajout de la prise en charge du protocole de gestion de contexte.

`class` `tarfile.`**`TarFile`**(*name=None*, *mode='r'*, *fileobj=None*, *format=DEFAULT_FORMAT*, *tarinfo=TarInfo*, *dereference=False*, *ignore_zeros=False*, *encoding=ENCODING*, *errors='surrogateescape'*, *pax_headers=None*, *debug=0*, *errorlevel=1*)

Tous les arguments suivants sont facultatifs et sont également accessibles en tant qu'instance d'attributs.

Le *name* est le chemin d'accès de l'archive. *name* peut être un *path-like object*. Il peut être omis si *fileobj* est donné. Dans ce cas, l'attribut `name` de l'objet fichier est utilisé s'il existe.

Le *mode* est soit `'r'` pour lire à partir d'une archive existante, `'a'` pour ajouter des données à un fichier existant, `'w'` pour créer un nouveau fichier en écrasant un existant , ou `'x'` pour créer un nouveau fichier uniquement s'il n'existe pas déjà.

Si *fileobj* est fourni, il est utilisé pour lire ou écrire des données. S'il peut être déterminé, le *mode* est remplacé par le mode de *fileobj*. *fileobj* sera utilisé à partir de la position 0.

Note : *fileobj* n'est pas fermé, lorsque *TarFile* est fermé.

---

format controls the archive format. It must be one of the constants *USTAR_FORMAT*, *GNU_FORMAT* or *PAX_FORMAT* that are defined at module level.

L'argument *tarinfo* peut être utilisé pour remplacer la classe par défaut *TarInfo* par une autre.

Si *dereference* est *False*, ajoute des liens symboliques et physiques à l'archive. Si c'est *True*, ajoute le contenu des fichiers cibles à l'archive. Cela n'a aucun effet sur les systèmes qui ne prennent pas en charge les liens symboliques.

Si *ignore_zeros* est *False*, traite un bloc vide comme la fin de l'archive. Si c'est le cas *True*, saute les blocs vides (et invalides) et essaye d'obtenir autant de membres que possible. Ceci n'est utile que pour lire des archives concaténées ou endommagées.

debug peut être défini de `0` (aucun message de débogage) à `3` (tous les messages de débogage). Les messages sont écrits dans `sys.stderr`.

Si *errorlevel* est `0`, toutes les erreurs sont ignorées lors de l'utilisation de *TarFile.extract()*. Néanmoins, ils apparaissent comme des messages d'erreur dans la sortie de débogage, lorsque le débogage est activé. Si `1`,

toutes les erreurs *fatales* sont déclenchées comme des exceptions *OSError*. Si 2, toutes les erreurs *non-fatales* sont déclenchées comme des exceptions *TarError* également.

Les arguments *encoding* et *errors* définissent l'encodage de caractères à utiliser pour lire ou écrire l'archive et comment les erreurs de conversion vont être traitées. Les paramètres par défaut fonctionneront pour la plupart des utilisateurs. Voir la section *Problèmes unicode* pour des informations détaillées.

L'argument *pax_headers* est un dictionnaire facultatif de chaînes de caractères qui sera ajouté en tant qu'en-tête global *pax* si le *format* est *PAX_FORMAT*.

Modifié dans la version 3.2 : Utilise `'surrogateescape'` comme valeur par défaut pour l'argument *errors*.

Modifié dans la version 3.5 : Le mode `'x'` (création exclusive) est créé.

Modifié dans la version 3.6 : le paramètre *name* accepte un *path-like object*.

classmethod TarFile.**open**(...)
Constructeur alternatif. La fonction *tarfile.open()* est en fait un raccourci vers cette méthode de classe.

TarFile.**getmember**(*name*)
Renvoie un objet *TarInfo* pour le membre *name*. Si *name* est introuvable dans l'archive, *KeyError* est levée.

Note : Si un membre apparaît plus d'une fois dans l'archive, sa dernière occurrence est supposée être la version la plus récente.

TarFile.**getmembers**()
Renvoie les membres de l'archive sous la forme d'une liste d'objets *TarInfo*. La liste a le même ordre que les membres de l'archive.

TarFile.**getnames**()
Renvoie les membres comme une liste de leurs noms. Il a le même ordre que la liste renvoyée par *getmembers()*.

TarFile.**list**(*verbose=True*, *, *members=None*)
Imprime une table des matières dans `sys.stdout`. Si *verbose* est *False*, seuls les noms des membres sont imprimés. Si c'est *True*, une sortie similaire à celle de **`ls -l`** est produite. Si des *membres* facultatifs sont fournis, il doit s'agir d'un sous-ensemble de la liste renvoyée par *getmembers()*.

Modifié dans la version 3.5 : Ajout du paramètre *members*.

TarFile.**next**()
Renvoie le membre suivant de l'archive en tant qu'objet *TarInfo*, lorsque la classe *TarFile* est ouverte en lecture. Renvoie *None* s'il n'y a pas.

TarFile.**extractall**(*path=".", members=None*, *, *numeric_owner=False*)
Extrait tous les membres de l'archive vers le répertoire de travail actuel ou le répertoire *chemin*. Si des *membres* facultatifs sont fournis, il doit s'agir d'un sous-ensemble de la liste renvoyée par *getmembers()*. Les informations d'annuaire telles que le propriétaire, l'heure de modification et les autorisations sont définies une fois tous les membres extraits. Cela est fait pour contourner deux problèmes : l'heure de modification d'un répertoire est réinitialisée chaque fois qu'un fichier y est créé. Et, si les autorisations d'un répertoire ne permettent pas l'écriture, l'extraction de fichiers échoue.

Si *numeric_owner* est *True*, les numéros *uid* et *gid* du fichier *tar* sont utilisés pour définir le propriétaire et le groupe des fichiers extraits. Sinon, les valeurs nommées du fichier *tar* sont utilisées.

Avertissement : Ne jamais extraire des archives de sources non fiables sans inspection préalable. Il est possible que des fichiers soient créés en dehors de *chemin*, par ex : les membres qui ont des noms de fichiers absolus commençant par `"/"` ou des noms de fichiers avec deux points `".."`.

Modifié dans la version 3.5 : Ajout du paramètre *numeric_owner*.

Modifié dans la version 3.6 : Le paramètre *path* accepte un objet chemin-compatible *path-like object*.

TarFile.**extract**(*member*, *path=""*, *set_attrs=True*, *, *numeric_owner=False*)
Extrait un membre de l'archive vers le répertoire de travail actuel, en utilisant son nom complet. Les informations de son fichier sont extraites aussi précisément que possible. Le membre peut être un nom de fichier ou

un objet *TarInfo*. Vous pouvez spécifier un répertoire différent en utilisant *path*. *path* peut être un *path-like object*. Les attributs de fichier (propriétaire, *mtime*, mode) sont définis sauf si *set_attrs* est faux.

Si *numeric_owner* est *True*, les numéros *uid* et *gid* du fichier *tar* sont utilisés pour définir le propriétaire et le groupe des fichiers extraits. Sinon, les valeurs nommées du fichier *tar* sont utilisées.

Note : La méthode *extract()* ne prend pas en charge plusieurs problèmes d'extraction. Dans la plupart des cas, vous devriez envisager d'utiliser la méthode *extractall()*.

Avertissement : Voir l'avertissement pour *extractall()*.

Modifié dans la version 3.2 : Ajout du paramètre *set_attrs*.

Modifié dans la version 3.5 : Ajout du paramètre *numeric_owner*.

Modifié dans la version 3.6 : Le paramètre *path* accepte un objet chemin-compatible *path-like object*.

`TarFile.`**`extractfile`**(*member*)

Extrait un membre de l'archive en tant qu'objet fichier. *member* peut être un nom de fichier ou un objet *TarInfo*. Si *member* est un fichier normal ou un lien, un objet *io.BufferedReader* est renvoyé. Sinon, *None* est renvoyé.

Modifié dans la version 3.3 : Renvoie un objet *io.BufferedReader*.

`TarFile.`**`add`**(*name*, *arcname=None*, *recursive=True*, ***, *filter=None*)

Ajoute le fichier *name* à l'archive. *name* peut être n'importe quel type de fichier (répertoire, *fifo*, lien symbolique, etc.). S'il est donné, *arcname* spécifie un autre nom pour le fichier dans l'archive. Les répertoires sont ajoutés récursivement par défaut. Cela peut être évité en définissant *récursive* sur *False*. La récursivité ajoute des entrées dans l'ordre trié. Si *filter* est donné, il convient que ce soit une fonction qui prend un argument d'objet *TarInfo* et renvoie l'objet changé *TarInfo*. S'il renvoie à la place *None*, l'objet *TarInfo* sera exclu de l'archive. Voir *Exemples* pour un exemple.

Modifié dans la version 3.2 : Ajout du paramètre *filter*.

Modifié dans la version 3.7 : La récursivité ajoute les entrées dans un ordre trié.

`TarFile.`**`addfile`**(*tarinfo*, *fileobj=None*)

Ajoute l'objet *TarInfo* *tarinfo* à l'archive. Si *fileobj* est donné, il convient que ce soit un *fichier binaire*, et les octets `tarinfo.size` sont lus à partir de celui-ci et ajoutés à l'archive. Vous pouvez créer des objets *TarInfo* directement, ou en utilisant *gettarinfo()*.

`TarFile.`**`gettarinfo`**(*name=None*, *arcname=None*, *fileobj=None*)

Crée un objet *TarInfo* à partir du résultat de *os.stat()* ou équivalent sur un fichier existant. Le fichier est soit nommé par *name*, soit spécifié comme *file object* *fileobj* avec un descripteur de fichier. *name* peut être un *objet* semblable à un chemin. S'il est donné, *arcname* spécifie un autre nom pour le fichier dans l'archive, sinon, le nom est tiré de l'attribut *fileobj* *name*, ou de l'argument *name*. Le nom doit être une chaîne de texte.

Vous pouvez modifier certains des attributs de *TarInfo* avant de les ajouter en utilisant *addfile()*. Si l'objet fichier n'est pas un objet fichier ordinaire positionné au début du fichier, des attributs tels que *size* peuvent nécessiter une modification. C'est le cas pour des objets tels que *GzipFile*. Le *name* peut également être modifié, auquel cas *arcname* pourrait être une chaîne factice.

Modifié dans la version 3.6 : le paramètre *name* accepte un *path-like object*.

`TarFile.`**`close`**()

Ferme le *TarFile*. En mode écriture, deux blocs de finition à zéro sont ajoutés à l'archive.

`TarFile.`**`pax_headers`**

Un dictionnaire contenant des paires clé-valeur d'en-têtes globaux *pax*.

13.6.2 Les objets *TarInfo*

Un objet *TarInfo* représente un membre dans un *TarFile*. En plus de stocker tous les attributs requis d'un fichier (comme le type de fichier, la taille, l'heure, les autorisations, le propriétaire, etc.), il fournit quelques méthodes utiles pour déterminer son type. Il ne contient pas les données du fichier lui-même.

Les objets *TarInfo* sont renvoyés par les méthodes de *TarFile* `getmember()`, `getmembers()` et `gettarinfo()`.

class `tarfile.`**TarInfo**(*name=""*)
Crée un objet *TarInfo*.

classmethod `TarInfo.`**frombuf**(*buf*, *encoding*, *errors*)
Crée et renvoie un objet *TarInfo* à partir de la chaîne tampon *buf*.

Lève *HeaderError* si le tampon n'est pas valide.

classmethod `TarInfo.`**fromtarfile**(*tarfile*)
Lit le membre suivant dans l'objet *TarFile* *tarfile* et le renvoie comme un objet *TarInfo*.

`TarInfo.`**tobuf**(*format=DEFAULT_FORMAT*, *encoding=ENCODING*, *errors='surrogateescape'*)
Crée un tampon de chaîne de caractères à partir d'un objet *TarInfo*. Pour plus d'informations sur les arguments, voir le constructeur de la classe *TarFile*.

Modifié dans la version 3.2 : Utilise `'surrogateescape'` comme valeur par défaut pour l'argument *errors*.

Un objet `TarInfo` a les attributs de données publics suivants :

`TarInfo.`**name**
Nom du membre de l'archive.

`TarInfo.`**size**
La taille en octets.

`TarInfo.`**mtime**
L'heure de la dernière modification.

`TarInfo.`**mode**
Bits d'autorisation.

`TarInfo.`**type**
Type de fichier. *type* est généralement l'une des constantes suivantes : `REGTYPE`, `AREGTYPE`, `LNKTYPE`, `SYMTYPE`, `DIRTYPE`, `FIFOTYPE`, `CONTTYPE`, `CHRTYPE`, `BLKTYPE`, `GNUTYPE_SPARSE`. Pour déterminer plus facilement le type d'un objet *TarInfo*, utilisez les méthodes `is*()` ci-dessous.

`TarInfo.`**linkname**
Nom du fichier cible, qui n'est présent que dans les objets *TarInfo* de type `LNKTYPE` et `SYMTYPE`.

`TarInfo.`**uid**
ID de l'utilisateur qui a initialement stocké ce membre.

`TarInfo.`**gid**
ID de groupe de l'utilisateur qui a initialement stocké ce membre.

`TarInfo.`**uname**
Nom d'utilisateur.

`TarInfo.`**gname**
Nom de groupe.

`TarInfo.`**pax_headers**
Un dictionnaire contenant des paires clé-valeur d'un en-tête étendu *pax* associé.

Un objet *TarInfo* fournit également des méthodes de requête pratiques :

`TarInfo.`**isfile**()
Renvoie *True* si l'objet `Tarinfo` est un fichier normal.

`TarInfo.`**isreg**()
Identique à *isfile()*.

TarInfo.**isdir**()
Renvoie *True* si c'est un dossier.

TarInfo.**issym**()
Renvoie *True* s'il s'agit d'un lien symbolique.

TarInfo.**islnk**()
Renvoie *True* s'il s'agit d'un lien physique.

TarInfo.**ischr**()
Renvoie *True* s'il s'agit d'un périphérique de caractères.

TarInfo.**isblk**()
Renvoie *True* s'il s'agit d'un périphérique de bloc.

TarInfo.**isfifo**()
Renvoie *True* s'il s'agit d'un tube nommé (*FIFO*).

TarInfo.**isdev**()
Renvoie *True* s'il s'agit d'un périphérique de caractères, d'un périphérique de bloc ou d'un tube nommé.

13.6.3 Interface en ligne de commande

Nouveau dans la version 3.4.

Le module *tarfile* fournit une interface de ligne de commande simple pour interagir avec les archives *tar*.

Si vous souhaitez créer une nouvelle archive *tar*, spécifiez son nom après l'option *-c*, puis répertorie-le ou les noms de fichiers à inclure :

```
$ python -m tarfile -c monty.tar  spam.txt eggs.txt
```

Passer un répertoire est aussi possible :

```
$ python -m tarfile -c monty.tar life-of-brian_1979/
```

Si vous souhaitez extraire une archive *tar* dans le répertoire courant, utilisez l'option *-e* :

```
$ python -m tarfile -e monty.tar
```

Vous pouvez également extraire une archive *tar* dans un autre répertoire en passant le nom du répertoire :

```
$ python -m tarfile -e monty.tar  other-dir/
```

Pour une liste des fichiers dans une archive *tar*, utilisez l'option *-l* :

```
$ python -m tarfile -l monty.tar
```

Options de la ligne de commande

-l <tarfile>
--list <tarfile>
Liste les fichiers dans une archive *tar*.

-c <tarfile> <source1> ... <sourceN>
--create <tarfile> <source1> ... <sourceN>
Crée une archive *tar* à partir des fichiers sources.

-e <tarfile> [<output_dir>]
--extract <tarfile> [<output_dir>]
Extrait l'archive *tar* dans le répertoire courant si *output_dir* n'est pas spécifié.

-t <tarfile>

--test <tarfile>
Teste si l'archive *tar* est valide ou non.

-v, --verbose
Sortie verbeuse.

13.6.4 Exemples

Comment extraire une archive *tar* dans le dossier de travail courant :

```
import tarfile
tar = tarfile.open("sample.tar.gz")
tar.extractall()
tar.close()
```

Comment extraire un sous-ensemble d'une archive *tar* avec *TarFile.extractall()* en utilisant une fonction de générateur au lieu d'une liste :

```
import os
import tarfile

def py_files(members):
    for tarinfo in members:
        if os.path.splitext(tarinfo.name)[1] == ".py":
            yield tarinfo

tar = tarfile.open("sample.tar.gz")
tar.extractall(members=py_files(tar))
tar.close()
```

Comment créer une archive *tar* non compressée à partir d'une liste de noms de fichiers :

```
import tarfile
tar = tarfile.open("sample.tar", "w")
for name in ["foo", "bar", "quux"]:
    tar.add(name)
tar.close()
```

Le même exemple en utilisant l'instruction `with` :

```
import tarfile
with tarfile.open("sample.tar", "w") as tar:
    for name in ["foo", "bar", "quux"]:
        tar.add(name)
```

Comment lire une archive *tar* compressée avec *gzip* et afficher des informations des membres

```
import tarfile
tar = tarfile.open("sample.tar.gz", "r:gz")
for tarinfo in tar:
    print(tarinfo.name, "is", tarinfo.size, "bytes in size and is ", end="")
    if tarinfo.isreg():
        print("a regular file.")
    elif tarinfo.isdir():
        print("a directory.")
    else:
        print("something else.")
tar.close()
```

Comment créer une archive et réinitialiser les informations de l'utilisateur en utilisant le paramètre *filter* dans *TarFile.add()*

```
import tarfile
def reset(tarinfo):
    tarinfo.uid = tarinfo.gid = 0
    tarinfo.uname = tarinfo.gname = "root"
    return tarinfo
tar = tarfile.open("sample.tar.gz", "w:gz")
tar.add("foo", filter=reset)
tar.close()
```

13.6.5 Formats *tar* pris en charge

Il existe trois formats *tar* qui peuvent être créés avec le module `tarfile` :

- Le format *POSIX.1-1988 ustar* (`ustar_FORMAT`). Il prend en charge les noms de fichiers jusqu'à une longueur maximale de 256 caractères et les noms de liens jusqu'à 100 caractères. La taille maximale du fichier est de 8 Go. Il s'agit d'un format ancien et limité mais largement pris en charge.
- Le format GNU *tar* (`GNU_FORMAT`). Il prend en charge les noms de fichiers longs et les noms de liens, les fichiers supérieurs à 8 Go et les fichiers discontinus. C'est la norme de facto des systèmes GNU / Linux. `tarfile` prend entièrement en charge les extensions GNU *tar* pour les noms longs, la prise en charge des fichiers discontinus est en lecture seule.
- The POSIX.1-2001 pax format (`PAX_FORMAT`). It is the most flexible format with virtually no limits. It supports long filenames and linknames, large files and stores pathnames in a portable way. However, not all tar implementations today are able to handle pax archives properly.
  The *pax* format is an extension to the existing *ustar* format. It uses extra headers for information that cannot be stored otherwise. There are two flavours of pax headers : Extended headers only affect the subsequent file header, global headers are valid for the complete archive and affect all following files. All the data in a pax header is encoded in *UTF-8* for portability reasons.

Il existe d'autres variantes du format *tar* qui peuvent être lues, mais pas créées

- L'ancien format *V7*. Il s'agit du premier format *tar* d'*Unix Seventh Edition*, ne stockant que des fichiers et répertoires normaux. Les noms ne doivent pas dépasser 100 caractères, il n'y a aucune information de nom d'utilisateur / groupe. Certaines archives ont des sommes de contrôle d'en-tête mal calculées dans le cas de champs avec des caractères non ASCII.
- Format étendu *SunOS tar*. Ce format est une variante du format *POSIX.1-2001 pax*, mais n'est pas compatible.

13.6.6 Problèmes *unicode*

Le format *tar* a été initialement conçu pour effectuer des sauvegardes sur des lecteurs de bande en mettant principalement l'accent sur la préservation des informations du système de fichiers. De nos jours, les archives *tar* sont couramment utilisées pour la distribution de fichiers et l'échange d'archives sur des réseaux. Un problème du format d'origine (qui est la base de tous les autres formats) est qu'il n'existe aucun concept de prise en charge d'encodages de caractères différents. Par exemple, une archive *tar* ordinaire créée sur un système *UTF-8* ne peut pas être lue correctement sur un système *Latin-1* si elle contient des caractères non *ASCII*. Les métadonnées textuelles (comme les noms de fichiers, les noms de liens, les noms d'utilisateurs / de groupes) sembleront endommagées. Malheureusement, il n'y a aucun moyen de détecter automatiquement l'encodage d'une archive. Le format *pax* a été conçu pour résoudre ce problème. Il stocke les métadonnées non ASCII en utilisant l'encodage universel des caractères *UTF-8*.

Les détails de la conversion des caractères dans `tarfile` sont contrôlés par les arguments de mot-clé *encoding* et *errors* de la classe `TarFile`.

encoding définit l'encodage de caractères à utiliser pour les métadonnées de l'archive. La valeur par défaut est `sys.getfilesystemencoding()` ou `'ascii'` comme solution de rechange. Selon que l'archive est lue ou écrite, les métadonnées doivent être décodées ou encodées. Si l'encodage n'est pas défini correctement, cette conversion peut échouer.

L'argument *errors* définit le traitement des caractères qui ne peuvent pas être convertis. Les valeurs possibles sont répertoriées dans la section *Gestionnaires d'erreurs*. Le schéma par défaut est `'surrogateescape'` que Python utilise également pour ses appels de système de fichiers, voir *Noms de fichiers, arguments en ligne de commande, et variables d'environnement*.

In case of *PAX_FORMAT* archives, *encoding* is generally not needed because all the metadata is stored using *UTF-8*. *encoding* is only used in the rare cases when binary pax headers are decoded or when strings with surrogate characters are stored.

CHAPITRE 14

Formats de fichiers

Les modules décrits dans ce chapitre lisent divers formats de fichier qui ne sont ni des langages balisés ni relatifs aux e-mails.

14.1 `csv` — Lecture et écriture de fichiers CSV

Code source : Lib/csv.py

Le format CSV (*Comma Separated Values*, valeurs séparées par des virgules) est le format le plus commun dans l'importation et l'exportation de feuilles de calculs et de bases de données. Le format fut utilisé pendant des années avant qu'aient lieu des tentatives de standardisation avec la **RFC 4180**. L'absence de format bien défini signifie que des différences subtiles existent dans la production et la consommation de données par différentes applications. Ces différences peuvent gêner lors du traitement de fichiers CSV depuis des sources multiples. Cependant, bien que les séparateurs et délimiteurs varient, le format global est suffisamment similaire pour qu'un module unique puisse manipuler efficacement ces données, masquant au programmeur les détails de lecture/écriture des données.

Le module `csv` implémente des classes pour lire et écrire des données tabulaires au format CSV. Il vous permet de dire « écris ces données dans le format préféré par Excel » ou « lis les données de ce fichier généré par Excel », sans connaître les détails précis du format CSV utilisé par Excel. Vous pouvez aussi décrire les formats CSV utilisés par d'autres application ou définir vos propres spécialisations.

Les objets `reader` et `writer` du module `csv` lisent et écrivent des séquences. Vous pouvez aussi lire/écrire les données dans un dictionnaire en utilisant les classes `DictReader` et `DictWriter`.

Voir aussi :

PEP 305 — Interface des fichiers CSV La proposition d'amélioration de Python (PEP) qui a proposé cet ajout au langage.

14.1.1 Contenu du module

Le module *csv* définit les fonctions suivantes :

csv.**reader**(*csvfile*, *dialect='excel'*, ***fmtparams*)

Renvoie un objet lecteur, qui itérera sur les lignes de l'objet *csvfile* donné. *csvfile* peut être n'importe quel objet supportant le protocole *itérateur* et renvoyant une chaîne de caractères chaque fois que sa méthode `__next__()` est appelée — les *fichiers objets* et les listes sont tous deux valables. Si *csvfile* est un fichier, il doit être ouvert avec `newline=''`.[1] Un paramètre *dialect* optionnel peut être fourni pour définir un ensemble de paramètres spécifiques à un dialecte CSV particulier. Il peut s'agir d'une instance de sous-classe de *Dialect* ou de l'une des chaînes renvoyées par la fonction *list_dialects()*. Les autres arguments nommés optionnels (*fmtparams*) peuvent être spécifiés pour redéfinir des paramètres de formatage particuliers dans le dialecte courant. Pour des détails complets sur les dialectes et paramètres de formatage, voir la section *Dialectes et paramètres de formatage*.

Chaque ligne lue depuis le fichier CSV est renvoyée comme une liste de chaînes de caractères. Aucune conversion automatique de type des données n'est effectuée à moins que l'option de formatage `QUOTE_NONNUMERIC` soit spécifiée (dans ce cas, les champs sans guillemets sont transformés en nombres flottants).

Un court exemple d'utilisation :

```
>>> import csv
>>> with open('eggs.csv', newline='') as csvfile:
...     spamreader = csv.reader(csvfile, delimiter=' ', quotechar='|')
...     for row in spamreader:
...         print(', '.join(row))
Spam, Spam, Spam, Spam, Spam, Baked Beans
Spam, Lovely Spam, Wonderful Spam
```

csv.**writer**(*csvfile*, *dialect='excel'*, ***fmtparams*)

Renvoie un objet transcripteur responsable de convertir les données de l'utilisateur en chaînes délimitées sur l'objet fichier-compatible donné. *csvfile* peut être n'importe quel objet avec une méthode `write()`. Si *csvfile* est un fichier, il doit être ouvert avec `newline=''`.[1] Un paramètre *dialect* optionnel peut être fourni pour définir un ensemble de paramètres spécifiques à un dialecte CSV particulier. Il peut s'agir d'une instance de sous-classe de *Dialect* ou de l'une des chaînes renvoyées par la fonction *list_dialects()*. Les autres arguments nommés optionnels (*fmtparams*) peuvent être spécifiés pour redéfinir des paramètres de formatage particuliers dans le dialecte courant. Pour des détails complets sur les dialectes et paramètres de formatage, voir la section *Dialectes et paramètres de formatage*. Pour faciliter au mieux l'interfaçage avec d'autres modules implémentant l'interface *DB*, la valeur *None* est écrite comme une chaîne vide. Bien que ce ne soit pas une transformation réversible, cela simplifie l'exportation de données SQL *NULL* vers des fichiers CSV sans prétraiter les données renvoyées par un appel à `cursor.fetch*`. Toutes les autres données qui ne sont pas des chaînes de caractères sont transformées en chaînes par un appel à *str()* avant d'être écrites.

Un court exemple d'utilisation :

```
import csv
with open('eggs.csv', 'w', newline='') as csvfile:
    spamwriter = csv.writer(csvfile, delimiter=' ',
                            quotechar='|', quoting=csv.QUOTE_MINIMAL)
    spamwriter.writerow(['Spam'] * 5 + ['Baked Beans'])
    spamwriter.writerow(['Spam', 'Lovely Spam', 'Wonderful Spam'])
```

csv.**register_dialect**(*name*[, *dialect*[, ***fmtparams*]])

Associe *dialect* avec *name*. *name* doit être une chaîne de caractères. Le dialecte peut être spécifié en passant une instance d'une sous-classe de *Dialect*, des arguments nommés *fmtparams*, ou les deux, avec les arguments nommés redéfinissant les paramètres du dialecte. Pour des détails complets sur les dialectes et paramètres de formatage, voir la section *Dialectes et paramètres de formatage*.

1. Si `newline=''` n'est pas spécifié, les caractères de fin de ligne embarqués dans des champs délimités par des guillemets ne seront pas interprétés correctement, et sur les plateformes qui utilisent `\r\n` comme marqueur de fin de ligne, un `\r` sera ajouté. Vous devriez toujours spécifier sans crainte `newline=''`, puisque le module *csv* gère lui-même les fins de lignes (*universelles*).

csv.**unregister_dialect**(*name*)
Supprime le dialecte associé à *name* depuis le registre des dialectes. Une `Error` est levée si *name* n'est pas un nom de dialecte enregistré.

csv.**get_dialect**(*name*)
Renvoie le dialecte associé à *name*. Une `Error` est levée si *name* n'est pas un nom de dialecte enregistré. Cette fonction renvoie un objet `Dialect` immuable.

csv.**list_dialects**()
Renvoie les noms de tous les dialectes enregistrés.

csv.**field_size_limit**([*new_limit*])
Renvoie la taille de champ maximale courante autorisée par l'analyseur. Si *new_limit* est donnée, elle devient la nouvelle limite.

Le module `csv` définit les classes suivantes :

class csv.**DictReader**(*f*, *fieldnames=None*, *restkey=None*, *restval=None*, *dialect='excel'*, **args*, ***kwds*)
Crée un objet qui opère comme un lecteur ordinaire mais assemble les informations de chaque ligne dans un `OrderedDict` dont les clés sont données par le paramètre optionnel *fieldnames*.

Le paramètre *fieldnames* est une *sequence*. Si *fieldnames* est omis, les valeurs de la première ligne du fichier *f* seront utilisées comme noms de champs. Sans se soucier de comment sont déterminés les noms de champs, le dictionnaire ordonné préserve leur ordre original.

If a row has more fields than fieldnames, the remaining data is put in a list and stored with the fieldname specified by *restkey* (which defaults to `None`). If a non-blank row has fewer fields than fieldnames, the missing values are filled-in with the value of *restval* (which defaults to `None`).

Tous les autres arguments optionnels ou nommés sont passés à l'instance `reader` sous-jacente.

Modifié dans la version 3.6 : Les lignes renvoyées sont maintenant de type `OrderedDict`.

Un court exemple d'utilisation :

```
>>> import csv
>>> with open('names.csv', newline='') as csvfile:
...     reader = csv.DictReader(csvfile)
...     for row in reader:
...         print(row['first_name'], row['last_name'])
...
Eric Idle
John Cleese

>>> print(row)
OrderedDict([('first_name', 'John'), ('last_name', 'Cleese')])
```

class csv.**DictWriter**(*f*, *fieldnames*, *restval=''*, *extrasaction='raise'*, *dialect='excel'*, **args*, ***kwds*)
Crée un objet qui opère comme un transcripteur ordinaire mais qui produit les lignes de sortie depuis des dictionnaires. Le paramètre *fieldnames* est une `séquence` de clés qui indique l'ordre dans lequel les valeurs du dictionnaire passé à la méthode `writerow()` doivent être écrites vers le fichier *f*. Le paramètre optionnel *restval* spécifie la valeur à écrire si une clé de *fieldnames* manque dans le dictionnaire. Si le dictionnaire passé à `writerow()` possède une clé non présente dans *fieldnames*, le paramètre optionnel *extrasaction* indique quelle action réaliser. S'il vaut `'raise'`, sa valeur par défaut, une `ValueError` est levée. S'il faut `'ignore'`, les valeurs excédentaires du dictionnaire sont ignorées. Les autres arguments optionnels ou nommés sont passés à l'instance `writer` sous-jacente.

Notez que contrairement à la classe `DictReader`, le paramètre *fieldnames* de `DictWriter` n'est pas optionnel.

Un court exemple d'utilisation :

```
import csv

with open('names.csv', 'w', newline='') as csvfile:
    fieldnames = ['first_name', 'last_name']
    writer = csv.DictWriter(csvfile, fieldnames=fieldnames)
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
    writer.writeheader()
    writer.writerow({'first_name': 'Baked', 'last_name': 'Beans'})
    writer.writerow({'first_name': 'Lovely', 'last_name': 'Spam'})
    writer.writerow({'first_name': 'Wonderful', 'last_name': 'Spam'})
```

class csv.**Dialect**
La classe *Dialect* est une classe de conteneurs utilisée principalement pour ses attributs, qui servent à définir des paramètres pour des instances spécifiques de *reader* ou *writer*.

class csv.**excel**
La classe *excel* définit les propriétés usuelles d'un fichier CSV généré par Excel. Elle est enregistrée avec le nom de dialecte `'excel'`.

class csv.**excel_tab**
La classe *excel_tab* définit les propriétés usuelles d'un fichier CSV généré par Excel avec des tabulations comme séparateurs. Elle est enregistrée avec le nom de dialecte `'excel-tab'`.

class csv.**unix_dialect**
La classe *unix_dialect* définit les propriétés usuelles d'un fichier CSV généré sur un système Unix, c'est-à-dire utilisant `'\n'` comme marqueur de fin de ligne et délimitant tous les champs par des guillemets. Elle est enregistrée avec le nom de dialecte `'unix'`.

Nouveau dans la version 3.2.

class csv.**Sniffer**
La classe *Sniffer* est utilisée pour déduire le format d'un fichier CSV.

La classe *Sniffer* fournit deux méthodes :

sniff(*sample*, *delimiters=None*)
Analyse l'extrait donné (*sample*) et renvoie une sous-classe *Dialect* reflétant les paramètres trouvés. Si le paramètre optionnel *delimiters* est donné, il est interprété comme une chaîne contenant tous les caractères valides de séparation possibles.

has_header(*sample*)
Analyse l'extrait de texte (présumé être au format CSV) et renvoie *True* si la première ligne semble être une série d'en-têtes de colonnes.

Un exemple d'utilisation de *Sniffer* :

```
with open('example.csv', newline='') as csvfile:
    dialect = csv.Sniffer().sniff(csvfile.read(1024))
    csvfile.seek(0)
    reader = csv.reader(csvfile, dialect)
    # ... process CSV file contents here ...
```

Le module *csv* définit les constantes suivantes :

csv.**QUOTE_ALL**
Indique aux objets *writer* de délimiter tous les champs par des guillemets.

csv.**QUOTE_MINIMAL**
Indique aux objets *writer* de ne délimiter ainsi que les champs contenant un caractère spécial comme *delimiter*, *quotechar* ou n'importe quel caractère de *lineterminator*.

csv.**QUOTE_NONNUMERIC**
Indique aux objets *writer* de délimiter ainsi tous les champs non-numériques.

Indique au lecteur de convertir tous les champs non délimités par des guillemets vers des *float*.

csv.**QUOTE_NONE**
Indique aux objets *writer* de ne jamais délimiter les champs par des guillemets. Quand le *delimiter* courant apparaît dans les données, il est précédé sur la sortie par un caractère *escapechar*. Si *escapechar* n'est pas précisé, le transcripteur lèvera une *Error* si un caractère nécessitant un échappement est rencontré.

Indique au *reader* de ne pas opérer de traitement spécial sur les guillemets.

Le module *csv* définit les exceptions suivantes :

exception csv.**Error**
Levée par les fonctions du module quand une erreur détectée.

14.1.2 Dialectes et paramètres de formatage

Pour faciliter la spécification du format des entrées et sorties, les paramètres de formatage spécifiques sont regroupés en dialectes. Un dialecte est une sous-classe de *Dialect* avec un ensemble de méthodes spécifiques et une méthode `validate()`. Quand un objet *reader* ou *writer* est créé, vous pouvez spécifier une chaîne ou une sous-classe de *Dialect* comme paramètre *dialect*. En plus du paramètre *dialect*, ou à sa place, vous pouvez aussi préciser des paramètres de formatage individuels, qui ont les mêmes noms que les attributs de *Dialect* définis ci-dessous.

Les dialectes supportent les attributs suivants :

Dialect.**delimiter**
Une chaîne d'un seul caractère utilisée pour séparer les champs. Elle vaut `','` par défaut.

Dialect.**doublequote**
Contrôle comment les caractères *quotechar* dans le champ doivent être retranscrits. Quand ce paramètre vaut *True*, le caractère est doublé. Quand il vaut *False*, le caractère *escapechar* est utilisé comme préfixe à *quotechar*. Il vaut *True* par défaut.

En écriture, si *doublequote* vaut *False* et qu'aucun *escapechar* n'est précisé, une *Error* est levée si un *quotechar* est trouvé dans le champ.

Dialect.**escapechar**
Une chaîne d'un seul caractère utilisée par le transcripteur pour échapper *delimiter* si *quoting* vaut *QUOTE_NONE*, et pour échapper *quotechar* si *doublequote* vaut *False*. À la lecture, *escapechar* retire toute signification spéciale au caractère qui le suit. Elle vaut par défaut *None*, ce qui désactive l'échappement.

Dialect.**lineterminator**
La chaîne utilisée pour terminer les lignes produites par un *writer*. Elle vaut par défaut `'\r\n'`.

Note : La classe *reader* est codée en dur pour reconnaître `'\r'` et `'\n'` comme marqueurs de fin de ligne, et ignorer *lineterminator*. Ce comportement pourrait changer dans le futur.

Dialect.**quotechar**
Une chaîne d'un seul caractère utilisée pour délimiter les champs contenant des caractères spéciaux, comme *delimiter* ou *quotechar*, ou contenant un caractère de fin de ligne. Elle vaut `'"'` par défaut.

Dialect.**quoting**
Contrôle quand les guillemets doivent être générés par le transcripteur et reconnus par le lecteur. Il peut prendre comme valeur l'une des constantes `QUOTE_*` (voir la section *Contenu du module*) et vaut par défaut *QUOTE_MINIMAL*.

Dialect.**skipinitialspace**
Quand il vaut *True*, les espaces suivant directement *delimiter* sont ignorés. Il vaut *False* par défaut.

Dialect.**strict**
Quand il vaut `True`, une exception *Error* est levée lors de mauvaises entrées CSV. Il vaut `False` par défaut.

14.1.3 Objets lecteurs

Les objets lecteurs (instances de *DictReader* ou objets renvoyés par la fonction *reader()*) ont les méthodes publiques suivantes :

csvreader.**__next__**()
Renvoie la ligne suivante de l'objet itérable du lecteur en tant que liste (si l'objet est renvoyé depuis *reader()*) ou dictionnaire (si l'objet est un *DictReader*), analysé suivant le dialecte courant. Généralement, vous devez appeler la méthode à l'aide de `next(reader)`.

Les objets lecteurs ont les attributs publics suivants :

csvreader.**dialect**
Une description en lecture seule du dialecte utilisé par l'analyseur.

csvreader.**line_num**
Le nombre de lignes lues depuis l'itérateur source. Ce n'est pas équivalent au nombre d'enregistrements renvoyés, puisque certains enregistrements peuvent s'étendre sur plusieurs lignes.

Les objets *DictReader* ont les attributs publics suivants :

csvreader.**fieldnames**
S'il n'est pas passé comme paramètre à la création de l'objet, cet attribut est initialisé lors du premier accès ou quand le premier enregistrement est lu depuis le fichier.

14.1.4 Objets transcripteurs

Les objets `Writer` (instances de *DictWriter* ou objets renvoyés par la fonction *writer()*) ont les méthodes publiques suivantes. Une *row* doit être un itérable de chaînes de caractères ou de nombres pour les objets `Writer`, et un dictionnaire associant des noms de champs à des chaînes ou des nombres (en les faisant d'abord passer par *str()*) pour les objets *DictWriter*. Notez que les nombres complexes sont retranscrits entourés de parenthèses. Cela peut causer quelques problèmes pour d'autres programmes qui liraient ces fichiers CSV (en supposant qu'ils supportent les nombres complexes).

csvwriter.**writerow**(*row*)
Écrit le paramètre *row* vers le fichier associé au transcripteur, formaté selon le dialecte courant.
Modifié dans la version 3.5 : Ajout du support d'itérables arbitraires.

csvwriter.**writerows**(*rows*)
Écrit tous les éléments de *rows* (itérable d'objets *row* comme décrits précédemment) vers le fichier associé au transcripteur, formatés selon le dialecte courant.

Les objets transcripteurs ont les attributs publics suivants :

csvwriter.**dialect**
Une description en lecture seule du dialecte utilisé par le transcripteur.

Les objets *DictWriter* ont les attributs publics suivants :

DictWriter.**writeheader**()
Écrit une ligne contenant les noms de champs (comme spécifiés au constructeur).
Nouveau dans la version 3.2.

14.1.5 Exemples

Le plus simple exemple de lecture d'un fichier CSV :

```
import csv
with open('some.csv', newline='') as f:
    reader = csv.reader(f)
    for row in reader:
        print(row)
```

Lire un fichier avec un format alternatif :

```
import csv
with open('passwd', newline='') as f:
    reader = csv.reader(f, delimiter=':', quoting=csv.QUOTE_NONE)
    for row in reader:
        print(row)
```

Le plus simple exemple d'écriture correspondant est :

```
import csv
with open('some.csv', 'w', newline='') as f:
    writer = csv.writer(f)
    writer.writerows(someiterable)
```

Puisque *open()* est utilisée pour ouvrir un fichier CSV en lecture, le fichier sera par défaut décodé vers Unicode en utilisant l'encodage par défaut (voir *locale.getpreferredencoding()*). Pour décoder un fichier utilisant un encodage différent, utilisez l'argument `encoding` de *open* :

```
import csv
with open('some.csv', newline='', encoding='utf-8') as f:
    reader = csv.reader(f)
    for row in reader:
        print(row)
```

La même chose s'applique lors de l'écriture dans un autre encodage que celui par défaut du système : spécifiez l'encodage en argument lors de l'ouverture du fichier de sortie.

Enregistrer un nouveau dialecte :

```
import csv
csv.register_dialect('unixpwd', delimiter=':', quoting=csv.QUOTE_NONE)
with open('passwd', newline='') as f:
    reader = csv.reader(f, 'unixpwd')
```

Un exemple d'utilisation un peu plus avancé du lecteur --- attrapant et notifiant les erreurs :

```
import csv, sys
filename = 'some.csv'
with open(filename, newline='') as f:
    reader = csv.reader(f)
    try:
        for row in reader:
            print(row)
    except csv.Error as e:
        sys.exit('file {}, line {}: {}'.format(filename, reader.line_num, e))
```

Et bien que le module ne permette pas d'analyser directement des chaînes, cela peut être fait facilement :

```
import csv
for row in csv.reader(['one,two,three']):
    print(row)
```

Notes

14.2 configparser — Lecture et écriture de fichiers de configuration

Code source : Lib/configparser.py

Ce module fournit la classe *ConfigParser*. Cette classe implémente un langage de configuration basique, proche de ce que l'on peut trouver dans les fichiers *INI* de Microsoft Windows. Vous pouvez utiliser ce module pour écrire des programmes Python qui sont facilement configurables par l'utilisateur final.

Note : Ce module *n'implémente pas* la version étendue de la syntaxe *INI* qui permet de lire ou d'écrire des valeurs dans la base de registre Windows en utilisant divers préfixes.

Voir aussi :

Module *shlex* Ce module fournit les outils permettant de créer des mini-langages de programmation ressemblant au shell Unix, qui peuvent être utilisés comme alternative pour les fichiers de configuration d'une application.

Module *json* Le module *json* implémente un sous-ensemble de la syntaxe JavaScript, qui peut aussi être utilisée à cet effet.

14.2.1 Premiers pas

Prenons pour exemple un fichier de configuration très simple ressemblant à ceci :

```
[DEFAULT]
ServerAliveInterval = 45
Compression = yes
CompressionLevel = 9
ForwardX11 = yes

[bitbucket.org]
User = hg

[topsecret.server.com]
Port = 50022
ForwardX11 = no
```

La structure des fichiers *INI* est décrite dans la *section suivante*. En bref, chaque fichier est constitué de sections, chacune des sections comprenant des clés associées à des valeurs. Les classes du module *configparser* peuvent écrire et lire de tels fichiers. Commençons par le code qui permet de générer le fichier ci-dessus.

```
>>> import configparser
>>> config = configparser.ConfigParser()
>>> config['DEFAULT'] = {'ServerAliveInterval': '45',
...                      'Compression': 'yes',
...                      'CompressionLevel': '9'}
>>> config['bitbucket.org'] = {}
>>> config['bitbucket.org']['User'] = 'hg'
>>> config['topsecret.server.com'] = {}
>>> topsecret = config['topsecret.server.com']
>>> topsecret['Port'] = '50022'     # mutates the parser
>>> topsecret['ForwardX11'] = 'no'  # same here
>>> config['DEFAULT']['ForwardX11'] = 'yes'
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
>>> with open('example.ini', 'w') as configfile:
...   config.write(configfile)
...
```

Comme vous pouvez le voir, nous pouvons manipuler l'instance renvoyée par l'analyse du fichier de configuration comme s'il s'agissait d'un dictionnaire. Il y a des différences, comme *explicité ci-dessous*, mais le comportement de l'instance est très proche de ce que vous pourriez attendre d'un dictionnaire.

Nous venons de créer et sauvegarder un fichier de configuration. Voyons maintenant comment nous pouvons le lire et accéder aux données qu'il contient.

```
>>> config = configparser.ConfigParser()
>>> config.sections()
[]
>>> config.read('example.ini')
['example.ini']
>>> config.sections()
['bitbucket.org', 'topsecret.server.com']
>>> 'bitbucket.org' in config
True
>>> 'bytebong.com' in config
False
>>> config['bitbucket.org']['User']
'hg'
>>> config['DEFAULT']['Compression']
'yes'
>>> topsecret = config['topsecret.server.com']
>>> topsecret['ForwardX11']
'no'
>>> topsecret['Port']
'50022'
>>> for key in config['bitbucket.org']:
...     print(key)
user
compressionlevel
serveraliveinterval
compression
forwardx11
>>> config['bitbucket.org']['ForwardX11']
'yes'
```

Comme vous le voyez, l'API est assez simple à utiliser. La seule partie un peu magique concerne la section `DEFAULT`, qui fournit les valeurs par défaut pour toutes les autres sections [1]. Notez également que les clés à l'intérieur des sections ne sont pas sensibles à la casse et qu'elles sont stockées en minuscules.[1].

14.2.2 Types de données prises en charge

Les lecteurs de configuration n'essayent jamais de deviner le type des valeurs présentes dans les fichiers de configuration, et elles sont toujours stockées en tant que chaînes de caractères. Ainsi, si vous avez besoin d'un type différent, vous devez effectuer la conversion vous-même :

```
>>> int(topsecret['Port'])
50022
>>> float(topsecret['CompressionLevel'])
9.0
```

Puisque que cette tâche doit être fréquemment accomplie, les lecteurs de configurations fournissent un ensemble d'accesseurs permettant de gérer les entiers, les flottants et les booléens plus facilement. Le cas des booléens est

1. Config parsers allow for heavy customization. If you are interested in changing the behaviour outlined by the footnote reference, consult the *Customizing Parser Behaviour* section.

le plus pertinent. En effet, vous ne pouvez pas vous contenter d'utiliser la fonction `bool()` directement puisque `bool('False')` renvoie `True`. C'est pourquoi les lecteurs fournissent également la méthode *getboolean()*. Cette méthode n'est pas sensible à la casse et interprète correctement les valeurs booléennes associées aux chaînes de caractères comme `'yes'-'no'`, `'on'-'off'`, `'true'-'false'` et `'1'-'0'`[1]. Par exemple :

```
>>> topsecret.getboolean('ForwardX11')
False
>>> config['bitbucket.org'].getboolean('ForwardX11')
True
>>> config.getboolean('bitbucket.org', 'Compression')
True
```

En plus de *getboolean()*, les lecteurs de configurations fournissent également des méthodes similaires comme *getint()* et *getfloat()*. Vous pouvez enregistrer vos propres convertisseurs et personnaliser ceux déjà fournis.[1]

14.2.3 Valeurs de substitution

Comme pour un dictionnaire, vous pouvez utiliser la méthode `get()` d'une section en spécifiant une valeur de substitution :

```
>>> topsecret.get('Port')
'50022'
>>> topsecret.get('CompressionLevel')
'9'
>>> topsecret.get('Cipher')
>>> topsecret.get('Cipher', '3des-cbc')
'3des-cbc'
```

Notez que les valeurs par défaut sont prioritaires par rapport aux valeurs de substitution. Dans note exemple, la valeur de la clé `CompressionLevel` était spécifiée uniquement dans la section `DEFAULT`. Si nous essayons de la récupérer depuis la section `'topsecret.server.com'`, nous obtenons la valeur par défaut, même en ayant spécifié une valeur de substitution :

```
>>> topsecret.get('CompressionLevel', '3')
'9'
```

Il est important de savoir que la méthode `get()` appelée au niveau de l'analyseur fournit une interface particulière et plus complexe, qui est maintenue pour des raisons de rétrocompatibilité. Vous pouvez fournir une valeur de substitution via l'argument obligatoirement nommé `fallback` :

```
>>> config.get('bitbucket.org', 'monster',
...            fallback='No such things as monsters')
'No such things as monsters'
```

L'argument `fallback` peut être utilisé de la même façon avec les méthodes *getint()*, *getfloat()* et *getboolean()*. Par exemple :

```
>>> 'BatchMode' in topsecret
False
>>> topsecret.getboolean('BatchMode', fallback=True)
True
>>> config['DEFAULT']['BatchMode'] = 'no'
>>> topsecret.getboolean('BatchMode', fallback=True)
False
```

14.2.4 Structure des fichiers *INI* prise en change

Un fichier de configuration est constitué de sections. Chacune des sections commence par un en-tête `[section]`, suivi d'une liste de définitions clés-valeurs séparées par une chaîne de caractères spécifique (= ou `:` par défaut[1]). Par défaut, les noms des sections sont sensibles à la casse mais pas les clés[1]. Les caractères d'espacement en début et en fin des clés et des valeurs sont supprimés. Les valeurs peuvent être absentes, auquel cas il est possible d'omettre le délimiteur entre clé et valeur. Les valeurs peuvent s'étendre sur plusieurs lignes, à partir du moment où les lignes supplémentaires sont plus indentées que la première ligne. Les lignes vides peuvent être considérées comme faisant partie des valeurs multi lignes, en fonction de la configuration de l'analyseur.

Les fichiers de configuration peuvent contenir des commentaires, préfixés par des caractères spécifiques (`#` et `;` par défaut[1]). Les commentaires peuvent apparaître à l'emplacement d'une ligne vide, et peuvent aussi être indentés.[1]

Par exemple :

```
[Simple Values]
key=value
spaces in keys=allowed
spaces in values=allowed as well
spaces around the delimiter = obviously
you can also use : to delimit keys from values

[All Values Are Strings]
values like this: 1000000
or this: 3.14159265359
are they treated as numbers? : no
integers, floats and booleans are held as: strings
can use the API to get converted values directly: true

[Multiline Values]
chorus: I'm a lumberjack, and I'm okay
    I sleep all night and I work all day

[No Values]
key_without_value
empty string value here =

[You can use comments]
# like this
; or this

# By default only in an empty line.
# Inline comments can be harmful because they prevent users
# from using the delimiting characters as parts of values.
# That being said, this can be customized.

    [Sections Can Be Indented]
        can_values_be_as_well = True
        does_that_mean_anything_special = False
        purpose = formatting for readability
        multiline_values = are
            handled just fine as
            long as they are indented
            deeper than the first line
            of a value
        # Did I mention we can indent comments, too?
```

14.2.5 Interpolation des valeurs

La classe *ConfigParser* prend en charge l'interpolation, en plus des fonctionnalités de base. Cela signifie que les valeurs peuvent être traitées avant d'être renvoyées par les appels aux méthodes `get()`.

class configparser.**BasicInterpolation**

Implémentation par défaut utilisée par la classe *ConfigParser*. Celle-ci permet aux valeurs de contenir des chaînes de formatage se référant à d'autres valeurs dans la même section, ou bien à des valeurs dans la section spéciale par défaut[1]. D'autres valeurs par défaut peuvent être fournies au moment de l'initialisation de cette classe.

Par exemple :

```
[Paths]
home_dir: /Users
my_dir: %(home_dir)s/lumberjack
my_pictures: %(my_dir)s/Pictures

[Escape]
gain: 80%%  # use a %% to escape the % sign (% is the only character that␣
↪needs to be escaped)
```

Dans l'exemple ci-dessus, une classe `Configparser` dont l'attribut *interpolation* vaut `BasicInterpolation()` interprète la chaîne de caractères `%(home_dir)s` en utilisant la valeur de la clé `home_dir` (`/Users` dans ce cas). `%(my_dir)s` est interprétée comme `/Users/lumberjack`. Les interpolations sont effectuées à la volée. Ainsi, les clés utilisées comme référence à l'intérieur des chaînes de formatage peuvent être définies dans le fichier de configuration dans n'importe quel ordre.

Si l'attribut `interpolation` vaut `None`, le lecteur renvoie `%(my_dir)s/Pictures` comme valeur pour `my_pictures` et `%(home_dir)s/lumberjack` comme valeur pour `my_dir`.

class configparser.**ExtendedInterpolation**

Autre façon de gérer l'interpolation en utilisant une syntaxe plus avancée, utilisée par exemple par `zc.buildout`. Cette syntaxe étendue utilise la chaîne de formatage `{section:option}` pour désigner une valeur appartenant à une autre section. L'interpolation peut s'étendre sur plusieurs niveaux. Par commodité, si la partie `{section}` est absente, l'interpolation utilise la section courante par défaut (et, le cas échéant, les valeurs de la section par défaut spéciale).

Voici comment transformer la configuration ci-dessus avec la syntaxe d'interpolation étendue :

```
[Paths]
home_dir: /Users
my_dir: ${home_dir}/lumberjack
my_pictures: ${my_dir}/Pictures

[Escape]
cost: $$80  # use a $$ to escape the $ sign ($ is the only character that␣
↪needs to be escaped)
```

Vous pouvez également récupérer des valeurs appartenant aux autres sections :

```
[Common]
home_dir: /Users
library_dir: /Library
system_dir: /System
macports_dir: /opt/local

[Frameworks]
Python: 3.2
path: ${Common:system_dir}/Library/Frameworks/

[Arthur]
nickname: Two Sheds
last_name: Jackson
my_dir: ${Common:home_dir}/twosheds
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
my_pictures: ${my_dir}/Pictures
python_dir: ${Frameworks:path}/Python/Versions/${Frameworks:Python}
```

14.2.6 Protocole d'accès associatif

Nouveau dans la version 3.2.

Le terme « protocole d'accès associatif » est utilisé pour décrire la fonctionnalité qui permet d'utiliser des objets personnalisés comme s'il s'agissait de dictionnaires. Dans le cas du module *configparser*, l'implémentation du protocole utilise la notation `parser['section']['option']`.

En particulier, `parser['section']` renvoie un mandataire vers les données de la section correspondantes dans l'analyseur. Cela signifie que les valeurs ne sont pas copiées, mais prélevées depuis l'analyseur initial à la demande. Plus important encore, lorsque les valeurs sont changées dans un mandataire pour une section, elles sont en réalité changées dans l'analyseur initial.

Les objets du module *configparser* se comportent le plus possible comme des vrais dictionnaires. L'interface est complète et suit les définitions fournies par la classe abstraite *MutableMapping*. Cependant, il faut prendre en compte un certain nombre de différences :

- Par défaut, toutes les clés des sections sont accessibles sans respect de la casse[1]. Par exemple, `for option in parser["section"]` renvoie uniquement les clés telles que transformées par la méthode `optionxform`, c'est-à-dire des clés transformées en minuscules. De même, pour une section contenant la clé `a`, les deux expressions suivantes renvoient `True` :

  ```
  "a" in parser["section"]
  "A" in parser["section"]
  ```

- Toutes les sections incluent en plus les valeurs de la section `DEFAULTSECT`. Cela signifie qu'appeler `clear()` sur une section ne la fera pas forcément apparaître vide. En effet, les valeurs par défaut ne peuvent pas être supprimées de la section (car, techniquement, elles n'y sont pas présentes). Si vous détruisez une valeur par défaut qui a été écrasée dans une section, alors la valeur par défaut sera de nouveau visible. Essayer de détruire une valeur par défaut lève l'exception *KeyError*.
- La section `DEFAULTSECT` ne peut pas être supprimée :
  - l'exception *ValueError* est levée si on essaye de la supprimer ;
  - appeler `parser.clear()` la laisse intacte ;
  - appeler `` `parser.popitem() `` ne la renvoie jamais.
- Le deuxième argument de `parser.get(section, option, **kwargs)` n'est **pas** une valeur de substitution. Notez cependant que les méthodes `get()` fournies par les sections sont compatibles à la fois avec le protocole associatif et avec l'API classique de *configparser*.
- La méthode `parser.items()` est compatible avec le protocole d'accès associatif et renvoie une liste de paires *section_name*, *section_proxy*, en incluant la section *DEFAULTSECT*. Cependant, cette méthode peut aussi être appelée avec des arguments : `parser.items(section, raw, vars)`. Dans ce cas, la méthode renvoie une liste de paires *option*, *value* pour la section spécifiée, en interprétant les interpolations (à moins d'utiliser `raw=True`).

Le protocole d'accès est implémenté au-dessus de l'ancienne API. Ainsi, les sous-classes qui écrasent des méthodes de l'interface originale se comportent correctement du point de vue du protocole d'accès.

14.2.7 Personnalisation du comportement de l'analyseur

Il existe pratiquement autant de variations du format *INI* que d'applications qui l'utilisent. Le module *configparser* fait son possible pour gérer le plus grand nombre de variantes raisonnables du style *INI*. Le comportement par défaut est principalement contraint par des raisons historiques. De ce fait, il est très probable qu'il soit nécessaire de personnaliser certaines des fonctionnalités de ce module.

La méthode la plus fréquemment utilisée pour changer la façon dont se comporte un analyseur est d'utiliser les options de la méthode `__init__()` :

— *defaults*, valeur par défaut : `None`
Cette option accepte un dictionnaire de paires clé—valeurs qui seront placées dans la section `DEFAULT` initialement. Ceci est une façon élégante de prendre en charge des fichiers de configuration qui n'ont pas besoin de spécifier de valeurs lorsque celles-ci sont identiques aux valeurs par défaut documentées.
Conseil : utilisez la méthode `read_dict()` avant de lire le ficher de configuration si vous voulez spécifier des valeurs par défaut pour une section spécifique.

— *dict_type*, default value : *collections.OrderedDict*
This option has a major impact on how the mapping protocol will behave and how the written configuration files look. With the default ordered dictionary, every section is stored in the order they were added to the parser. Same goes for options within sections.
An alternative dictionary type can be used for example to sort sections and options on write-back. You can also use a regular dictionary for performance reasons.
Please note : there are ways to add a set of key-value pairs in a single operation. When you use a regular dictionary in those operations, the order of the keys will be ordered because dict preserves order from Python 3.7. For example :

```
>>> parser = configparser.ConfigParser()
>>> parser.read_dict({'section1': {'key1': 'value1',
...                                'key2': 'value2',
...                                'key3': 'value3'},
...                   'section2': {'keyA': 'valueA',
...                                'keyB': 'valueB',
...                                'keyC': 'valueC'},
...                   'section3': {'foo': 'x',
...                                'bar': 'y',
...                                'baz': 'z'}
... })
>>> parser.sections()
['section1', 'section2', 'section3']
>>> [option for option in parser['section3']]
['foo', 'bar', 'baz']
```

— *allow_no_value*, valeur par défaut : `False`
Certains fichiers de configurations sont connus pour contenir des options sans valeur associée, tout en se conformant à la syntaxe prise en charge par le module *configparser* par ailleurs. Pour indiquer que de telles valeurs sont acceptables, utilisez le paramètre *allow_no_value* lors de la construction de l'instance :

```
>>> import configparser

>>> sample_config = """
... [mysqld]
...   user = mysql
...   pid-file = /var/run/mysqld/mysqld.pid
...   skip-external-locking
...   old_passwords = 1
...   skip-bdb
...   # we don't need ACID today
...   skip-innodb
... """
>>> config = configparser.ConfigParser(allow_no_value=True)
>>> config.read_string(sample_config)
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
>>> # Settings with values are treated as before:
>>> config["mysqld"]["user"]
'mysql'

>>> # Settings without values provide None:
>>> config["mysqld"]["skip-bdb"]

>>> # Settings which aren't specified still raise an error:
>>> config["mysqld"]["does-not-exist"]
Traceback (most recent call last):
  ...
KeyError: 'does-not-exist'
```

— *delimiters*, valeur par défaut : `('=', ':')`
Chaînes de caractères qui séparent les clés des valeurs à l'intérieur d'une section. La première occurrence d'une telle chaîne à l'intérieur d'une ligne est considérée comme un délimiteur. Cela signifie que les valeurs peuvent contenir certains des délimiteurs (mais pas les clés).
Voir aussi l'argument *space_around_delimiters* de la méthode *ConfigParser.write()*.

— *comment_prefixes* (préfixes de commentaire) — valeur par défaut : `('#', ';')`

— *inline_comment_prefixes* (préfixes de commentaire en ligne) — valeur par défaut : `('#', ';')`
Les préfixes de commentaire indiquent le début d'un commentaire valide au sein d'un fichier de configuration. Ils ne peuvent être utilisés qu'à l'emplacement d'une ligne vide (potentiellement indentée). En revanche, les préfixes de commentaires en ligne peuvent être utilisés après n'importe quelle valeur valide (comme les noms des sections, les options et les lignes vides). Par défaut, les commentaires en ligne sont désactivés et les préfixes utilisés pour les commentaires à l'emplacement d'une ligne vide sont '#' et `';'`.
Modifié dans la version 3.2 : Les précédentes versions du module *configparser* se comportent comme en utilisant `comment_prefixes=('#',';')` et `inline_comment_prefixes=(';',)`.
Notez que les analyseurs ne prennent pas en charge l'échappement des préfixes de commentaires. Ainsi, l'utilisation de *inline_comment_prefixes* peut empêcher les utilisateurs de spécifier des valeurs qui contiennent des caractères utilisés comme préfixe de commentaire. Dans le doute, il est recommandé de ne pas utiliser *inline_comment_prefixes*. Dans tous les cas, la seule façon de stocker des préfixes de commentaires au début d'une valeur multi lignes est d'interpoler ceux-ci, par exemple :

```
>>> from configparser import ConfigParser, ExtendedInterpolation
>>> parser = ConfigParser(interpolation=ExtendedInterpolation())
>>> # the default BasicInterpolation could be used as well
>>> parser.read_string("""
... [DEFAULT]
... hash = #
...
... [hashes]
... shebang =
...   ${hash}!/usr/bin/env python
...   ${hash} -*- coding: utf-8 -*-
...
... extensions =
...   enabled_extension
...   another_extension
...   #disabled_by_comment
...   yet_another_extension
...
... interpolation not necessary = if # is not at line start
... even in multiline values = line #1
...   line #2
...   line #3
... """)
>>> print(parser['hashes']['shebang'])

#!/usr/bin/env python
# -*- coding: utf-8 -*-
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
>>> print(parser['hashes']['extensions'])

enabled_extension
another_extension
yet_another_extension
>>> print(parser['hashes']['interpolation not necessary'])
if # is not at line start
>>> print(parser['hashes']['even in multiline values'])
line #1
line #2
line #3
```

— *scrict*, valeur par défaut : `True`
Quand la valeur `True` est spécifiée, le parseur refuse toute section ou option dupliquée lors de la lecture d'une source unique (lorsque `read_file()`, `read_string()` ou `read_dict()` sont utilisées). Il est recommandé d'utiliser un mode de fonctionnement strict pour les analyseurs employés par de nouvelles applications.
Modifié dans la version 3.2 : Les versions précédentes du module *configparser* se comportent comme en utilisant `strict=False`.

— *empty_lines_in_values*, valeur par défaut : `True`
Du point de vue des analyseurs, les valeurs peuvent s'étendre sur plusieurs lignes à partir du moment où elles sont plus indentées que la clé qui les contient. Par défaut les analyseurs autorisent les lignes vides à faire partie de telles valeurs. Dans le même temps, les clés elles-mêmes peuvent être indentées de façon à rendre le fichier plus lisible. En conséquence, il est probable que l'utilisateur perde de vue la structure du fichier lorsque celui-ci devient long et complexe. Prenez par exemple :

```
[Section]
key = multiline
  value with a gotcha

 this = is still a part of the multiline value of 'key'
```

Ceci est particulièrement problématique si l'utilisateur a configuré son éditeur pour utiliser une police à chasse variable. C'est pourquoi il est conseillé de ne pas prendre en charge les valeurs avec des lignes vides, à moins que votre application en ait besoin. Dans ce cas, les lignes vides sont toujours interprétées comme séparant des clés. Dans l'exemple ci-dessus, cela produit deux clés : `key` et `this`.

— *default_section*, valeur par défaut : `configparser.DEFAULTSECT` (autrement dit : `"DEFAULT"`)
The convention of allowing a special section of default values for other sections or interpolation purposes is a powerful concept of this library, letting users create complex declarative configurations. This section is normally called `"DEFAULT"` but this can be customized to point to any other valid section name. Some typical values include : `"general"` or `"common"`. The name provided is used for recognizing default sections when reading from any source and is used when writing configuration back to a file. Its current value can be retrieved using the `parser_instance.default_section` attribute and may be modified at runtime (i.e. to convert files from one format to another).

— *interpolation*, default value : `configparser.BasicInterpolation`
Interpolation behaviour may be customized by providing a custom handler through the *interpolation* argument. `None` can be used to turn off interpolation completely, `ExtendedInterpolation()` provides a more advanced variant inspired by `zc.buildout`. More on the subject in the *dedicated documentation section*. *RawConfigParser* has a default value of `None`.

— *converters*, default value : not set
Config parsers provide option value getters that perform type conversion. By default *getint()*, *getfloat()*, and *getboolean()* are implemented. Should other getters be desirable, users may define them in a subclass or pass a dictionary where each key is a name of the converter and each value is a callable implementing said conversion. For instance, passing `{'decimal': decimal.Decimal}` would add `getdecimal()` on both the parser object and all section proxies. In other words, it will be possible to write both `parser_instance.getdecimal('section', 'key', fallback=0)` and `parser_instance['section'].getdecimal('key', 0)`.
If the converter needs to access the state of the parser, it can be implemented as a method on a config parser subclass. If the name of this method starts with `get`, it will be available on all section proxies, in the dict-

compatible form (see the `getdecimal()` example above).

More advanced customization may be achieved by overriding default values of these parser attributes. The defaults are defined on the classes, so they may be overridden by subclasses or by attribute assignment.

`ConfigParser.`**`BOOLEAN_STATES`**

Par défaut, la méthode *`getboolean()`* considère les valeurs suivantes comme vraies : *'1"*, `'yes'`, `'true'`, `'on'`, et les valeurs suivantes comme fausses : `'0'`, `'no'`, `'false'`, `'off'`. Vous pouvez changer ce comportement en spécifiant votre propre dictionnaire associant des chaînes de caractères à des valeurs booléennes. Par exemple :

```
>>> custom = configparser.ConfigParser()
>>> custom['section1'] = {'funky': 'nope'}
>>> custom['section1'].getboolean('funky')
Traceback (most recent call last):
...
ValueError: Not a boolean: nope
>>> custom.BOOLEAN_STATES = {'sure': True, 'nope': False}
>>> custom['section1'].getboolean('funky')
False
```

Other typical Boolean pairs include `accept`/`reject` or `enabled`/`disabled`.

`ConfigParser.`**`optionxform`**(*option*)

This method transforms option names on every read, get, or set operation. The default converts the name to lowercase. This also means that when a configuration file gets written, all keys will be lowercase. Override this method if that's unsuitable. For example :

```
>>> config = """
... [Section1]
... Key = Value
...
... [Section2]
... AnotherKey = Value
... """
>>> typical = configparser.ConfigParser()
>>> typical.read_string(config)
>>> list(typical['Section1'].keys())
['key']
>>> list(typical['Section2'].keys())
['anotherkey']
>>> custom = configparser.RawConfigParser()
>>> custom.optionxform = lambda option: option
>>> custom.read_string(config)
>>> list(custom['Section1'].keys())
['Key']
>>> list(custom['Section2'].keys())
['AnotherKey']
```

Note : The optionxform function transforms option names to a canonical form. This should be an idempotent function : if the name is already in canonical form, it should be returned unchanged.

`ConfigParser.`**`SECTCRE`**

A compiled regular expression used to parse section headers. The default matches `[section]` to the name `"section"`. Whitespace is considered part of the section name, thus `[ larch ]` will be read as a section of name `" larch "`. Override this attribute if that's unsuitable. For example :

```
>>> import re
>>> config = """
... [Section 1]
... option = value
...
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
... [  Section 2  ]
... another = val
... """
>>> typical = configparser.ConfigParser()
>>> typical.read_string(config)
>>> typical.sections()
['Section 1', '  Section 2  ']
>>> custom = configparser.ConfigParser()
>>> custom.SECTCRE = re.compile(r"\[ *(?P<header>[^]]+?) *\]")
>>> custom.read_string(config)
>>> custom.sections()
['Section 1', 'Section 2']
```

Note : While ConfigParser objects also use an `OPTCRE` attribute for recognizing option lines, it's not recommended to override it because that would interfere with constructor options *allow_no_value* and *delimiters*.

14.2.8 Legacy API Examples

Mainly because of backwards compatibility concerns, *configparser* provides also a legacy API with explicit `get`/`set` methods. While there are valid use cases for the methods outlined below, mapping protocol access is preferred for new projects. The legacy API is at times more advanced, low-level and downright counterintuitive.

An example of writing to a configuration file :

```
import configparser

config = configparser.RawConfigParser()

# Please note that using RawConfigParser's set functions, you can assign
# non-string values to keys internally, but will receive an error when
# attempting to write to a file or when you get it in non-raw mode. Setting
# values using the mapping protocol or ConfigParser's set() does not allow
# such assignments to take place.
config.add_section('Section1')
config.set('Section1', 'an_int', '15')
config.set('Section1', 'a_bool', 'true')
config.set('Section1', 'a_float', '3.1415')
config.set('Section1', 'baz', 'fun')
config.set('Section1', 'bar', 'Python')
config.set('Section1', 'foo', '%(bar)s is %(baz)s!')

# Writing our configuration file to 'example.cfg'
with open('example.cfg', 'w') as configfile:
    config.write(configfile)
```

An example of reading the configuration file again :

```
import configparser

config = configparser.RawConfigParser()
config.read('example.cfg')

# getfloat() raises an exception if the value is not a float
# getint() and getboolean() also do this for their respective types
a_float = config.getfloat('Section1', 'a_float')
an_int = config.getint('Section1', 'an_int')
print(a_float + an_int)
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
# Notice that the next output does not interpolate '%(bar)s' or '%(baz)s'.
# This is because we are using a RawConfigParser().
if config.getboolean('Section1', 'a_bool'):
    print(config.get('Section1', 'foo'))
```

To get interpolation, use *ConfigParser* :

```
import configparser

cfg = configparser.ConfigParser()
cfg.read('example.cfg')

# Set the optional *raw* argument of get() to True if you wish to disable
# interpolation in a single get operation.
print(cfg.get('Section1', 'foo', raw=False))  # -> "Python is fun!"
print(cfg.get('Section1', 'foo', raw=True))   # -> "%(bar)s is %(baz)s!"

# The optional *vars* argument is a dict with members that will take
# precedence in interpolation.
print(cfg.get('Section1', 'foo', vars={'bar': 'Documentation',
                                       'baz': 'evil'}))

# The optional *fallback* argument can be used to provide a fallback value
print(cfg.get('Section1', 'foo'))
      # -> "Python is fun!"

print(cfg.get('Section1', 'foo', fallback='Monty is not.'))
      # -> "Python is fun!"

print(cfg.get('Section1', 'monster', fallback='No such things as monsters.'))
      # -> "No such things as monsters."

# A bare print(cfg.get('Section1', 'monster')) would raise NoOptionError
# but we can also use:

print(cfg.get('Section1', 'monster', fallback=None))
      # -> None
```

Default values are available in both types of ConfigParsers. They are used in interpolation if an option used is not defined elsewhere.

```
import configparser

# New instance with 'bar' and 'baz' defaulting to 'Life' and 'hard' each
config = configparser.ConfigParser({'bar': 'Life', 'baz': 'hard'})
config.read('example.cfg')

print(config.get('Section1', 'foo'))     # -> "Python is fun!"
config.remove_option('Section1', 'bar')
config.remove_option('Section1', 'baz')
print(config.get('Section1', 'foo'))     # -> "Life is hard!"
```

14.2.9 ConfigParser Objects

class configparser.**ConfigParser**(*defaults=None*, *dict_type=collections.OrderedDict*, *allow_no_value=False*, *delimiters=('=', ' :')*, *comment_prefixes=('#', ';')*, *inline_comment_prefixes=None*, *strict=True*, *empty_lines_in_values=True*, *default_section=configparser.DEFAULTSECT*, *interpolation=BasicInterpolation()*, *converters={}*)

The main configuration parser. When *defaults* is given, it is initialized into the dictionary of intrinsic defaults. When *dict_type* is given, it will be used to create the dictionary objects for the list of sections, for the options within a section, and for the default values.

When *delimiters* is given, it is used as the set of substrings that divide keys from values. When *comment_prefixes* is given, it will be used as the set of substrings that prefix comments in otherwise empty lines. Comments can be indented. When *inline_comment_prefixes* is given, it will be used as the set of substrings that prefix comments in non-empty lines.

When *strict* is `True` (the default), the parser won't allow for any section or option duplicates while reading from a single source (file, string or dictionary), raising `DuplicateSectionError` or `DuplicateOptionError`. When *empty_lines_in_values* is `False` (default : `True`), each empty line marks the end of an option. Otherwise, internal empty lines of a multiline option are kept as part of the value. When *allow_no_value* is `True` (default : `False`), options without values are accepted ; the value held for these is `None` and they are serialized without the trailing delimiter.

When *default_section* is given, it specifies the name for the special section holding default values for other sections and interpolation purposes (normally named `"DEFAULT"`). This value can be retrieved and changed on runtime using the `default_section` instance attribute.

Interpolation behaviour may be customized by providing a custom handler through the *interpolation* argument. `None` can be used to turn off interpolation completely, `ExtendedInterpolation()` provides a more advanced variant inspired by `zc.buildout`. More on the subject in the *dedicated documentation section*.

All option names used in interpolation will be passed through the `optionxform()` method just like any other option name reference. For example, using the default implementation of `optionxform()` (which converts option names to lower case), the values `foo %(bar)s` and `foo %(BAR)s` are equivalent.

When *converters* is given, it should be a dictionary where each key represents the name of a type converter and each value is a callable implementing the conversion from string to the desired datatype. Every converter gets its own corresponding `get*()` method on the parser object and section proxies.

Modifié dans la version 3.1 : The default *dict_type* is `collections.OrderedDict`.

Modifié dans la version 3.2 : *allow_no_value*, *delimiters*, *comment_prefixes*, *strict*, *empty_lines_in_values*, *default_section* and *interpolation* were added.

Modifié dans la version 3.5 : The *converters* argument was added.

Modifié dans la version 3.7 : The *defaults* argument is read with `read_dict()`, providing consistent behavior across the parser : non-string keys and values are implicitly converted to strings.

defaults()

Return a dictionary containing the instance-wide defaults.

sections()

Return a list of the sections available ; the *default section* is not included in the list.

add_section(*section*)

Add a section named *section* to the instance. If a section by the given name already exists, `DuplicateSectionError` is raised. If the *default section* name is passed, `ValueError` is raised. The name of the section must be a string ; if not, `TypeError` is raised.

Modifié dans la version 3.2 : Non-string section names raise `TypeError`.

has_section(*section*)

Indicates whether the named *section* is present in the configuration. The *default section* is not acknowledged.

options(*section*)

Return a list of options available in the specified *section*.

has_option(*section*, *option*)

If the given *section* exists, and contains the given *option*, return `True` ; otherwise return `False`. If the specified *section* is `None` or an empty string, DEFAULT is assumed.

read(*filenames*, *encoding=None*)

Attempt to read and parse an iterable of filenames, returning a list of filenames which were successfully parsed.

If *filenames* is a string, a `bytes` object or a *path-like object*, it is treated as a single filename. If a file named in *filenames* cannot be opened, that file will be ignored. This is designed so that you can specify an iterable of potential configuration file locations (for example, the current directory, the user's home directory, and some system-wide directory), and all existing configuration files in the iterable will be read.

If none of the named files exist, the `ConfigParser` instance will contain an empty dataset. An application which requires initial values to be loaded from a file should load the required file or files using `read_file()` before calling `read()` for any optional files :

```
import configparser, os

config = configparser.ConfigParser()
config.read_file(open('defaults.cfg'))
config.read(['site.cfg', os.path.expanduser('~/.myapp.cfg')],
            encoding='cp1250')
```

Nouveau dans la version 3.2 : The *encoding* parameter. Previously, all files were read using the default encoding for `open()`.

Nouveau dans la version 3.6.1 : The *filenames* parameter accepts a *path-like object*.

Nouveau dans la version 3.7 : The *filenames* parameter accepts a `bytes` object.

read_file(*f*, *source=None*)

Read and parse configuration data from *f* which must be an iterable yielding Unicode strings (for example files opened in text mode).

Optional argument *source* specifies the name of the file being read. If not given and *f* has a `name` attribute, that is used for *source*; the default is `'<???>'`.

Nouveau dans la version 3.2 : Replaces `readfp()`.

read_string(*string*, *source='<string>'*)

Parse configuration data from a string.

Optional argument *source* specifies a context-specific name of the string passed. If not given, `'<string>'` is used. This should commonly be a filesystem path or a URL.

Nouveau dans la version 3.2.

read_dict(*dictionary*, *source='<dict>'*)

Load configuration from any object that provides a dict-like `items()` method. Keys are section names, values are dictionaries with keys and values that should be present in the section. If the used dictionary type preserves order, sections and their keys will be added in order. Values are automatically converted to strings.

Optional argument *source* specifies a context-specific name of the dictionary passed. If not given, `<dict>` is used.

This method can be used to copy state between parsers.

Nouveau dans la version 3.2.

get(*section*, *option*, *, *raw=False*, *vars=None*[, *fallback*])

Get an *option* value for the named *section*. If *vars* is provided, it must be a dictionary. The *option* is looked up in *vars* (if provided), *section*, and in *DEFAULTSECT* in that order. If the key is not found and *fallback* is provided, it is used as a fallback value. `None` can be provided as a *fallback* value.

All the `'%'` interpolations are expanded in the return values, unless the *raw* argument is true. Values for interpolation keys are looked up in the same manner as the option.

Modifié dans la version 3.2 : Arguments *raw*, *vars* and *fallback* are keyword only to protect users from trying to use the third argument as the *fallback* fallback (especially when using the mapping protocol).

getint(*section*, *option*, *, *raw=False*, *vars=None*[, *fallback*])

A convenience method which coerces the *option* in the specified *section* to an integer. See `get()` for explanation of *raw*, *vars* and *fallback*.

getfloat(*section*, *option*, *, *raw=False*, *vars=None*[, *fallback*])

A convenience method which coerces the *option* in the specified *section* to a floating point number. See `get()` for explanation of *raw*, *vars* and *fallback*.

getboolean(*section*, *option*, *, *raw=False*, *vars=None*[, *fallback*])
A convenience method which coerces the *option* in the specified *section* to a Boolean value. Note that the accepted values for the option are `'1'`, `'yes'`, `'true'`, and `'on'`, which cause this method to return `True`, and `'0'`, `'no'`, `'false'`, and `'off'`, which cause it to return `False`. These string values are checked in a case-insensitive manner. Any other value will cause it to raise *ValueError*. See *get()* for explanation of *raw*, *vars* and *fallback*.

items(*raw=False*, *vars=None*)

items(*section*, *raw=False*, *vars=None*)
When *section* is not given, return a list of *section_name*, *section_proxy* pairs, including DEFAULTSECT.
Otherwise, return a list of *name*, *value* pairs for the options in the given *section*. Optional arguments have the same meaning as for the *get()* method.

set(*section*, *option*, *value*)
If the given section exists, set the given option to the specified value; otherwise raise *NoSectionError*. *option* and *value* must be strings; if not, *TypeError* is raised.

write(*fileobject*, *space_around_delimiters=True*)
Write a representation of the configuration to the specified *file object*, which must be opened in text mode (accepting strings). This representation can be parsed by a future *read()* call. If *space_around_delimiters* is true, delimiters between keys and values are surrounded by spaces.

remove_option(*section*, *option*)
Remove the specified *option* from the specified *section*. If the section does not exist, raise *NoSectionError*. If the option existed to be removed, return *True*; otherwise return *False*.

remove_section(*section*)
Remove the specified *section* from the configuration. If the section in fact existed, return `True`. Otherwise return `False`.

optionxform(*option*)
Transforms the option name *option* as found in an input file or as passed in by client code to the form that should be used in the internal structures. The default implementation returns a lower-case version of *option*; subclasses may override this or client code can set an attribute of this name on instances to affect this behavior.
You don't need to subclass the parser to use this method, you can also set it on an instance, to a function that takes a string argument and returns a string. Setting it to `str`, for example, would make option names case sensitive :

```
cfgparser = ConfigParser()
cfgparser.optionxform = str
```

Note that when reading configuration files, whitespace around the option names is stripped before *optionxform()* is called.

readfp(*fp*, *filename=None*)
Obsolète depuis la version 3.2 : Use *read_file()* instead.
Modifié dans la version 3.2 : *readfp()* now iterates on *fp* instead of calling `fp.readline()`.
For existing code calling *readfp()* with arguments which don't support iteration, the following generator may be used as a wrapper around the file-like object :

```
def readline_generator(fp):
    line = fp.readline()
    while line:
        yield line
        line = fp.readline()
```

Instead of `parser.readfp(fp)` use `parser.read_file(readline_generator(fp))`.

`configparser.`**MAX_INTERPOLATION_DEPTH**
The maximum depth for recursive interpolation for `get()` when the *raw* parameter is false. This is relevant only when the default *interpolation* is used.

14.2.10 RawConfigParser Objects

class configparser.**RawConfigParser**(*defaults=None*, *dict_type=collections.OrderedDict*, *allow_no_value=False*, ***, *delimiters=('=', ' :')*, *comment_prefixes=('#', ';')*, *inline_comment_prefixes=None*, *strict=True*, *empty_lines_in_values=True*, *default_section=configparser.DEFAULTSECT*[, *interpolation*])

Legacy variant of the *ConfigParser*. It has interpolation disabled by default and allows for non-string section names, option names, and values via its unsafe `add_section` and `set` methods, as well as the legacy `defaults=` keyword argument handling.

Note : Consider using *ConfigParser* instead which checks types of the values to be stored internally. If you don't want interpolation, you can use `ConfigParser(interpolation=None)`.

---

add_section(*section*)

Add a section named *section* to the instance. If a section by the given name already exists, *DuplicateSectionError* is raised. If the *default section* name is passed, *ValueError* is raised.

Type of *section* is not checked which lets users create non-string named sections. This behaviour is unsupported and may cause internal errors.

set(*section*, *option*, *value*)

If the given section exists, set the given option to the specified value; otherwise raise *NoSectionError*. While it is possible to use *RawConfigParser* (or *ConfigParser* with *raw* parameters set to true) for *internal* storage of non-string values, full functionality (including interpolation and output to files) can only be achieved using string values.

This method lets users assign non-string values to keys internally. This behaviour is unsupported and will cause errors when attempting to write to a file or get it in non-raw mode. **Use the mapping protocol API** which does not allow such assignments to take place.

14.2.11 Exceptions

exception configparser.**Error**

Base class for all other *configparser* exceptions.

exception configparser.**NoSectionError**

Exception raised when a specified section is not found.

exception configparser.**DuplicateSectionError**

Exception raised if `add_section()` is called with the name of a section that is already present or in strict parsers when a section if found more than once in a single input file, string or dictionary.

Nouveau dans la version 3.2 : Optional `source` and `lineno` attributes and arguments to `__init__()` were added.

exception configparser.**DuplicateOptionError**

Exception raised by strict parsers if a single option appears twice during reading from a single file, string or dictionary. This catches misspellings and case sensitivity-related errors, e.g. a dictionary may have two keys representing the same case-insensitive configuration key.

exception configparser.**NoOptionError**

Exception raised when a specified option is not found in the specified section.

exception configparser.**InterpolationError**

Base class for exceptions raised when problems occur performing string interpolation.

exception configparser.**InterpolationDepthError**

Exception raised when string interpolation cannot be completed because the number of iterations exceeds *MAX_INTERPOLATION_DEPTH*. Subclass of *InterpolationError*.

exception configparser.**InterpolationMissingOptionError**
Exception raised when an option referenced from a value does not exist. Subclass of *InterpolationError*.

exception configparser.**InterpolationSyntaxError**
Exception raised when the source text into which substitutions are made does not conform to the required syntax. Subclass of *InterpolationError*.

exception configparser.**MissingSectionHeaderError**
Exception raised when attempting to parse a file which has no section headers.

exception configparser.**ParsingError**
Exception raised when errors occur attempting to parse a file.
Modifié dans la version 3.2 : The `filename` attribute and `__init__()` argument were renamed to `source` for consistency.

Notes

14.3 `netrc` — traitement de fichier *netrc*

Code source : Lib/netrc.py

La classe *netrc* analyse et encapsule le format de fichier *netrc* utilisé par le programme Unix **ftp** et d'autres clients FTP.

class netrc.**netrc**([*file*])
Une instance de *netrc* ou une instance de sous-classe encapsule les données à partir d'un fichier *netrc*. L'argument d'initialisation, s'il est présent, précise le fichier à analyser. Si aucun argument n'est donné, le fichier `.netrc` dans le répertoire d'accueil de l'utilisateur -- déterminé par *os.path.expanduser()* -- est lu. Sinon, l'exception *FileNotFoundError* sera levée. Les erreurs d'analyse lèveront *NetrcParseError* avec les informations de diagnostic, y compris le nom de fichier, le numéro de ligne, et le lexème. Si aucun argument n'est spécifié dans un système POSIX, la présence de mots de passe dans le fichier `.netrc` lèvera *NetrcParseError* si la propriété du fichier ou les permissions ne sont pas sécurisées (propriété d'un utilisateur autre que l'utilisateur exécutant le processus ou accessible en lecture ou en écriture par n'importe quel autre utilisateur). Le niveau de sécurité offert est ainsi équivalent à celui de ftp et d'autres programmes utilisant `netrc`.
Modifié dans la version 3.4 : Ajout de la vérification d'autorisations POSIX.
Modifié dans la version 3.7 : *os.path.expanduser()* est utilisée pour trouver l'emplacement du fichier `netrc` lorsque *file* n'est pas passé en tant qu'argument.

exception netrc.**NetrcParseError**
Exception levée par la classe *netrc* lorsque des erreurs syntaxiques sont rencontrées dans le texte source. Les instances de cette exception fournissent trois attributs intéressants : `msg` est une explication textuelle de l'erreur, `filename` est le nom du fichier source et `lineno` donne le numéro de la ligne sur laquelle l'erreur a été trouvée.

14.3.1 Objets *netrc*

Une instance *netrc* a les méthodes suivantes :

`netrc.`**authenticators**(*host*)
Renvoie un triplet `(login, account, password)` pour s'authentifier auprès de l'hôte *host*. Si le fichier *netrc* ne contient pas d'entrée pour l'hôte donné, renvoie le tuple associé à l'entrée par défaut. Si aucun hôte correspondant ni aucune entrée par défaut n'est disponible, renvoie `None`.

`netrc.`**__repr__**()
Déverse les données de la classe sous forme de chaîne dans le format d'un fichier *netrc*. (Ceci ignore les commentaires et peut réorganiser les entrées).

Les instances de *netrc* ont des variables d'instance publiques :

netrc.**hosts**
Dictionnaire faisant correspondre les noms d'hôtes dans des tuples (login, account, password). L'entrée par défaut, le cas échéant, est représentée en tant que pseudo-hôte par ce nom.

netrc.**macros**
Dictionnaire faisant correspondre les noms de macro en listes de chaînes.

Note : Les mots de passe sont limités à un sous-ensemble du jeu de caractères ASCII. Toute ponctuation ASCII est autorisée dans les mots de passe, cependant notez que les espaces et les caractères non imprimables ne sont pas autorisés dans les mots de passe. C'est une limitation de la façon dont le fichier *.netrc* est analysé et pourra être supprimée à l'avenir.

14.4 xdrlib --- Encode and decode XDR data

Code source : Lib/xdrlib.py

The *xdrlib* module supports the External Data Representation Standard as described in **RFC 1014**, written by Sun Microsystems, Inc. June 1987. It supports most of the data types described in the RFC.

The *xdrlib* module defines two classes, one for packing variables into XDR representation, and another for unpacking from XDR representation. There are also two exception classes.

class xdrlib.**Packer**
Packer is the class for packing data into XDR representation. The *Packer* class is instantiated with no arguments.

class xdrlib.**Unpacker**(*data*)
Unpacker is the complementary class which unpacks XDR data values from a string buffer. The input buffer is given as *data*.

Voir aussi :

RFC 1014 - XDR : External Data Representation Standard This RFC defined the encoding of data which was XDR at the time this module was originally written. It has apparently been obsoleted by **RFC 1832**.

RFC 1832 - XDR : External Data Representation Standard Newer RFC that provides a revised definition of XDR.

14.4.1 Packer Objects

Packer instances have the following methods :

Packer.**get_buffer**()
Returns the current pack buffer as a string.

Packer.**reset**()
Resets the pack buffer to the empty string.

In general, you can pack any of the most common XDR data types by calling the appropriate pack_type() method. Each method takes a single argument, the value to pack. The following simple data type packing methods are supported : pack_uint(), pack_int(), pack_enum(), pack_bool(), pack_uhyper(), and pack_hyper().

Packer.**pack_float**(*value*)
Packs the single-precision floating point number *value*.

Packer.**pack_double**(*value*)
Packs the double-precision floating point number *value*.

The following methods support packing strings, bytes, and opaque data :

Packer.**pack_fstring**(*n*, *s*)
Packs a fixed length string, *s*. *n* is the length of the string but it is *not* packed into the data buffer. The string is padded with null bytes if necessary to guaranteed 4 byte alignment.

Packer.**pack_fopaque**(*n*, *data*)
Packs a fixed length opaque data stream, similarly to *pack_fstring()*.

Packer.**pack_string**(*s*)
Packs a variable length string, *s*. The length of the string is first packed as an unsigned integer, then the string data is packed with *pack_fstring()*.

Packer.**pack_opaque**(*data*)
Packs a variable length opaque data string, similarly to *pack_string()*.

Packer.**pack_bytes**(*bytes*)
Packs a variable length byte stream, similarly to *pack_string()*.

The following methods support packing arrays and lists :

Packer.**pack_list**(*list*, *pack_item*)
Packs a *list* of homogeneous items. This method is useful for lists with an indeterminate size ; i.e. the size is not available until the entire list has been walked. For each item in the list, an unsigned integer `1` is packed first, followed by the data value from the list. *pack_item* is the function that is called to pack the individual item. At the end of the list, an unsigned integer `0` is packed.

For example, to pack a list of integers, the code might appear like this :

```
import xdrlib
p = xdrlib.Packer()
p.pack_list([1, 2, 3], p.pack_int)
```

Packer.**pack_farray**(*n*, *array*, *pack_item*)
Packs a fixed length list (*array*) of homogeneous items. *n* is the length of the list ; it is *not* packed into the buffer, but a *ValueError* exception is raised if `len(array)` is not equal to *n*. As above, *pack_item* is the function used to pack each element.

Packer.**pack_array**(*list*, *pack_item*)
Packs a variable length *list* of homogeneous items. First, the length of the list is packed as an unsigned integer, then each element is packed as in *pack_farray()* above.

14.4.2 Unpacker Objects

The *Unpacker* class offers the following methods :

Unpacker.**reset**(*data*)
Resets the string buffer with the given *data*.

Unpacker.**get_position**()
Returns the current unpack position in the data buffer.

Unpacker.**set_position**(*position*)
Sets the data buffer unpack position to *position*. You should be careful about using *get_position()* and *set_position()*.

Unpacker.**get_buffer**()
Returns the current unpack data buffer as a string.

Unpacker.**done**()
Indicates unpack completion. Raises an *Error* exception if all of the data has not been unpacked.

In addition, every data type that can be packed with a *Packer*, can be unpacked with an *Unpacker*. Unpacking methods are of the form `unpack_type()`, and take no arguments. They return the unpacked object.

`Unpacker.`**`unpack_float`**`()`
Unpacks a single-precision floating point number.

`Unpacker.`**`unpack_double`**`()`
Unpacks a double-precision floating point number, similarly to *unpack_float()*.

In addition, the following methods unpack strings, bytes, and opaque data :

`Unpacker.`**`unpack_fstring`**`(`*n*`)`
Unpacks and returns a fixed length string. *n* is the number of characters expected. Padding with null bytes to guaranteed 4 byte alignment is assumed.

`Unpacker.`**`unpack_fopaque`**`(`*n*`)`
Unpacks and returns a fixed length opaque data stream, similarly to *unpack_fstring()*.

`Unpacker.`**`unpack_string`**`()`
Unpacks and returns a variable length string. The length of the string is first unpacked as an unsigned integer, then the string data is unpacked with *unpack_fstring()*.

`Unpacker.`**`unpack_opaque`**`()`
Unpacks and returns a variable length opaque data string, similarly to *unpack_string()*.

`Unpacker.`**`unpack_bytes`**`()`
Unpacks and returns a variable length byte stream, similarly to *unpack_string()*.

The following methods support unpacking arrays and lists :

`Unpacker.`**`unpack_list`**`(`*unpack_item*`)`
Unpacks and returns a list of homogeneous items. The list is unpacked one element at a time by first unpacking an unsigned integer flag. If the flag is `1`, then the item is unpacked and appended to the list. A flag of `0` indicates the end of the list. *unpack_item* is the function that is called to unpack the items.

`Unpacker.`**`unpack_farray`**`(`*n*, *unpack_item*`)`
Unpacks and returns (as a list) a fixed length array of homogeneous items. *n* is number of list elements to expect in the buffer. As above, *unpack_item* is the function used to unpack each element.

`Unpacker.`**`unpack_array`**`(`*unpack_item*`)`
Unpacks and returns a variable length *list* of homogeneous items. First, the length of the list is unpacked as an unsigned integer, then each element is unpacked as in *unpack_farray()* above.

14.4.3 Exceptions

Exceptions in this module are coded as class instances :

`exception` `xdrlib.`**`Error`**
The base exception class. *Error* has a single public attribute `msg` containing the description of the error.

`exception` `xdrlib.`**`ConversionError`**
Class derived from *Error*. Contains no additional instance variables.

Here is an example of how you would catch one of these exceptions :

```
import xdrlib
p = xdrlib.Packer()
try:
    p.pack_double(8.01)
except xdrlib.ConversionError as instance:
    print('packing the double failed:', instance.msg)
```

14.5 plistlib --- Generate and parse Mac OS X .plist files

Code source : Lib/plistlib.py

This module provides an interface for reading and writing the ”property list” files used mainly by Mac OS X and supports both binary and XML plist files.

The property list (`.plist`) file format is a simple serialization supporting basic object types, like dictionaries, lists, numbers and strings. Usually the top level object is a dictionary.

To write out and to parse a plist file, use the *dump()* and *load()* functions.

To work with plist data in bytes objects, use *dumps()* and *loads()*.

Values can be strings, integers, floats, booleans, tuples, lists, dictionaries (but only with string keys), *Data*, *bytes*, `bytesarray` or *datetime.datetime* objects.

Modifié dans la version 3.4 : New API, old API deprecated. Support for binary format plists added.

Voir aussi :

PList manual page Apple's documentation of the file format.

Ce module définit les fonctions suivantes :

`plistlib.`**`load`**(*fp*, *, *fmt=None*, *use_builtin_types=True*, *dict_type=dict*)

Read a plist file. *fp* should be a readable and binary file object. Return the unpacked root object (which usually is a dictionary).

The *fmt* is the format of the file and the following values are valid :
— *None* : Autodetect the file format
— *FMT_XML* : XML file format
— *FMT_BINARY* : Binary plist format

If *use_builtin_types* is true (the default) binary data will be returned as instances of *bytes*, otherwise it is returned as instances of *Data*.

The *dict_type* is the type used for dictionaries that are read from the plist file.

XML data for the *FMT_XML* format is parsed using the Expat parser from *xml.parsers.expat* -- see its documentation for possible exceptions on ill-formed XML. Unknown elements will simply be ignored by the plist parser.

The parser for the binary format raises `InvalidFileException` when the file cannot be parsed.

Nouveau dans la version 3.4.

`plistlib.`**`loads`**(*data*, *, *fmt=None*, *use_builtin_types=True*, *dict_type=dict*)

Load a plist from a bytes object. See *load()* for an explanation of the keyword arguments.

Nouveau dans la version 3.4.

`plistlib.`**`dump`**(*value*, *fp*, *, *fmt=FMT_XML*, *sort_keys=True*, *skipkeys=False*)

Write *value* to a plist file. *Fp* should be a writable, binary file object.

The *fmt* argument specifies the format of the plist file and can be one of the following values :
— *FMT_XML* : XML formatted plist file
— *FMT_BINARY* : Binary formatted plist file

When *sort_keys* is true (the default) the keys for dictionaries will be written to the plist in sorted order, otherwise they will be written in the iteration order of the dictionary.

When *skipkeys* is false (the default) the function raises *TypeError* when a key of a dictionary is not a string, otherwise such keys are skipped.

A *TypeError* will be raised if the object is of an unsupported type or a container that contains objects of unsupported types.

An *OverflowError* will be raised for integer values that cannot be represented in (binary) plist files.

Nouveau dans la version 3.4.

plistlib.**dumps**(*value*, ***, *fmt=FMT_XML*, *sort_keys=True*, *skipkeys=False*)
Return *value* as a plist-formatted bytes object. See the documentation for *dump()* for an explanation of the keyword arguments of this function.

Nouveau dans la version 3.4.

The following functions are deprecated :

plistlib.**readPlist**(*pathOrFile*)
Read a plist file. *pathOrFile* may be either a file name or a (readable and binary) file object. Returns the unpacked root object (which usually is a dictionary).

This function calls *load()* to do the actual work, see the documentation of *that function* for an explanation of the keyword arguments.

Obsolète depuis la version 3.4 : Use *load()* instead.

Modifié dans la version 3.7 : Dict values in the result are now normal dicts. You no longer can use attribute access to access items of these dictionaries.

plistlib.**writePlist**(*rootObject*, *pathOrFile*)
Write *rootObject* to an XML plist file. *pathOrFile* may be either a file name or a (writable and binary) file object

Obsolète depuis la version 3.4 : Use *dump()* instead.

plistlib.**readPlistFromBytes**(*data*)
Read a plist data from a bytes object. Return the root object.

See *load()* for a description of the keyword arguments.

Obsolète depuis la version 3.4 : Use *loads()* instead.

Modifié dans la version 3.7 : Dict values in the result are now normal dicts. You no longer can use attribute access to access items of these dictionaries.

plistlib.**writePlistToBytes**(*rootObject*)
Return *rootObject* as an XML plist-formatted bytes object.

Obsolète depuis la version 3.4 : Use *dumps()* instead.

The following classes are available :

class plistlib.**Data**(*data*)
Return a ”data” wrapper object around the bytes object *data*. This is used in functions converting from/to plists to represent the `<data>` type available in plists.

It has one attribute, `data`, that can be used to retrieve the Python bytes object stored in it.

Obsolète depuis la version 3.4 : Use a *bytes* object instead.

The following constants are available :

plistlib.**FMT_XML**
The XML format for plist files.

Nouveau dans la version 3.4.

plistlib.**FMT_BINARY**
The binary format for plist files

Nouveau dans la version 3.4.

14.5.1 Exemples

Generating a plist :

```
pl = dict(
    aString = "Doodah",
    aList = ["A", "B", 12, 32.1, [1, 2, 3]],
    aFloat = 0.1,
    anInt = 728,
    aDict = dict(
        anotherString = "<hello & hi there!>",
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
        aThirdString = "M\xe4ssig, Ma\xdf",
        aTrueValue = True,
        aFalseValue = False,
    ),
    someData = b"<binary gunk>",
    someMoreData = b"<lots of binary gunk>" * 10,
    aDate = datetime.datetime.fromtimestamp(time.mktime(time.gmtime())),
)
with open(fileName, 'wb') as fp:
    dump(pl, fp)
```

Parsing a plist :

```
with open(fileName, 'rb') as fp:
    pl = load(fp)
print(pl["aKey"])
```

CHAPITRE 15

Service de cryptographie

Les modules décrits dans ce chapitre mettent en œuvre divers algorithmes cryptographiques. Ils peuvent, ou pas, être disponibles, en fonction de l'installation Sur les systèmes Unix, le module *crypt* peut aussi être disponible. Voici une vue d'ensemble :

15.1 `hashlib` --- Algorithmes de hachage sécurisés et synthèse de messages

Code source : Lib/hashlib.py

Ce module implémente une interface commune à différents algorithmes de hachage sécurisés et de synthèse de messages. Sont inclus les algorithmes standards FIPS de hachage SHA1, SHA224, SHA256, SHA384, et SHA512 (définis dans FIPS 180-2) ainsi que l'algorithme MD5 de RSA (défini par la **RFC 1321**). Les termes "algorithmes de hachage sécurisé" et "algorithme de synthèse de message" sont interchangeables. Les anciens algorithmes étaient appelés" algorithmes de synthèse de messages". Le terme moderne est "algorithme de hachage sécurisé".

Note : Si vous préférez utiliser les fonctions de hachage *adler32* ou *crc32*, elles sont disponibles dans le module *zlib*.

Avertissement : Certains algorithmes ont des faiblesses connues relatives à la collision, se référer à la section "Voir aussi" à la fin.

15.1.1 Algorithmes de hachage

Il y a un constructeur nommé selon chaque type de *hash*. Tous retournent un objet haché avec la même interface. Par exemple : utilisez `sha256()` pour créer un objet haché de type SHA-256. Vous pouvez maintenant utiliser cet objet *bytes-like objects* (normalement des `bytes`) en utilisant la méthode `update()`. À tout moment vous pouvez demander le *digest* de la concaténation des données fournies en utilisant les méthodes `digest()` ou `hexdigest()`.

Note : Pour de meilleures performances avec de multiples fils d'exécution, le *GIL* Python est relâché pour des données dont la taille est supérieure à 2047 octets lors de leur création ou leur mise à jour.

Note : Fournir des objets chaînes de caractères à la méthode `update()` n'est pas implémenté, comme les fonctions de hachages travaillent sur des *bytes* et pas sur des caractères.

Les constructeurs pour les algorithmes de hachage qui sont toujours présents dans ce module sont `sha1()`, `sha224()`, `sha256()`, `sha384()`, `sha512()`, `blake2b()`, et `blake2s()`. `md5()` est normalement disponible aussi, mais il peut être manquant si vous utilisez une forme rare de Python "conforme FIPS" . Des algorithmes additionnels peuvent aussi être disponibles dépendant de la librairie OpenSSL que Python utilise sur votre plate-forme. Sur la plupart des plates-formes les fonctions `sha3_224()`, `sha3_256()`, `sha3_384()`, `sha3_512()`, `shake_128()`, `shake_256()` sont aussi disponibles.

Nouveau dans la version 3.6 : Les constructeurs SHA3 (Keccak) et SHAKE `sha3_224()`, `sha3_256()`, `sha3_384()`, `sha3_512()`, `shake_128()`, `shake_256()`.

Nouveau dans la version 3.6 : Les fonctions `blake2b()` et `blake2s()` ont été ajoutées.

Par exemple, pour obtenir l'empreinte de la chaîne `b'Nobody inspects the spammish repetition'` :

```
>>> import hashlib
>>> m = hashlib.sha256()
>>> m.update(b"Nobody inspects")
>>> m.update(b" the spammish repetition")
>>> m.digest()
b'\x03\x1e\xdd}Ae\x15\x93\xc5\xfe\\\x00o\xa5u+7\xfd\xdf\xf7\xbcN\x84:\xa6\xaf\x0c\
↪x95\x0fK\x94\x06'
>>> m.digest_size
32
>>> m.block_size
64
```

En plus condensé :

```
>>> hashlib.sha224(b"Nobody inspects the spammish repetition").hexdigest()
'a4337bc45a8fc544c03f52dc550cd6e1e87021bc896588bd79e901e2'
```

`hashlib.`**`new`**(*name*[, *data*])

Est un constructeur générique qui prend comme premier paramètre le nom de l'algorithme désiré (*name*) . Il existe pour permettre l'accès aux algorithmes listés ci-dessus ainsi qu'aux autres algorithmes que votre librairie OpenSSL peut offrir. Les constructeurs nommés sont beaucoup plus rapides que `new()` et doivent être privilégiés.

En utilisant `new()` avec un algorithme fourni par OpenSSL :

```
>>> h = hashlib.new('ripemd160')
>>> h.update(b"Nobody inspects the spammish repetition")
>>> h.hexdigest()
'cc4a5ce1b3df48aec5d22d1f16b894a0b894eccc'
```

Hashlib fournit les constantes suivantes :

hashlib.**algorithms_guaranteed**
Un ensemble contenant les noms des algorithmes de hachage garantis d'être implémentés par ce module sur toutes les plate-formes. Notez que *md5* est dans cette liste malgré certains éditeurs qui offrent une implémentation Python de la librairie compatible FIPS l'excluant.

Nouveau dans la version 3.2.

hashlib.**algorithms_available**
Un ensemble contenant les noms des algorithmes de hachage disponibles dans l'interpréteur Python. Ces noms sont reconnus lorsqu'ils sont passés à la fonction *new()*. *algorithms_guaranteed* est toujours un sous-ensemble. Le même algorithme peut apparaître plusieurs fois dans cet ensemble sous un nom différent (grâce à OpenSSL).

Nouveau dans la version 3.2.

Les valeurs suivantes sont fournis en tant qu'attributs constants des objets hachés retournés par les constructeurs :

hash.**digest_size**
La taille du *hash* résultant en octets.

hash.**block_size**
La taille interne d'un bloc de l'algorithme de hachage en octets.

L'objet haché possède les attributs suivants :

hash.**name**
Le nom canonique de cet objet haché, toujours en minuscule et toujours transmissible à la fonction *new()* pour créer un autre objet haché de ce type.

Modifié dans la version 3.4 : L'attribut *name* est présent dans CPython depuis sa création, mais n'était pas spécifié formellement jusqu'à Python 3.4, il peut ne pas exister sur certaines plate-formes.

L'objet haché possède les méthodes suivantes :

hash.**update**(*data*)
Met à jour l'objet haché avec *bytes-like object*. Les appels répétés sont équivalent à la concaténation de tous les arguments : `m.update(a); m.update(b)` est équivalent à `m.update(a+b)`.

Modifié dans la version 3.1 : Le GIL Python est relâché pour permettre aux autres fils d'exécution de tourner pendant que la fonction de hachage met à jour des données plus larges que 2047 octets, lorsque les algorithmes fournis par OpenSSL sont utilisés.

hash.**digest**()
Renvoie le *digest* des données passées à la méthode *update()*. C'est un objet de type *bytes* de taille *digest_size* qui contient des octets dans l'intervalle 0 à 255.

hash.**hexdigest**()
Comme la méthode *digest()* sauf que le *digest* renvoyé est une chaîne de caractères de longueur double, contenant seulement des chiffres hexadécimaux. Cela peut être utilisé pour échanger sans risque des valeurs dans les *e-mails* ou dans les environnements non binaires.

hash.**copy**()
Renvoie une copie ("clone") de l'objet haché. Cela peut être utilisé pour calculer efficacement les *digests* de données partageant des sous-chaînes communes.

15.1.2 Synthèse de messages de taille variable SHAKE

Les algorithmes `shake_128()` et `shake_256()` fournissent des messages de longueur variable avec des `longueurs_en_bits // 2` jusqu'à 128 ou 256 bits de sécurité. Leurs méthodes *digests* requièrent une longueur. Les longueurs maximales ne sont pas limitées par l'algorithme SHAKE.

shake.**digest**(*length*)
Renvoie le *digest* des données passées à la méthode `update()`. C'est un objet de type *bytes* de taille *length* qui contient des octets dans l'intervalle 0 à 255.

shake.**hexdigest**(*length*)
Comme la méthode *digest()* sauf que le *digest* renvoyé est une chaîne de caractères de longueur double,

contenant seulement des chiffres hexadécimaux. Cela peut être utilisé pour échanger sans risque des valeurs dans les *e-mails* ou dans les environnements non binaires.

15.1.3 Dérivation de clé

Les algorithmes de dérivation de clés et d'étirement de clés sont conçus pour le hachage sécurisé de mots de passe. Des algorithmes naïfs comme `sha1(password)` ne sont pas résistants aux attaques par force brute. Une bonne fonction de hachage doit être paramétrable, lente, et inclure un sel.

`hashlib.`**`pbkdf2_hmac`**(*hash_name*, *password*, *salt*, *iterations*, *dklen=None*)

La fonction fournit une fonction de dérivation PKCS#5 (*Public Key Cryptographic Standards #5 v2.0*). Elle utilise HMAC comme fonction de pseudo-aléatoire.

La chaîne de caractères *hash_name* est le nom de l'algorithme de hachage désiré pour le HMAC, par exemple `"sha1"` ou `"sha256"`. *password* et *salt* sont interprétés comme des tampons d'octets. Les applications et bibliothèques doivent limiter *password* à une longueur raisonnable (comme `1024`). *salt* doit être de 16 octets ou plus provenant d'une source correcte, e.g. *os.urandom()*.

Le nombre d'*iterations* doit être choisi sur la base de l'algorithme de hachage et de la puissance de calcul. En 2013, au moins 100000 itérations de SHA-256 sont recommandées.

dklen est la longueur de la clé dérivée. Si *dklen* vaut `None` alors la taille du message de l'algorithme de hachage *hash_name* est utilisé, e.g. 64 pour SHA-512.

```
>>> import hashlib, binascii
>>> dk = hashlib.pbkdf2_hmac('sha256', b'password', b'salt', 100000)
>>> binascii.hexlify(dk)
b'0394a2ede332c9a13eb82e9b24631604c31df978b4e2f0fbd2c549944f9d79a5'
```

Nouveau dans la version 3.4.

Note : Une implémentation rapide de *pbkdf2_hmac* est disponible avec OpenSSL. L'implémentation Python utilise une version anonyme de *hmac*. Elle est trois fois plus lente et ne libère pas le GIL.

`hashlib.`**`scrypt`**(*password*, ***, *salt*, *n*, *r*, *p*, *maxmem=0*, *dklen=64*)

La fonction fournit la fonction de dérivation de clé *scrypt* comme définie dans **RFC 7914**.

password et *salt* doivent être des *bytes-like objects*. Les applications et bibliothèques doivent limiter *password* à une longueur raisonnable (e.g. 1024). *salt* doit être de 16 octets ou plus provenant d'une source correcte, e.g. *os.urandom()*.

n est le facteur de coût CPU/Mémoire, *r* la taille de bloc, *p* le facteur de parallélisation et *maxmem* limite la mémoire (OpenSSL 1.1.0 limite à 32 MB par défaut). *dklen* est la longueur de la clé dérivée.

Disponibilité : OpenSSL 1.1+.

Nouveau dans la version 3.6.

15.1.4 BLAKE2

BLAKE2 est une fonction de hachage cryptographique définie dans la **RFC 7693** et disponible en deux versions :

- **BLAKE2b**, optimisée pour les plates-formes 64-bit et produisant des messages de toutes tailles entre 1 et 64 octets,
- **BLAKE2s**, optimisée pour les plates-formes de 8 à 32-bit et produisant des messages de toutes tailles entre 1 et 32 octets.

BLAKE2 gère diverses fonctionnalités **keyed mode** (un remplacement plus rapide et plus simple pour HMAC), **salted hashing**, **personalization**, et **tree hashing**.

Les objets hachés de ce module suivent l'API des objets du module *hashlib* de la librairie standard.

Création d'objets hachés

Les nouveaux objets hachés sont créés en appelant les constructeurs :

hashlib.**blake2b**(*data=b''*, ***, *digest_size=64*, *key=b''*, *salt=b''*, *person=b''*, *fanout=1*, *depth=1*, *leaf_size=0*, *node_offset=0*, *node_depth=0*, *inner_size=0*, *last_node=False*)

hashlib.**blake2s**(*data=b''*, ***, *digest_size=32*, *key=b''*, *salt=b''*, *person=b''*, *fanout=1*, *depth=1*, *leaf_size=0*, *node_offset=0*, *node_depth=0*, *inner_size=0*, *last_node=False*)

Ces fonctions produisent l'objet haché correspondant aux calculs de BLAKE2b ou BLAKE2s. Elles prennent ces paramètres optionnels :

— *data* : morceau initial de données à hacher, qui doit être un objet de type *bytes-like object*. Il peut être passé comme argument positionnel.
— *digest_size* : taille en sortie du message en octets.
— *key* : clé pour les code d'authentification de message *keyed hashing* (jusqu'à 64 octets pour BLAKE2b, jusqu'à 32 octets pour BLAKE2s).
— *salt* : sel pour le hachage randomisé *randomized hashing* (jusqu'à 16 octets pour BLAKE2b, jusqu'à 8 octets pour BLAKE2s).
— *person* : chaîne de personnalisation (jusqu'à 16 octets pour BLAKE2b, jusqu'à 8 octets pour BLAKE2s).

Le tableau suivant présente les limites des paramètres généraux (en octets) :

Hash	digest_size	len(key)	len(salt)	len(person)
BLAKE2b	64	64	16	16
BLAKE2s	32	32	8	8

Note : Les spécifications de BLAKE2 définissent des longueurs constantes pour les sel et chaînes de personnalisation, toutefois, par commodité, cette implémentation accepte des chaînes *byte* de n'importe quelle taille jusqu'à la longueur spécifiée. Si la longueur du paramètre est moindre par rapport à celle spécifiée, il est complété par des zéros, ainsi, par exemple, `b'salt'` et `b'salt\x00'` sont la même valeur (Ce n'est pas le cas pour *key*.)

Ces tailles sont disponibles comme *constants* du module et décrites ci-dessous.

Les fonctions constructeur acceptent aussi les paramètres suivants pour le *tree hashing* :

— *fanout* : *fanout* (0 à 255, 0 si illimité, 1 en mode séquentiel).
— *depth* : profondeur maximale de l'arbre (1 à 255, 255 si illimité, 1 en mode séquentiel).
— *leaf_size* : taille maximale en octets d'une feuille (0 à 2**32-1, 0 si illimité ou en mode séquentiel).
— *node_offset* : décalage de nœud (0 à 2**64-1 pour BLAKE2b, 0 à 2**48-1 pour BLAKE2s, 0 pour la première feuille la plus à gauche, ou en mode séquentiel).
— *node_depth* : profondeur de nœuds (0 à 255, 0 pour les feuilles, ou en mode séquentiel).
— *inner_size* : taille interne du message (0 à 64 pour BLAKE2b, 0 à 32 pour BLAKE2s, 0 en mode séquentiel).
— *last_node* : booléen indiquant si le nœud traité est le dernier (*False* pour le mode séquentiel).

Voir section 2.10 dans BLAKE2 specification pour une approche compréhensive du *tree hashing*.

Constantes

blake2b.**SALT_SIZE**

blake2s.**SALT_SIZE**

Longueur du sel (longueur maximale acceptée par les constructeurs).

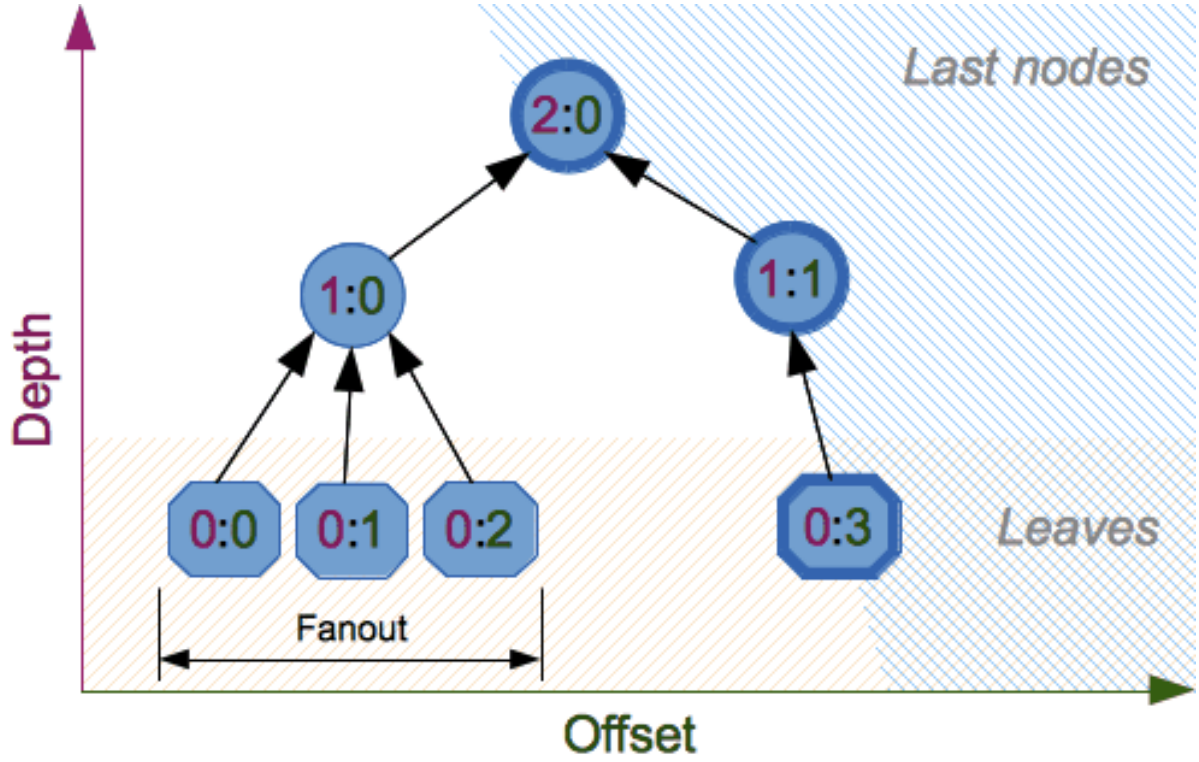
blake2b.**PERSON_SIZE**

blake2s.**PERSON_SIZE**

Longueur de la chaîne de personnalisation (longueur maximale acceptée par les constructeurs).

blake2b.**MAX_KEY_SIZE**

blake2s.**MAX_KEY_SIZE**



Taille maximale de clé.

`blake2b.`**`MAX_DIGEST_SIZE`**

`blake2s.`**`MAX_DIGEST_SIZE`**

Taille maximale du message que peut fournir la fonction de hachage.

Exemples

Hachage simple

Pour calculer les *hash* de certaines données, vous devez d'abord construire un objet haché en appelant la fonction constructeur appropriée (*`blake2b()`* or *`blake2s()`*), ensuite le mettre à jour avec les données en appelant la méthode `update()` sur l'objet, et, pour finir, récupérer l'empreinte du message en appelant la méthode `digest()` (ou `hexdigest()` pour les chaînes hexadécimales).

```
>>> from hashlib import blake2b
>>> h = blake2b()
>>> h.update(b'Hello world')
>>> h.hexdigest()

↪'6ff843ba685842aa82031d3f53c48b66326df7639a63d128974c5c14f31a0f33343a8c65551134ed1ae0f2b0dd2bb4
↪'
```

Pour raccourcir, vous pouvez passer directement au constructeur, comme argument positionnel, le premier morceau du message à mettre à jour :

```
>>> from hashlib import blake2b
>>> blake2b(b'Hello world').hexdigest()

↪'6ff843ba685842aa82031d3f53c48b66326df7639a63d128974c5c14f31a0f33343a8c65551134ed1ae0f2b0dd2bb4
↪'
```

Vous pouvez appeler la méthode *hash.update()* autant de fois que nécessaire pour mettre à jour le *hash* de manière itérative :

```
>>> from hashlib import blake2b
>>> items = [b'Hello', b' ', b'world']
>>> h = blake2b()
>>> for item in items:
...     h.update(item)
>>> h.hexdigest()

↪'6ff843ba685842aa82031d3f53c48b66326df7639a63d128974c5c14f31a0f33343a8c65551134ed1ae0f2b0dd2bb4
↪'
```

Usage de tailles d'empreintes différentes

BLAKE2 permet de configurer la taille des empreintes jusqu'à 64 octets pour BLAKE2b et jusqu'à 32 octets pour BLAKE2s. Par exemple, pour remplacer SHA-1 par BLAKE2b sans changer la taille de la sortie, nous pouvons dire à BLAKE2b de produire une empreinte de 20 octets :

```
>>> from hashlib import blake2b
>>> h = blake2b(digest_size=20)
>>> h.update(b'Replacing SHA1 with the more secure function')
>>> h.hexdigest()
'd24f26cf8de66472d58d4e1b1774b4c9158b1f4c'
>>> h.digest_size
20
>>> len(h.digest())
20
```

Les objets hachés avec différentes tailles d'empreintes ont des sorties complètement différentes (les *hash* plus courts *ne sont pas* des préfixes de *hash* plus longs) ; BLAKE2b et BLAKE2s produisent des sorties différentes même si les longueurs des sorties sont les mêmes :

```
>>> from hashlib import blake2b, blake2s
>>> blake2b(digest_size=10).hexdigest()
'6fa1d8fcfd719046d762'
>>> blake2b(digest_size=11).hexdigest()
'eb6ec15daf9546254f0809'
>>> blake2s(digest_size=10).hexdigest()
'1bf21a98c78a1c376ae9'
>>> blake2s(digest_size=11).hexdigest()
'567004bf96e4a25773ebf4'
```

Code d'authentification de message

Le hachage avec clé (*keyed hashing* en anglais) est une alternative plus simple et plus rapide à un code d'authentification d'une empreinte cryptographique de message avec clé (HMAC). BLAKE2 peut être utilisé de manière sécurisée dans le mode préfixe MAC grâce à la propriété d'indifférentiabilité héritée de BLAKE.

Cet exemple montre comment obtenir un code d'authentification de message de 128-bit (en hexadécimal) pour un message `b'message data'` avec la clé `b'pseudorandom key'` :

```
>>> from hashlib import blake2b
>>> h = blake2b(key=b'pseudorandom key', digest_size=16)
>>> h.update(b'message data')
>>> h.hexdigest()
'3d363ff7401e02026f4a4687d4863ced'
```

Comme exemple pratique, une application web peut chiffrer symétriquement les *cookies* envoyés aux utilisateurs et les vérifier plus tard pour être certaine qu'ils n'aient pas été altérés :

```
>>> from hashlib import blake2b
>>> from hmac import compare_digest
>>>
>>> SECRET_KEY = b'pseudorandomly generated server secret key'
>>> AUTH_SIZE = 16
>>>
>>> def sign(cookie):
...     h = blake2b(digest_size=AUTH_SIZE, key=SECRET_KEY)
...     h.update(cookie)
...     return h.hexdigest().encode('utf-8')
>>>
>>> def verify(cookie, sig):
...     good_sig = sign(cookie)
...     return compare_digest(good_sig, sig)
>>>
>>> cookie = b'user-alice'
>>> sig = sign(cookie)
>>> print("{0},{1}".format(cookie.decode('utf-8'), sig))
user-alice,b'43b3c982cf697e0c5ab22172d1ca7421'
>>> verify(cookie, sig)
True
>>> verify(b'user-bob', sig)
False
>>> verify(cookie, b'0102030405060708090a0b0c0d0e0f00')
False
```

Même s'il possède en natif la création de code d'authentification de message (MAC), BLAKE2 peut, bien sûr, être utilisé pour construire un HMAC en combinaison du module *hmac* :

```
>>> import hmac, hashlib
>>> m = hmac.new(b'secret key', digestmod=hashlib.blake2s)
>>> m.update(b'message')
>>> m.hexdigest()
'e3c8102868d28b5ff85fc35dda07329970d1a01e273c37481326fe0c861c8142'
```

Hachage randomisé

En définissant le paramètre *salt* les utilisateurs peuvent introduire de l'aléatoire dans la fonction de hachage. Le hachage randomisé est utile pour se protéger des attaques par collisions sur les fonctions de hachage utilisées dans les signatures numériques.

> Le hachage aléatoire est conçu pour les situations où une partie, le préparateur du message, génère tout ou partie d'un message à signer par une seconde partie, le signataire du message. Si le préparateur du message est capable de trouver des collisions sur la fonction cryptographique de hachage (i.e., deux messages produisant la même valeur une fois hachés), alors ils peuvent préparer des versions significatives du message qui produiront les mêmes *hachs* et même signature mais avec des résultats différents (e.g. transférer 1000000$ sur un compte plutôt que 10$). Les fonctions cryptographiques de hachage ont été conçues dans le but de résister aux collisions, mais la concentration actuelle d'attaques sur les fonctions de hachage peut avoir pour conséquence qu'une fonction de hachage donnée soit moins résistante qu'attendu. Le hachage aléatoire offre au signataire une protection supplémentaire en réduisant la probabilité que le préparateur puisse générer deux messages ou plus qui renverront la même valeur haché lors du processus de génération de la signature --- même s'il est pratique de trouver des collisions sur la fonction de hachage. Toutefois, l'utilisation du hachage aléatoire peut réduire le niveau de sécurité fourni par une signature numérique lorsque tous les morceaux du message sont préparés par le signataire.
>
> (NIST SP-800-106 "Randomized Hashing for Digital Signatures", article en anglais)

Dans BLAKE2, le sel est passé une seule fois lors de l'initialisation de la fonction de hachage, plutôt qu'à chaque appel d'une fonction de compression.

Avertissement : *Salted hashing* (ou juste hachage) avec BLAKE2 ou toute autre fonction de hachage générique, comme SHA-256, ne convient pas pour le chiffrement des mots de passe. Voir BLAKE2 FAQ pour plus d'informations.

```
>>> import os
>>> from hashlib import blake2b
>>> msg = b'some message'
>>> # Calculate the first hash with a random salt.
>>> salt1 = os.urandom(blake2b.SALT_SIZE)
>>> h1 = blake2b(salt=salt1)
>>> h1.update(msg)
>>> # Calculate the second hash with a different random salt.
>>> salt2 = os.urandom(blake2b.SALT_SIZE)
>>> h2 = blake2b(salt=salt2)
>>> h2.update(msg)
>>> # The digests are different.
>>> h1.digest() != h2.digest()
True
```

Personnalisation

Parfois il est utile de forcer une fonction de hachage à produire différentes empreintes de message d'une même entrée pour différentes utilisations. Pour citer les auteurs de la fonction de hachage Skein :

> Nous recommandons que tous les développeurs d'application considèrent sérieusement de faire cela ; nous avons vu de nombreux protocoles où un *hash* était calculé à un endroit du protocole pour être utilisé à un autre endroit car deux calculs de *hash* étaient réalisés sur des données similaires ou liées, et qu'un attaquant peut forcer une application à prendre en entrée le même *hash*. Personnaliser chaque fonction de hachage utilisée dans le protocole stoppe immédiatement ce genre d'attaque.
>
> (The Skein Hash Function Family, p. 21, article en anglais)

BLAKE2 peut être personnalisé en passant des *bytes* à l'argument *person* :

```
>>> from hashlib import blake2b
>>> FILES_HASH_PERSON = b'MyApp Files Hash'
>>> BLOCK_HASH_PERSON = b'MyApp Block Hash'
>>> h = blake2b(digest_size=32, person=FILES_HASH_PERSON)
>>> h.update(b'the same content')
>>> h.hexdigest()
'20d9cd024d4fb086aae819a1432dd2466de12947831b75c5a30cf2676095d3b4'
>>> h = blake2b(digest_size=32, person=BLOCK_HASH_PERSON)
>>> h.update(b'the same content')
>>> h.hexdigest()
'cf68fb5761b9c44e7878bfb2c4c9aea52264a80b75005e65619778de59f383a3'
```

La personnalisation et le *keyed mode* peuvent être utilisés ensemble pour dériver différentes clés à partir d'une seule.

```
>>> from hashlib import blake2s
>>> from base64 import b64decode, b64encode
>>> orig_key = b64decode(b'Rm5EPJai72qcK3RGBpW3vPNfZy5OZothY+kHY6h21KM=')
>>> enc_key = blake2s(key=orig_key, person=b'kEncrypt').digest()
>>> mac_key = blake2s(key=orig_key, person=b'kMAC').digest()
>>> print(b64encode(enc_key).decode('utf-8'))
rbPb15S/Z9t+agffno5wuhB77VbRi6F9Iv2qIxU7WHw=
>>> print(b64encode(mac_key).decode('utf-8'))
G9GtHFE1YluXY1zWPlYk1e/nWfu0WSEb0KRcjhDeP/o=
```

Mode Arbre

L'exemple ci-dessous présente comment hacher un arbre minimal avec deux nœuds terminaux :

```
  10
 /  \
00  01
```

Cet exemple utilise en interne des empreintes de 64 octets, et produit finalement des empreintes 32 octets :

```
>>> from hashlib import blake2b
>>>
>>> FANOUT = 2
>>> DEPTH = 2
>>> LEAF_SIZE = 4096
>>> INNER_SIZE = 64
>>>
>>> buf = bytearray(6000)
>>>
>>> # Left leaf
... h00 = blake2b(buf[0:LEAF_SIZE], fanout=FANOUT, depth=DEPTH,
...               leaf_size=LEAF_SIZE, inner_size=INNER_SIZE,
...               node_offset=0, node_depth=0, last_node=False)
>>> # Right leaf
... h01 = blake2b(buf[LEAF_SIZE:], fanout=FANOUT, depth=DEPTH,
...               leaf_size=LEAF_SIZE, inner_size=INNER_SIZE,
...               node_offset=1, node_depth=0, last_node=True)
>>> # Root node
... h10 = blake2b(digest_size=32, fanout=FANOUT, depth=DEPTH,
...               leaf_size=LEAF_SIZE, inner_size=INNER_SIZE,
...               node_offset=0, node_depth=1, last_node=True)
>>> h10.update(h00.digest())
>>> h10.update(h01.digest())
>>> h10.hexdigest()
'3ad2a9b37c6070e374c7a8c508fe20ca86b6ed54e286e93a0318e95e881db5aa'
```

Crédits

BLAKE2 a été conçu par *Jean-Philippe Aumasson*, *Samuel Neves*, *Zooko Wilcox-O'Hearn*, et *Christian Winnerlein* basé sur SHA-3 finaliste BLAKE créé par *Jean-Philippe Aumasson*, *Luca Henzen*, *Willi Meier*, et *Raphael C.-W. Phan*.

Il utilise le cœur de l'algorithme de chiffrement de ChaCha conçu par *Daniel J. Bernstein*.

L'implémentation dans la librairie standard est basée sur le module pyblake2. Il a été écrit par *Dmitry Chestnykh* et basé sur l'implémentation C écrite par *Samuel Neves*. La documentation a été copiée depuis pyblake2 et écrite par *Dmitry Chestnykh*.

Le code C a été partiellement réécrit pour Python par *Christian Heimes*.

Le transfert dans le domaine publique s'applique pour l'implémentation C de la fonction de hachage, ses extensions et cette documentation :

> Tout en restant dans les limites de la loi, le(s) auteur(s) a (ont) consacré tous les droits d'auteur et droits connexes et voisins de ce logiciel au domaine public dans le monde entier. Ce logiciel est distribué sans aucune garantie.
>
> Vous devriez recevoir avec ce logiciel une copie de la licence *CC0 Public Domain Dedication*. Sinon, voir https://creativecommons.org/publicdomain/zero/1.0/.

Les personnes suivantes ont aidé au développement ou contribué aux modification du projet et au domaine public selon la licence Creative Commons Public Domain Dedication 1.0 Universal :

— *Alexandr Sokolovskiy*

Voir aussi :

Module *hmac* Un module pour générer des codes d'authentification utilisant des *hash*.

Module *base64* Un autre moyen d'encoder des *hash* binaires dans des environnements non binaires.

https://blake2.net Site officiel de BLAKE2.

https://csrc.nist.gov/csrc/media/publications/fips/180/2/archive/2002-08-01/documents/fips180-2.pdf La publication FIPS 180-2 sur les algorithmes de hachage sécurisés.

https://en.wikipedia.org/wiki/Cryptographic_hash_function#Cryptographic_hash_algorithms Article Wikipedia contenant les informations relatives aux algorithmes ayant des problèmes et leur interprétation au regard de leur utilisation.

https://www.ietf.org/rfc/rfc2898.txt PKCS #5 : Password-Based Cryptography Specification Version 2.0

15.2 hmac — Authentification de messages par hachage en combinaison avec une clé secrète

Code source : Lib/hmac.py

Ce module implémente l'algorithme HMAC tel que décrit par la **RFC 2104**.

hmac.**new**(*key*, *msg=None*, *digestmod=None*)

Return a new hmac object. *key* is a bytes or bytearray object giving the secret key. If *msg* is present, the method call `update(msg)` is made. *digestmod* is the digest name, digest constructor or module for the HMAC object to use. It supports any name suitable to *hashlib.new()* and defaults to the `hashlib.md5` constructor.

Modifié dans la version 3.4 : Le paramètre *key* peut être un *byte* ou un objet *bytearray*. Le paramètre *msg* peut être de n'importe quel type pris en charge par *hashlib*. Le paramètre *digestmod* peut être le nom d'un algorithme de hachage.

Deprecated since version 3.4, will be removed in version 3.8 : MD5 as implicit default digest for *digestmod* is deprecated.

hmac.**digest**(*key*, *msg*, *digest*)

Renvoie le code d'authentification de *msg*, pour la clé secrète *key* et à l'algorithme *digest* donné. La fonction est équivalente à `HMAC(key, msg, digest).digest()`, mais elle utilise une implémentation optimisée en C ou *inline*, qui est plus rapide pour les messages dont la taille leur permet de tenir en mémoire vive. Les paramètres *key*, *msg* et *digest* ont la même signification que pour *new()*.

Détail d'implémentation CPython, l'implémentation C optimisée n'est utilisée que lorsque le *digest* est une chaîne de caractères et le nom d'un algorithme de hachage implémenté dans OpenSSL.

Nouveau dans la version 3.7.

Un objet HMAC a les méthodes suivantes :

HMAC.**update**(*msg*)

Met à jour l'objet HMAC avec *msg*. Des appels répétés sont équivalents à un seul appel avec la concaténation de tous les arguments : `m.update(a); m.update(b)` est équivalent à `m.update(a + b)`.

Modifié dans la version 3.4 : Le paramètre *msg* peut être de n'importe quel type géré par *hashlib*.

HMAC.**digest**()

Renvoie le condensat des octets passés à la méthode *update()* jusque là. L'objet *bytes* renvoyé sera de la même longueur que la *digest_size* de la fonction de hachage donnée au constructeur. Il peut contenir des octets qui ne sont pas dans la table ASCII, y compris des octets NUL.

> **Avertissement :** Si vous devez vérifier la sortie de *digest()* avec un condensat obtenu par ailleurs par un service extérieur durant une routine de vérification, il est recommandé d'utiliser la fonction *compare_digest()* au lieu de l'opérateur == afin de réduire la vulnérabilité aux attaques temporelles.

HMAC.**hexdigest**()

Comme *digest()* sauf que ce condensat est renvoyé en tant que chaîne de caractères de taille doublée

contenant seulement des chiffres hexadécimaux. Cela permet d'échanger le résultat sans problèmes par e-mail ou dans d'autres environnements ne gérant pas les données binaires.

> **Avertissement :** Si l'on compare la sortie de *hexdigest()* avec celle d'un condensat connu obtenu par un service extérieur durant une routine de vérification, il est recommandé d'utiliser la fonction *compare_digest()* au lieu de l'opérateur == afin de réduire la vulnérabilité aux attaques basées sur les temps de réponse.

HMAC.**copy**()
Renvoie une copie (un clone) de l'objet HMAC. C'est utile pour calculer de manière efficace les empreintes cryptographiques de chaînes de caractères qui ont en commun une sous-chaîne initiale.

Un objet *code d'authentification de message* (HMAC) possède les attributs suivants :

HMAC.**digest_size**
La taille du code d'authentification (c-à-d de l'empreinte cryptographique) en octets.

HMAC.**block_size**
La taille interne d'un bloc de l'algorithme de hachage en octets.

Nouveau dans la version 3.4.

HMAC.**name**
Le nom canonique de ce HMAC, toujours en lettres minuscules, par exemple `hmac-md5`.

Nouveau dans la version 3.4.

Ce module fournit également la fonction utilitaire suivante :

hmac.**compare_digest**(*a*, *b*)
Renvoie `a == b`. Cette fonction a été conçue pour prévenir les attaques temporelles en évitant l'implémentation de courts-circuits basés sur le contenu, ce qui la rend appropriée pour de la cryptographie. *a* et *b* doivent être du même type : soit *str* (caractères ASCII seulement, comme retourné par *HMAC.hexdigest()* par exemple), ou *bytes-like object*.

> **Note :** Si *a* et *b* sont de longueurs différentes ou si une erreur se produit, une attaque temporelle pourrait en théorie obtenir des informations sur les types et longueurs de *a* et de *b*, mais pas sur leurs valeurs.

Nouveau dans la version 3.3.

Voir aussi :

Module *hashlib* Le module Python fournissant des fonctions de hachage sécurisé.

15.3 `secrets` — Générer des nombres aléatoires de façon sécurisée pour la gestion des secrets

Nouveau dans la version 3.6.

Code source : Lib/secrets.py

Le module *secrets* permet de générer des nombres aléatoires forts au sens de la cryptographie, adaptés à la gestion des mots de passe, à l'authentification des comptes, à la gestion des jetons de sécurité et des secrets associés.

Il faut préférer *secrets* par rapport au générateur pseudo-aléatoire du module *random*, ce dernier étant conçu pour la modélisation et la simulation, et non pour la sécurité ou la cryptographie.

Voir aussi :

PEP 506

15.3.1 Nombres aléatoires

Le module *secrets* fournit un accès à la source d'aléa la plus sûre disponible sur votre système d'exploitation.

class secrets.**SystemRandom**
Classe permettant de générer des nombres aléatoires à partir des sources d'aléa les plus sûres fournies par le système d'exploitation. Se référer à *random.SystemRandom* pour plus de détails.

secrets.**choice**(*sequence*)
Renvoie un élément choisi aléatoirement dans une séquence non-vide.

secrets.**randbelow**(*n*)
Renvoie un entier aléatoire dans l'intervalle [0, *n*).

secrets.**randbits**(*k*)
Renvoie un entier de *k* bits aléatoires.

15.3.2 Génération de jetons

Le module *secrets* fournit des fonctions pour la génération sécurisée de jetons adaptés à la réinitialisation de mots de passe, à la production d'URLs difficiles à deviner, etc.

secrets.**token_bytes**([*nbytes=None*])
Renvoie une chaîne d'octets aléatoire contenant *nbytes* octets. Si *nbytes* est `None` ou omis, une valeur par défaut raisonnable est utilisée.

```
>>> token_bytes(16)
b'\xebr\x17D*t\xae\xd4\xe3S\xb6\xe2\xebP1\x8b'
```

secrets.**token_hex**([*nbytes=None*])
Renvoie une chaîne de caractères aléatoire en hexadécimal. La chaîne comporte *nbytes* octets aléatoires, chaque octet étant écrit sous la forme de deux chiffres hexadécimaux. Si *nbytes* est `None` ou omis, une valeur par défaut raisonnable est utilisée.

```
>>> token_hex(16)
'f9bf78b9a18ce6d46a0cd2b0b86df9da'
```

secrets.**token_urlsafe**([*nbytes=None*])
Renvoie une chaîne de caractères aléatoire adaptée au format URL, contenant *nbytes* octets aléatoires. Le texte est encodé en base64, chaque octet produisant en moyenne 1,3 caractères. Si *nbytes* est `None` ou omis, une valeur par défaut raisonnable est utilisée.

```
>>> token_urlsafe(16)
'Drmhze6EPcv0fN_81Bj-nA'
```

Combien d'octets mon jeton doit-il comporter ?

Afin de se prémunir des attaques par force brute, les jetons doivent être suffisamment aléatoires. Malheureusement, l'augmentation de la puissance de calcul des ordinateurs leur permet de réaliser plus de tentatives dans le même laps de temps. De ce fait, le nombre de bits recommandé pour l'aléa augmente aussi. En 2015, une longueur de 32 octets (256 bits) aléatoires est généralement considérée suffisante pour les usages typiques du module *secrets*.

Si vous souhaitez gérer la longueur des jetons par vous-même, vous pouvez spécifier la quantité d'aléa à introduire dans les jetons en passant un argument *int* aux différentes fonctions `token_*`. Cet argument indique alors le nombre d'octets aléatoires utilisés pour la création du jeton.

Sinon, si aucun argument n'est passé ou si celui-ci est `None`, les fonctions `token_*` utilisent une valeur par défaut raisonnable à la place.

Note : Cette valeur par défaut est susceptible de changer à n'importe quel moment, y compris lors des mises à jour de maintenance.

15.3.3 Autres fonctions

`secrets.`**`compare_digest`**(*a*, *b*)

Renvoie `True` si les chaînes *a* et *b* sont égales et `False` sinon, d'une manière permettant de réduire le risque d'attaque temporelle. Se référer à *`hmac.compare_digest()`* pour plus de détails.

15.3.4 Recettes et bonnes pratiques

Cette section expose les recettes et les bonnes pratiques d'utilisation de *`secrets`* pour gérer un niveau minimal de sécurité.

Générer un mot de passe à huit caractères alphanumériques :

```
import string
alphabet = string.ascii_letters + string.digits
password = ''.join(choice(alphabet) for i in range(8))
```

Note : Les applications ne doivent jamais stocker des mots de passe dans un format permettant leur récupération, que ce soit en texte brut ou chiffré. Il convient que les mots de passe soient salés et transformés de façon irréversible par une fonction de hachage cryptographique.

Générer un mot de passe alphanumérique à dix caractères contenant au moins un caractère en minuscule, au moins un caractère en majuscule et au moins trois chiffres :

```
import string
alphabet = string.ascii_letters + string.digits
while True:
    password = ''.join(choice(alphabet) for i in range(10))
    if (any(c.islower() for c in password)
            and any(c.isupper() for c in password)
            and sum(c.isdigit() for c in password) >= 3):
        break
```

Générer une phrase de passe dans le style xkcd :

```
# On standard Linux systems, use a convenient dictionary file.
# Other platforms may need to provide their own word-list.
with open('/usr/share/dict/words') as f:
    words = [word.strip() for word in f]
    password = ' '.join(choice(words) for i in range(4))
```

Générer une URL temporaire difficile à deviner contenant un jeton de sécurité adapté à réinitialisation d'un mot de passe :

```
url = 'https://mydomain.com/reset=' + token_urlsafe()
```

CHAPITRE 16

Services génériques du système d'exploitation

Les modules documentés dans ce chapitre fournissent des interfaces vers des fonctionnalités communes à la grande majorité des systèmes d'exploitation, telles que les fichiers et l'horloge. Bien que ces interfaces soient classiquement calquées sur les interfaces Unix ou C, elles sont aussi disponibles sur la plupart des autres systèmes. En voici un aperçu.

16.1 `os` — Diverses interfaces pour le système d'exploitation

Code source : Lib/os.py

Ce module fournit une manière portable d'utiliser les fonctionnalités dépendantes du système d'exploitation. Si vous voulez uniquement lire ou écrire dans un fichier, voir *`open()`*, si vous voulez manipuler des chemins, voir le module *`os.path`*, et si vous voulez lire toutes les lignes de tous les fichiers listés par l'invite de commande, voir le module *`fileinput`*. Pour créer des fichiers temporaires, voir le module *`tempfile`*, et pour une manipulation haut niveau des fichiers et dossiers, voir le module *`shutil`*.

Notes sur la disponibilité de ces fonctions :

— La conception des modules natifs Python dépendants du système d'exploitation est qu'une même fonctionnalité utilise une même interface. Par exemple, la fonction `os.stat(path)` renvoie des informations sur les statistiques de *path* dans le même format (qui est originaire de l'interface POSIX).

— Les extensions propres à un certain système d'exploitation sont également disponible par le module *`os`*, mais les utiliser est bien entendu une menace pour la portabilité.

— Toutes les fonctions acceptant les chemins ou noms de fichiers acceptent aussi bien des *bytes* que des *string*, et si un chemin ou un nom de fichier est renvoyé, il sera du même type.

Note : All functions in this module raise *`OSError`* (or subclasses thereof) in the case of invalid or inaccessible file names and paths, or other arguments that have the correct type, but are not accepted by the operating system.

exception `os.`**error**
Un alias pour les exceptions natives *`OSError`*.

`os.`**name**
Le nom du module importé dépendant du système d'exploitation. Les noms suivants ont actuellement été enregistrés : `'posix'`, `'nt'`, `'java'`.

Voir aussi :

sys.platform a une granularité plus fine. *os.uname()* donne des informations de version dépendantes de système.

Le module *platform* fournit des vérifications détaillées pour l'identité du système.

16.1.1 Noms de fichiers, arguments en ligne de commande, et variables d'environnement

En Python, les noms de fichiers, les arguments en ligne de commandes, et les variables d'environnement sont représentées en utilisant le type *string*. Sur certains systèmes, décoder ces chaînes de caractères depuis et vers des *bytes* est nécessaire avant de les passer au système d'exploitation. Python utilise l'encodage du système de fichiers pour réaliser ces conversions (voir *sys.getfilesystemencoding()*).

Modifié dans la version 3.1 : Sur certains systèmes, les conversions utilisant l'encodage du système de fichiers peut échouer. Dans ce cas, Python utilise le *surrogateescape encoding error handler* (le gestionnaire d'erreurs d'encodage *surrogateescape*), ce qui veut dire que les bytes indécodables sont replacés par un caractère Unicode U+DCxx au décodage, et ceux-ci sont retraduits en le bon octet à l'encodage.

L'encodage du système de fichiers doit garantir de pouvoir décoder correctement tous les octets en dessous de 128. Si l'encodage du système de fichiers ne peut garantir cela, les fonctions de l'API peuvent lever une UnicodeError.

16.1.2 Paramètres de processus

Ces fonctions et valeurs fournissent des informations et agissent sur le processus actuel et sur l'utilisateur.

`os.`**`ctermid`**`()`

Renvoie l'identifiant de fichier correspondant au terminal contrôlant le processus.

Disponibilité : Unix.

`os.`**`environ`**

Un objet *mapping* représentant les variables d'environnement. Par exemple `environ['HOME']` est le chemin vers votre répertoire d'accueil (sur certaines plate-formes), et est équivalent à `getenv("HOME")` en C.

Ce *mapping* est capturé la première fois que le module *os* est importé, typiquement pendant le démarrage de Python, lors de l'exécution de `site.py`. Les changements de l'environnement opérés après cette capture ne sont pas répercutés dans `os.environ`, à part les modifications directes de `os.environ`.

Si la plate-forme prend en charge la fonction *putenv()*, ce *mapping* peut être utilisé pour modifier l'environnement autant que pour l'interroger. *putenv()* sera appelée automatiquement quand le *mapping* sera modifié.

Sur Unix, les clefs et les valeurs utilisent *sys.getfilesystemencoding()* et le gestionnaire d'erreurs `surrogateescape`. Utilisez *environb* si vous désirez utiliser un encodage différent.

Note : Appeler *putenv()* ne change pas directement `os.environ`, donc il est préférable de modifier `os.environ`.

Note : Sur certaines plate-formes, dont FreeBSD et Mac OS X, procéder à des assignations sur `environ` peut causer des fuites de mémoire. Referez-vous à la documentation système de *putenv()*.

Si *putenv()* n'est pas fourni, une copie modifiée de ce dictionnaire peut être passé aux fonctions appropriées de création de processus pour forcer l'utilisation d'un environnement modifié pour le processus fils.

Si la plate-forme prend en charge la fonction *unsetenv()*, vous pouvez supprimer des éléments de ce dictionnaire pour supprimer des variables d'environnement. La fonction *unsetenv()* sera appelée automatiquement quand un élément est supprimé de `os.environ`, ou quand l'une des méthodes `pop()` ou `clear()` est appelée.

`os.`**`environb`**

Une version en *bytes* de *environ* : un *mapping* d'objets représentant l'environnement par des chaîne de *bytes*. *environ* et *environb* sont synchronisés (modifier *environ* modifie *environb*, et vice-versa).

environb is only available if *supports_bytes_environ* is `True`.

Nouveau dans la version 3.2.

`os.`**`chdir`**(*path*)
`os.`**`fchdir`**(*fd*)
`os.`**`getcwd`**()

Ces fonctions sont décrites dans *Fichiers et répertoires*.

`os.`**`fsencode`**(*filename*)

Encode le *chemin-compatible* *filename* vers l'encodage du système de fichiers avec une gestion d'erreurs `'surrogateescape'`, ou `'strict'` sous Windows ; renvoie un objet *bytes* inchangé.

fsdecode() est la fonction inverse.

Nouveau dans la version 3.2.

Modifié dans la version 3.6 : Ajout de la prise en charge des objets implémentant l'interface *os.PathLike*.

`os.`**`fsdecode`**(*filename*)

Encode le *chemin-compatible* *filename* depuis l'encodage du système de fichiers avec une gestion d'erreurs `'surrogateescape'`, ou `'strict'` sous Windows ; renvoie un objet *str* inchangé.

fsencode() est la fonction inverse.

Nouveau dans la version 3.2.

Modifié dans la version 3.6 : Ajout de la prise en charge des objets implémentant l'interface *os.PathLike*.

`os.`**`fspath`**(*path*)

Renvoie la représentation par le système de fichiers du chemin.

Si un objet *str* ou *bytes* est passé, il est renvoyé inchangé. Autrement, *__fspath__()* est appelée et sa valeur renvoyée tant qu'elle est un objet *str* ou *bytes*. Dans tous les autres cas, une *TypeError* est levée.

Nouveau dans la version 3.6.

class `os.`**`PathLike`**

Une *abstract base class* pour les objets représentant un chemin du système de fichiers, comme *pathlib.PurePath*.

Nouveau dans la version 3.6.

abstractmethod **`__fspath__`**()

Renvoie la représentation du chemin du système de fichiers de l'objet.

La méthode ne devrait renvoyer que des objets *str* ou *bytes*, avec une préférence pour les *str*.

`os.`**`getenv`**(*key*, *default=None*)

Renvoie la valeur de la variable d'environnement *key* si elle existe, ou *default* si elle n'existe pas. *key*, *default*, et la valeur de retour sont des *str*.

Sur Unix, les clefs et les valeurs sont décodées avec *sys.getfilesystemencoding()* et le gestionnaire d'erreurs `surrogateescape`. Utilisez *os.getenvb()* si vous voulez utiliser un encodage différent.

Disponibilité : la plupart des dérivés Unix, Windows.

`os.`**`getenvb`**(*key*, *default=None*)

Renvoie la valeur de la variable d'environnement *key* si elle existe, ou *default* si elle n'existe pas. *key*, *default*, et la valeur de retour sont des *bytes*.

getenvb() is only available if *supports_bytes_environ* is `True`.

Disponibilité : la plupart des dérivés Unix.

Nouveau dans la version 3.2.

`os.`**`get_exec_path`**(*env=None*)

Renvoie la liste des dossier qui seront parcouru pour trouver un exécutable, similaire à un shell lorsque il lance un processus. *env*, quand spécifié, doit être un dictionnaire de variable d'environnement afin d'y rechercher le PATH. Par défaut quand *env* est `None`, *environ* est utilisé.

Nouveau dans la version 3.2.

`os.`**`getegid`**()

Renvoie l'identifiant du groupe effectif du processus actuel. Ça correspond au bit "*set id*" du fichier qui s'exécute dans le processus actuel.

Disponibilité : Unix.

os.**geteuid**()
Renvoie l'identifiant de l'utilisateur effectif du processus actuel.
Disponibilité : Unix.

os.**getgid**()
Renvoie l'identifiant de groupe réel du processus actuel.
Disponibilité : Unix.

os.**getgrouplist**(*user*, *group*)
Renvoie la liste d'identifiants de groupes auxquels *user* appartient. Si *group* n'est pas dans la liste, il y est inclus. Typiquement, *group* vaut le *group ID* de l'enregistrement *passwd* de *user*.
Disponibilité : Unix.
Nouveau dans la version 3.3.

os.**getgroups**()
Renvoie une liste d'identifiants de groupes additionnels associés au processus actuel.
Disponibilité : Unix.

Note : Sur Mac OS X, le comportement de *getgroups()* diffère légèrement des autres plate-formes Unix. Si l'interpréteur Python était compilé avec une cible de déploiement de `10.5` ou moins, *getgroups()* renverrait la liste des identifiants de groupes effectifs associés au processus courant de l'utilisateur ; le nombre d'éléments de cette liste est limité par le système, typiquement 16, et peut être modifié par des appels à *setgroups()* si les privilèges ont été convenablement assignés. Si compilé avec une cible de déploiement supérieure à `10.5`, la fonction *getgroups()* renvoie la liste des accès du groupe actuel pour l'utilisateur associé à l'identifiant utilisateur du processus ; la liste d'accès du groupe peut changer durant la vie du processus, elle n'est pas affectée par les appels à *setgroups()* et sa longueur n'est pas limitée à 16. La valeur de la cible de déploiement, `MACOSX_DEPLOYMENT_TARGET`, peut être obtenue par la fonction *sysconfig.get_config_var()*.

---

os.**getlogin**()
Renvoie le nom de l'utilisateur connecté sur le terminal contrôlant le processus. Dans la plupart des cas, il est plus utile d'utiliser *getpass.getuser()* puisque cette fonction consulte les variables d'environnement `LOGNAME` et `USERNAME` pour savoir qui est l'utilisateur, et se replie finalement sur `pwd.getpwduid(os.getuid())[0]` pour avoir le nom de connexion lié à l'identifiant de l'utilisateur courant.
Disponibilité : Unix, Windows.

os.**getpgid**(*pid*)
Renvoie l'identifiant de groupe de processus du processus de PID *pid*. Si *pid* vaut 0, l'identifiant de groupe de processus du processus actuel est renvoyé.
Disponibilité : Unix.

os.**getpgrp**()
Renvoie l'identifiant du groupe de processus actuel.
Disponibilité : Unix.

os.**getpid**()
Renvoie l'identifiant du processus actuel.

os.**getppid**()
Renvoie l'identifiant du processus parent. Quand le processus parent est terminé, sur Unix, l'identifiant renvoyé est 1 pour le processus *init*, sur Windows, c'est toujours le même id, qui peut déjà avoir été réutilisé par un autre processus.
Disponibilité : Unix, Windows.
Modifié dans la version 3.2 : Prise en charge sur Windows.

os.**getpriority**(*which*, *who*)
Récupère la priorité d'ordonnancement des programmes. La valeur *which* est une des constantes suivantes : *PRIO_PROCESS*, *PRIO_PGRP*, ou *PRIO_USER*, et la valeur *who* est interprétée par rapport à *which* (un id de processus pour *PRIO_PROCESS*, un id de groupe de processus pour *PRIO_PGRP*, et un id d'utilisateur

pour *PRIO_USER*). Une valeur nulle pour *who* dénote (respectivement) le processus appelant, le groupe de processus du processus appelant, ou l'identifiant d'utilisateur réel du processus appelant.

Disponibilité : Unix.

Nouveau dans la version 3.3.

os.**PRIO_PROCESS**
os.**PRIO_PGRP**
os.**PRIO_USER**

Paramètres pour les fonctions *getpriority()* et *setpriority()*.

Disponibilité : Unix.

Nouveau dans la version 3.3.

os.**getresuid**()

Renvoie un *tuple* (*ruid*, *euid*, *suid*) dénotant les identifiants de l'utilisateur réel, effectif et sauvé du processus actuel.

Disponibilité : Unix.

Nouveau dans la version 3.2.

os.**getresgid**()

Renvoie un *tuple* (*rgid*, *egid*, *sgid*) dénotant les identifiants des groupes de processus réel effectif, et sauvé du processus actuel.

Disponibilité : Unix.

Nouveau dans la version 3.2.

os.**getuid**()

Renvoie l'identifiant réel du processus actuel.

Disponibilité : Unix.

os.**initgroups**(*username*, *gid*)

Appelle la fonction système *initgroups* pour initialiser la liste des groupes d'accès des groupes dont *username* est membre, plus le groupe spécifié par *gid*.

Disponibilité : Unix.

Nouveau dans la version 3.2.

os.**putenv**(*key*, *value*)

Assigne la chaîne de caractères *value* à la variable d'environnement *key*. De tels changements à l'environnement affectent les sous-processus lancés par *os.system()*, *popen()* ou *fork()* et *execv()*.

Disponibilité : la plupart des dérivés Unix, Windows.

Note : Sur certaines plate-formes, incluant FreeBSD et Mac OS X, assigner `environ` peut causer des fuites de mémoire. Referez-vous à la documentation système de *putenv*.

Quand *putenv()* est géré, les assignations d'éléments dans `os.environ` sont automatiquement traduites en appels correspondants à *putenv()*. Cependant, des appels à *putenv()* ne mettent pas `os.environ` à jour. Il est donc préférable d'assigner les éléments de `os.environ`.

os.**setegid**(*egid*)

Définit l'identifiant du groupe de processus effectif du processus actuel.

Disponibilité : Unix.

os.**seteuid**(*euid*)

Définit l'identifiant de l'utilisateur effectif du processus actuel.

Disponibilité : Unix.

os.**setgid**(*gid*)

Définit l'identifiant du groupe de processus actuel.

Disponibilité : Unix.

os.**setgroups**(*groups*)

Place *groups* dans la liste d'identifiants de groupes additionnels associée. *groups* doit être une séquence, et

chaque élément doit être un nombre entier identifiant un groupe. Cette opération est typiquement disponible uniquement pour le super utilisateur.

Disponibilité : Unix.

Note : Sur Mac OS X, la longueur de *groups* ne peut pas dépasser le nombre maximum d'identifiants effectifs de groupes défini par le système, typiquement 16. Voir la documentation de `getgroups()` pour les cas où *getgroups* ne renvoie pas la même liste de groupes que celle définie par l'appel à *setgroups*.

---

os.**setpgrp**()

Produit l'appel système `setpgrp()` ou `setpgrp(0, 0)` selon la version implémentée (s'il y en a une). Voir le manuel Unix pour la sémantique de l'opération.

Disponibilité : Unix.

os.**setpgid**(*pid*, *pgrp*)

Produit l'appel système `setpgid()` pour placer l'identifiant du groupe de processus contenant le processus d'identifiant *pid* dans le groupe de processus d'identifiant *pgrp*. Voir le manuel Unix pour la sémantique.

Disponibilité : Unix.

os.**setpriority**(*which*, *who*, *priority*)

Définit la priorité d'ordonnancement des programmes. La valeur *which* est une des constantes suivantes : `PRIO_PROCESS`, `PRIO_PGRP`, ou `PRIO_USER`, et *who* est interprété en fonction de *which* (un PID pour `PRIO_PROCESS`, un identifiant de groupe de processus pour `PRIO_PGRP`, et un identifiant d'utilisateur pour `PRIO_USER`). Une valeur nulle pour *who* dénote (respectivement) le processus appelant, le groupe de processus du processus appelant, ou l'identifiant de l'utilisateur réel du processus appelant. *priority* est une valeur comprise entre `-20` et `19`. La priorité par défaut est 0 ; les priorités plus faibles amènent à un ordonnancement plus favorable.

Disponibilité : Unix.

Nouveau dans la version 3.3.

os.**setregid**(*rgid*, *egid*)

Définit l'identifiant des groupes réel et effectif du processus actuel.

Disponibilité : Unix.

os.**setresgid**(*rgid*, *egid*, *sgid*)

Définit l'identifiant des groupes réel, effectif et sauvé du processus actuel.

Disponibilité : Unix.

Nouveau dans la version 3.2.

os.**setresuid**(*ruid*, *euid*, *suid*)

Définit l'identifiant des utilisateurs réel, effectif et sauvé du processus actuel.

Disponibilité : Unix.

Nouveau dans la version 3.2.

os.**setreuid**(*ruid*, *euid*)

Définit l'identifiant des utilisateurs réel et effectif du processus actuel.

Disponibilité : Unix.

os.**getsid**(*pid*)

Produit l'appel système `getsid()`. Voir le manuel Unix pour la sémantique.

Disponibilité : Unix.

os.**setsid**()

Produit l'appel système `setsid()`. Voir le manuel Unix pour la sémantique.

Disponibilité : Unix.

os.**setuid**(*uid*)

Définit l'identifiant de l'utilisateur du processus actuel.

Disponibilité : Unix.

os.**strerror**(*code*)
Renvoie le message d'erreur correspondant au code d'erreur *code*. Sur les plate-formes où `strerror()` renvoie `NULL` quand un numéro d'erreur inconnu est donné, une *`ValueError`* est levée.

os.**supports_bytes_environ**
`True` si le type natif de l'environnement du système d'exploitation est *bytes* (par exemple : `False` sur Windows).
Nouveau dans la version 3.2.

os.**umask**(*mask*)
Définit le *umask* actuel et renvoie la valeur précédente.

os.**uname**()
Renvoie des informations identifiant le système d'exploitation actuel. La valeur de retour est un objet à cinq attributs :
— `sysname` — nom du système d'exploitation
— `noedname` — nom de la machine sur le réseau (dépendant de l'implémentation)
— `release` — *release* du système d'exploitation
— `version` — version du système d'exploitation
— `machine` — identifiant du matériel
Pour la rétrocompatibilité, cet objet est également itérable, se comportant comme un quintuplet contenant `sysname`, `nodename`, `release`, `version`, et `machine` dans cet ordre.
Certains systèmes tronquent `nodename` à 8 caractères ou à la composante dominante. Un meilleur moyen de récupérer le nom de l'hôte est *`socket.gethostname()`* ou encore `socket.gethostbyaddre(socket.gethostname())`.
Disponibilité : dérivés récents de Unix.
Modifié dans la version 3.3 : Type de retour changé d'un *tuple* en un objet compatible avec le type *tuple*, avec des attributs nommés.

os.**unsetenv**(*key*)
Supprime la variable d'environnement appelée *key*. De tels changements à l'environnement affectent les sous-processus lancés avec *`os.system()`*, *`popen()`* ou *`fork()`* et *`execv()`*.
Quand *`unsetenv()`* est gérée, la suppression d'éléments dans `os.environ` est automatiquement interprétée en un appel correspondant à *`unsetenv()`*, mais les appels à *`unsetenv()`* ne mettent pas `os.environ` à jour. Donc il est préférable de supprimer les éléments de `os.environ`.
Disponibilité : la plupart des dérivés Unix.

16.1.3 Création de fichiers objets

Cette fonction crée de nouveaux *fichiers objets*. (Voir aussi *`open()`* pour ouvrir des descripteurs de fichiers).

os.**fdopen**(*fd*, **args*, ***kwargs*)
Renvoie un fichier objet ouvert connecté au descripteur de fichier *fd*. C'est un alias de la primitive *`open()`* et accepte les mêmes arguments. La seule différence est que le premier argument de *`fdopen()`* doit toujours être un entier.

16.1.4 Opérations sur les descripteurs de fichiers

Ces fonctions opèrent sur des flux d'entrées/sorties référencés par des descripteurs de fichiers.

Les descripteurs de fichiers sont de petits entiers correspondant à un fichier qui a été ouvert par le processus courant. Par exemple, l'entrée standard est habituellement le descripteur de fichier 0, la sortie standard est 1, et le flux standard d'erreur est 2. Les autres fichiers ouverts par un processus vont se voir assigner 3, 4, 5, etc. Le nom "descripteur de fichier" est légèrement trompeur : sur les plate-formes Unix, les connecteurs (*socket* en anglais) et les tubes (*pipe* en anglais) sont également référencés par des descripteurs.

La méthode *`fileno()`* peut être utilisée pour obtenir le descripteur de fichier associé à un *file object* quand nécessaire. Notez qu'utiliser le descripteur directement outrepasse les méthodes du fichier objet, ignorant donc des aspects tels que la mise en tampon interne des données.

os.**close**(*fd*)
Ferme le descripteur de fichier *fd*.

Note : Cette fonction est destinée aux opérations d'entrées/sorties de bas niveau et doit être appliquée à un descripteur de fichier comme ceux donnés par `os.open()` ou `pipe()`. Pour fermer un "fichier objet" renvoyé par la primitive `open()`, `popen()` ou `fdopen()`, il faut utiliser sa méthode `close()`.

os.**closerange**(*fd_low*, *fd_high*)
Ferme tous les descripteurs de fichiers entre *fd_low* (inclus) jusque *fd_high* (exclus), en ignorant les erreurs. Équivalent (mais beaucoup plus rapide) à :

```
for fd in range(fd_low, fd_high):
    try:
        os.close(fd)
    except OSError:
        pass
```

os.**device_encoding**(*fd*)
Renvoie une chaîne de caractères décrivant l'encodage du périphérique associé à *fd* s'il est connecté à un terminal, sinon renvoie `None`.

os.**dup**(*fd*)
Renvoie une copie du descripteur de fichier *fd*. Le nouveau descripteur de fichier est *non-héritable*.

Sur Windows, quand un flux standard est dupliqué (0 : *stdin*, 1 : *stdout*, 2 : *stderr*), le nouveau descripteur de fichier est *héritable*.

Modifié dans la version 3.4 : Le nouveau descripteur de fichier est maintenant non-héritable.

os.**dup2**(*fd*, *fd2*, *inheritable=True*)
Copie le descripteur de fichier *fd* dans *fd2*, en fermant le second d'abord si nécessaire. Renvoie *fd2*. Le nouveau descripteur de fichier est *héritable* par défaut, ou non-héritable si *inheritable* vaut `False`.

Modifié dans la version 3.4 : Ajout du paramètre optionnel *inheritable*.

Modifié dans la version 3.7 : Renvoie *fd2* en cas de succès. Auparavant, `None` était toujours renvoyé.

os.**fchmod**(*fd*, *mode*)
Change le mode du fichier donné par *fd* en la valeur numérique *mode*. Voir la documentation de `chmod()` pour les valeurs possibles de *mode*. Depuis Python 3.3, c'est équivalent à `os.chmod(fd, mode)`.

Disponibilité : Unix.

os.**fchown**(*fd*, *uid*, *gid*)
Change le propriétaire et l'identifiant de groupe du fichier donné par *fd* en les valeurs numériques *uid* et *gid*. Pour laisser l'un des identifiants inchangés, mettez-le à `-1`. Voir `chown()`. Depuis Python 3.3, c'est équivalent à `os.chown(fd, uid, gid)`.

Disponibilité : Unix.

os.**fdatasync**(*fd*)
Force l'écriture du fichier ayant le descripteur *fd* sur le disque. Ne force pas la mise à jour des méta-données.

Disponibilité : Unix.

Note : Cette fonction n'est pas disponible sur MacOS.

os.**fpathconf**(*fd*, *name*)
Renvoie les informations de la configuration du système pour un fichier ouvert. *name* spécifie la valeur de la configuration à récupérer, ça peut être une chaîne de caractères avec le nom d'une valeur système définie ; ces valeurs sont spécifiées dans certains standards (POSIX.1, Unix 95, Unix 98, et d'autres). Certaines plate-formes définissent des noms additionnels également. Les noms connus par le système d'exploitation sont donnés dans le dictionnaire `pathconf_names`. Pour les variables de configuration qui ne sont pas inclues dans ce *mapping*, passer un entier pour *name* est également accepté.

Si *name* est une chaîne de caractères et n'est pas connu, une *ValueError* est levée. Si une valeur spécifique de *name* n'est pas gérée par le système hôte, même si elle est incluse dans `pathconf_names`, une *OSError* est levée avec *errno.EINVAL* pour code d'erreur.

Depuis Python 3.3, c'est équivalent à `os.pathconf(fd, name)`.

Disponibilité : Unix.

`os.`**`fstat`**(*fd*)

Récupère le statut du descripteur de fichier *fd*. Renvoie un objet *stat_result*.

Depuis Python 3.3, c'est équivalent à `os.stat(fd)`.

Voir aussi :

La fonction *stat()*.

`os.`**`fstatvfs`**(*fd*)

Renvoie des informations sur le système de fichier contenant le fichier associé au descripteur *fd*, comme *statvfs()*. Depuis Python 3.3, c'est équivalent à `os.statvfs(fd)`.

Disponibilité : Unix.

`os.`**`fsync`**(*fd*)

Force l'écriture du fichier ayant le descripteur *fd* sur le disque. Sur Unix, cet appel appel la fonction native `fsync()`, sur Windows, la fonction MS `_commit()`.

Si vous débutez avec un *file object* Python mis en tampon *f*, commencez par faire `f.flush()` et seulement ensuite `os.fsync(f.fileno())` pour être sûr que tous les tampons internes associés à *f* soient écrits sur le disque.

Disponibilité : Unix, Windows.

`os.`**`ftruncate`**(*fd*, *length*)

Tronque le fichier correspondant au descripteur *fd* pour qu'il soit maximum long de *length bytes*. Depuis Python 3.3, c'est équivalent à `os.truncate(fd, length)`.

Disponibilité : Unix, Windows.

Modifié dans la version 3.5 : Prise en charge de Windows

`os.`**`get_blocking`**(*fd*)

Récupère le mode bloquant du descripteur de fichier : `False` si l'indicateur *O_NONBLOCK* est mis, et `True` si l'indicateur est effacé.

Voir également *set_blocking()* et *socket.socket.setblocking()*.

Disponibilité : Unix.

Nouveau dans la version 3.5.

`os.`**`isatty`**(*fd*)

Renvoie `True` si le descripteur de fichier *fd* est ouvert et connecté à un périphérique TTY (ou compatible), sinon `False`.

`os.`**`lockf`**(*fd*, *cmd*, *len*)

Applique, teste, ou retire un verrou POSIX sur un descripteur de fichier ouvert. *fd* est un descripteur de fichier ouvert. *cmd* spécifie la commande à utiliser (une des valeurs suivantes : *F_LOCK*, *F_TLOCK*, *F_ULOCK*, ou *F_TEST*). *len* spécifie la section du fichier à verrouiller.

Disponibilité : Unix.

Nouveau dans la version 3.3.

`os.`**`F_LOCK`**
`os.`**`F_TLOCK`**
`os.`**`F_ULOCK`**
`os.`**`F_TEST`**

Indicateurs spécifiant quelle action *lockf()* va prendre.

Disponibilité : Unix.

Nouveau dans la version 3.3.

`os.`**`lseek`**(*fd*, *pos*, *how*)

Place la position actuelle du descripteur de fichier *fd* à la position *pos*, modifié par *how* : *SEEK_SET* ou `0` pour placer la position à partir du début du fichier, *SEEK_CUR* ou `1` pour la placer à partir de la position actuelle,

et *SEEK_END* ou 2 pour la placer par rapport à la fin du fichier. Renvoie la nouvelle position du curseur en bytes, à partir du début.

os.**SEEK_SET**
os.**SEEK_CUR**
os.**SEEK_END**
Paramètres de la fonction *lseek()*. Leur valeur est respectivement 0, 1, et 2.

Nouveau dans la version 3.3 : Certains systèmes d'exploitation pourraient gérer des valeurs additionnelles telles que os.SEEK_HOLE ou os.SEEK_DATA.

os.**open**(*path*, *flags*, *mode=0o777*, ***, *dir_fd=None*)
Ouvre le fichier *path* et met certains indicateurs selon *flags* et éventuellement son mode selon *mode*. Lors de l'évaluation de *code*, ce *umask* actuel est d'abord masquée. Renvoie le descripteur de fichier du fichier nouvellement ouvert. Le nouveau descripteur de fichier est *non-héritable*.

Pour une description des indicateurs et des valeurs des modes, voir la documentation de la bibliothèque standard du C. Les constantes d'indicateurs (telles que *O_RDONLY* et *O_WRONLY*) sont définies dans le module *os*. En particulier, sur Windows, ajouter *O_BINARY* est nécessaire pour ouvrir des fichiers en binaire.

Cette fonction prend en charge des *chemins relatifs à des descripteurs de répertoires* avec le paramètre *dir_fd*.

Modifié dans la version 3.4 : Le nouveau descripteur de fichier est maintenant non-héritable.

Note : Cette fonction est destinée aux E/S de bas-niveau. Pour un usage normal, utilisez la primitive *open()* qui renvoie un *file object* avec les méthodes read() et write() (et plein d'autres). Pour envelopper un descripteur de fichier dans un fichier objet, utilisez *fdopen()*.

Nouveau dans la version 3.3 : L'argument *dir_fd*.

Modifié dans la version 3.5 : Si l'appel système est interrompu et que le gestionnaire de signal ne lève aucune exception, la fonction réessaye l'appel système au lieu de lever une *InterruptedError* (voir la **PEP 475** à propos du raisonnement).

Modifié dans la version 3.6 : Accepte un *path-like object*.

Les constantes suivantes sont optionnelles pour le paramètre *flag* à la fonction *open()*. Elles peuvent être combinées en utilisant l'opérateur bit-à-bit OR |. certains ne sont pas disponibles sur toutes les plate-formes. Pour une description sur leur disponibilité et leur usage, consultez la page de manuel Unix *open(2)* ou la MSDN sur Windows.

os.**O_RDONLY**
os.**O_WRONLY**
os.**O_RDWR**
os.**O_APPEND**
os.**O_CREAT**
os.**O_EXCL**
os.**O_TRUNC**
Les constantes ci-dessus sont disponibles sur Unix et Windows.

os.**O_DSYNC**
os.**O_RSYNC**
os.**O_SYNC**
os.**O_NDELAY**
os.**O_NONBLOCK**
os.**O_NOCTTY**
os.**O_CLOEXEC**
Les constantes ci-dessus sont uniquement disponibles sur Unix.

Modifié dans la version 3.3 : Ajout de la constante O_CLOCEXEC.

os.**O_BINARY**
os.**O_NOINHERIT**
os.**O_SHORT_LIVED**
os.**O_TEMPORARY**
os.**O_RANDOM**
os.**O_SEQUENTIAL**

os.**O_TEXT**
Les constantes ci-dessus sont uniquement disponibles sur Windows.

os.**O_ASYNC**
os.**O_DIRECT**
os.**O_DIRECTORY**
os.**O_NOFOLLOW**
os.**O_NOATIME**
os.**O_PATH**
os.**O_TMPFILE**
os.**O_SHLOCK**
os.**O_EXLOCK**
Les constantes ci-dessus sont des extensions et ne sont pas présentes si elles ne sont pas définies par la bibliothèque C.

Modifié dans la version 3.4 : Ajout de *O_PATH* sur les systèmes qui le gèrent. Ajout de *O_TMPFILE*, uniquement disponible sur Linux Kernel 3.11 ou plus récent.

os.**openpty**()
Ouvre une nouvelle paire pseudo-terminal. Renvoie une paire de descripteurs de fichiers `(master, slave)` pour le PTY et le TTY respectivement. Les nouveaux descripteurs de fichiers sont *non-héritables*. Pour une approche (légèrement) plus portable, utilisez le module *pty*.

Disponibilité : certains dérivés Unix.

Modifié dans la version 3.4 : Les nouveaux descripteurs de fichiers sont maintenant non-héritables.

os.**pipe**()
Crée un *pipe* (un tube). Renvoie une paire de descripteurs de fichiers `(r, w)` utilisables respectivement pour lire et pour écrire. Les nouveaux descripteurs de fichiers sont *non-héritables*.

Disponibilité : Unix, Windows.

Modifié dans la version 3.4 : Les nouveaux descripteurs de fichiers sont maintenant non-héritables.

os.**pipe2**(*flags*)
Crée un *pipe* avec *flags* mis atomiquement. *flags* peut être construit en appliquant l'opérateur `|` (OU) sur une ou plus de ces valeurs : *O_NONBLOCK*, *O_CLOEXEC*. Renvoie une paire de descripteurs de fichiers `(r, w)` utilisables respectivement pour lire et pour écrire.

Disponibilité : certains dérivés Unix.

Nouveau dans la version 3.3.

os.**posix_fallocate**(*fd*, *offset*, *len*)
Assure que suffisamment d'espace sur le disque est alloué pour le fichier spécifié par *fd* partant de *offset* et continuant sur *len* bytes.

Disponibilité : Unix.

Nouveau dans la version 3.3.

os.**posix_fadvise**(*fd*, *offset*, *len*, *advice*)
Annonce une intention d'accéder à des données selon un motif spécifique, et donc permettant au noyau de faire des optimisations. Le conseil *advice* s'applique à la région spécifiée par *fd*, démarrant à *offset* et continuant sur *len* bytes. *advice* est une des valeurs suivantes : *POSIX_FADV_NORMAL*, *POSIX_FADV_SEQUENTIAL*, *POSIX_FADV_RANDOM*, *POSIX_FADV_NOREUSE*, *POSIX_FADV_WILLNEED*, ou *POSIX_FADV_DONTNEED*.

Disponibilité : Unix.

Nouveau dans la version 3.3.

os.**POSIX_FADV_NORMAL**
os.**POSIX_FADV_SEQUENTIAL**
os.**POSIX_FADV_RANDOM**
os.**POSIX_FADV_NOREUSE**
os.**POSIX_FADV_WILLNEED**
os.**POSIX_FADV_DONTNEED**
Indicateurs qui peuvent être utilisés dans *advice* dans la fonction *posix_fadvise()* et qui spécifient le motif d'accès qui est censé être utilisé.

Disponibilité : Unix.

Nouveau dans la version 3.3.

os.**pread**(*fd*, *n*, *offset*)

Lit au maximum *n* octets depuis le descripteur de fichier *fd* à la position *offset* sans modifier cette position.

Renvoie une chaîne d'octets contenant les octets lus, ou une chaîne d'octets vide si la fin du fichier pointé par *fd* est atteinte.

Disponibilité : Unix.

Nouveau dans la version 3.3.

os.**preadv**(*fd*, *buffers*, *offset*, *flags=0*)

Lit depuis un descripteur de fichier *fd*, à la position *offset* dans des *objets bytes-compatibles* muables *buffers*, sans modifier la position dans le fichier. Les données sont transférées dans chaque tampon, jusqu'à ce qu'il soit plein, tour à tour.

L'argument *flags* contient un OU logique bit-à-bit de zéro ou plusieurs des indicateurs suivants :

— *RWF_HIPRI*

— *RWF_NOWAIT*

Renvoie le nombre total d'octets réellement lus, qui peut être inférieur à la capacité totale de tous les objets.

Le système d'exploitation peut définir une limite (valeur *sysconf()* `'SC_IOV_MAX'`) sur le nombre de mémoires tampons pouvant être utilisées.

Combine les fonctionnalités de *os.readv()* et *os.pread()*.

Disponibilité : Linux 2.6.30 et plus récent, FreeBSD 6.0 et plus récent, OpenBSD 2.7 et plus récent. L'utilisation de *flags* requiert Linux 4.6 ou plus récent.

Nouveau dans la version 3.7.

os.**RWF_NOWAIT**

Ne pas attendre pour des données qui ne sont pas immédiatement disponibles. Si cette option est spécifiée, l'appel système retourne instantanément s'il doit lire les données du stockage sous-jacent ou attendre un verrou.

Si certaines données ont été lues avec succès, le nombre d'octets lus est renvoyé. Si aucun octet n'a été lu, renvoie `-1` et affecte à *errno* la valeur *errno.EAGAIN*.

Disponibilité : Linux 4.14 et ultérieures.

Nouveau dans la version 3.7.

os.**RWF_HIPRI**

Lecture/écriture haute priorité. Permet aux systèmes de fichiers de type bloc d'utiliser le *polling* du périphérique, qui fournit une latence inférieure, mais peut utiliser des ressources supplémentaires.

Actuellement, sous Linux, cette fonctionnalité est utilisable uniquement sur un descripteur de fichier ouvert à l'aide de l'option *O_DIRECT*.

Disponibilité : Linux 4.6 et ultérieures.

Nouveau dans la version 3.7.

os.**pwrite**(*fd*, *str*, *offset*)

Écrit la chaîne d'octets de *str* dans le descripteur de fichier *fd* à la position *offset* en laissant la position dans le fichier inchangée.

Renvoie le nombre d'octets effectivement écrits.

Disponibilité : Unix.

Nouveau dans la version 3.3.

os.**pwritev**(*fd*, *buffers*, *offset*, *flags=0*)

Écrit le contenu de *buffers* vers le descripteur de fichier *fd* à la position *offset*, en laissant la position du fichier inchangée. *buffers* doit être une séquence de *objets bytes-compatibles*. Les tampons sont traités dans l'ordre du tableau. Le contenu entier du premier tampon est écrit avant le traitement du second, etc.

L'argument *flags* contient un OU logique bit-à-bit de zéro ou plusieurs des indicateurs suivants :

— *RWF_DSYNC*

— *RWF_SYNC*

Renvoie le nombre total d'octets effectivement écrits.

Le système d'exploitation peut définir une limite (valeur *sysconf()* `'SC_IOV_MAX'`) sur le nombre de mémoires tampons pouvant être utilisées.

Combine les fonctionnalités de `os.writev()` et `os.pwrite()`.

Disponibilité : Linux 2.6.30 et plus récent, FreeBSD 6.0 et plus récent, OpenBSD 2.7 et plus récent. L'utilisation de *flags* requiert Linux 4.6 ou plus récent.

Nouveau dans la version 3.7.

os.RWF_DSYNC

Fournit un équivalent par écriture de l'option *O_DSYNC* de `open(2)`. L' effet de cette option s'applique uniquement à la plage de données écrite par l'appel système.

Disponibilité : Linux 4.7 et ultérieures.

Nouveau dans la version 3.7.

os.RWF_SYNC

Fournit un équivalent par écriture de l'option *O_SYNC* de `open(2)`. L'effet de cette option s'applique uniquement à la plage de données écrite par l'appel système.

Disponibilité : Linux 4.7 et ultérieures.

Nouveau dans la version 3.7.

os.read(*fd*, *n*)

Lit au maximum *n* octets du descripteur de fichier *fd*.

Renvoie une chaîne d'octets contenant les octets lus, ou une chaîne d'octets vide si la fin du fichier pointé par *fd* est atteinte.

Note : Cette fonction est destinée aux E/S bas niveau et doit être appliquée à un descripteur de fichier comme renvoyé par *os.open()* ou *pipe()*. Pour lire dans un "fichier objet" renvoyé par la primitive *open()*, *popen()* ou *fdopen()*, ou par `stdin`, utilisez sa méthode `read()` ou `readline()`.

Modifié dans la version 3.5 : Si l'appel système est interrompu et que le gestionnaire de signal ne lève aucune exception, la fonction réessaye l'appel système au lieu de lever une *InterruptedError* (voir la **PEP 475** à propos du raisonnement).

os.sendfile(*out*, *in*, *offset*, *count*)
os.sendfile(*out*, *in*, *offset*, *count*[, *headers*][, *trailers*], *flags=0*)

Copie *count* bytes depuis un descripteur de fichier *in* dans un descripteur de fichier *out* en démarrant à *offset*. Renvoie le nombre de bytes envoyés. Quand EOF est atteint, renvoie 0.

La première notation de fonction est prise en charge par toutes les plate-formes qui définissent *sendfile()*.

Sur Linux, si *offset* est donné par `None`, les bytes sont lus depuis la position actuelle de *in* et la position de *in* est mise à jour.

Le second cas peut être utilisé sur Mac OS X et FreeBSD où *headers* et *trailers* sont des séquences arbitraires de tampons qui sont écrites avant et après que les données de *in* ne soient écrites. Renvoie la même chose que le premier cas.

Sur Mac OS X et FreeBSD, une valeur de 0 pour *count* spécifié d'envoyer jusqu'à ce que la fin de *in* ne soit atteinte.

Toutes les plate-formes gèrent les connecteurs comme des descripteurs de fichier *out*, et certaines plate-formes autorisent d'autres types (par exemple, un fichier normal ou un tube) également.

Les applications multiplate-formes ne devraient pas utiliser les arguments *headers*, *trailers*, et *flags*.

Disponibilité : Unix.

Note : Pour une interface de plus haut niveau de *sendfile()*, voir `socket.socket.setfile()`.

Nouveau dans la version 3.3.

os.set_blocking(*fd*, *blocking*)

Définit le mode bloquant d'un descripteur de fichier spécifié. Assigne l'indicateur *O_NONBLOCK* si *blocking* vaut `False`, efface l'indicateur sinon.

Voir aussi *get_blocking()* et `socket;socket.setblocking()`.

Disponibilité : Unix.

Nouveau dans la version 3.5.

os.**SF_NODISKIO**
os.**SF_MNOWAIT**
os.**SF_SYNC**
Paramètres de la fonction *sendfile()*, si l'implémentation les gère.

Disponibilité : Unix.

Nouveau dans la version 3.3.

os.**readv**(*fd*, *buffers*)
Lit depuis un descripteur de fichier *fd* dans une séquence d'*objets bytes-compatibles* muables : *buffers*. Les données sont transférées dans chaque tampon, jusqu'à ce qu'il soit plein, tour à tour.

Renvoie le nombre total d'octets réellement lus, qui peut être inférieur à la capacité totale de tous les objets.

Le système d'exploitation peut définir une limite (valeur *sysconf()* `'SC_IOV_MAX'`) sur le nombre de mémoires tampons pouvant être utilisées.

Disponibilité : Unix.

Nouveau dans la version 3.3.

os.**tcgetpgrp**(*fd*)
Renvoie le groupe de processus associé au terminal donné par *fd* (un descripteur de fichier ouvert comme renvoyé par *os.open()*).

Disponibilité : Unix.

os.**tcsetpgrp**(*fd*, *pg*)
Place *pg* dans le groupe de processus associé au terminal donné par *fd* (un descripteur de fichier ouvert comme renvoyé par *os.open()*).

Disponibilité : Unix.

os.**ttyname**(*fd*)
Renvoie une chaîne de caractères spécifiant le périphérique terminal associé au descripteur de fichier *fd*. Si *fd* n'est pas associé à un périphérique terminal, une exception est levée.

Disponibilité : Unix.

os.**write**(*fd*, *str*)
Écrit la chaîne d'octets de *str* vers le descripteur de fichier *fd*.

Renvoie le nombre d'octets effectivement écrits.

Note : Cette fonction est destinée aux entrées-sorties bas niveau et doit être appliquée à un descripteur de fichier comme renvoyé par *os.open()* ou *pipe()*. Pour écrire dans un "fichier objet" renvoyé par la primitive *open()*, *popen()*, ou par *fdopen()*, ou par *sys.stdout* ou *sys.stderr*, utilisez sa méthode `write()`.

Modifié dans la version 3.5 : Si l'appel système est interrompu et que le gestionnaire de signal ne lève aucune exception, la fonction réessaye l'appel système au lieu de lever une *InterruptedError* (voir la **PEP 475** à propos du raisonnement).

os.**writev**(*fd*, *buffers*)
Écrit le contenu de *buffers* vers le descripteur de fichier *fd*. *buffers* doit être une séquence d'*objets bytes-compatibles*. Les tampons sont traités dans l'ordre du tableau. Le contenu entier du premier tampon est écrit avant le traitement du second, etc.

Renvoie le nombre total d'octets effectivement écrits.

Le système d'exploitation peut définir une limite (valeur *sysconf()* `'SC_IOV_MAX'`) sur le nombre de mémoires tampons pouvant être utilisées.

Disponibilité : Unix.

Nouveau dans la version 3.3.

Demander la taille d'un terminal

Nouveau dans la version 3.3.

os.**get_terminal_size**(*fd=STDOUT_FILENO*)
Renvoie la taille du terminal comme un couple `(columns, lines)` de type *terminal_size*.
L'argument optionnel `fd` (par défaut : `STDOUT_FILENO`, ou la sortie standard) spécifie le descripteur de fichier auquel la requête doit être envoyée.
Si le descripteur de fichier n'est pas connecté à un terminal, une *OSError* est levée.
shutil.get_terminal_size() est la fonction haut-niveau qui devrait normalement être utilisée, `os.get_terminal_size` en est l'implémentation bas-niveau.
Disponibilité : Unix, Windows.

class os.**terminal_size**
Une sous-classe de *tuple*, contenant `(columns, lines)`, la taille du terminal.
columns
Longueur du terminal en caractères.
lines
Hauteur du terminal en caractères.

Héritage de descripteurs de fichiers

Nouveau dans la version 3.4.

Un descripteur de fichier a un indicateur indiquant s'il peut être hérité par les processus-fils. Depuis Python 3.4, les descripteurs de fichiers créés par Python ne sont pas héritable par défaut.

Sur UNIX, les descripteurs de fichiers non-héritables sont fermés dans les processus-fils à l'exécution, les autres descripteurs sont hérités.

Sur Windows, les fichiers et identificateurs non-héritables sont fermés dans les processus-fils, à part les flux standards (descripteurs 0, 1, et 2 : *stdin*, *stdout* et *stderr*) qui sont toujours hérités. En utilisant les fonctions *spawn**, tous les identificateurs héritables et les descripteurs de fichiers héritables sont hérités. En utilisant le module *subprocess*, tous les descripteurs de fichiers (à part les flux standards) sont fermés, et les identificateurs héritables sont hérités seulement si le paramètre *close_fds* vaut `False`.

os.**get_inheritable**(*fd*)
Récupère le marqueur "héritable" (booléen) du descripteur de fichier spécifié.

os.**set_inheritable**(*fd*, *inheritable*)
Définit le marqueur "héritable" du descripteur de fichier spécifié.

os.**get_handle_inheritable**(*handle*)
Récupère le marqueur "héritable" (booléen) de l'identificateur spécifié.
Disponibilité : Windows.

os.**set_handle_inheritable**(*handle*, *inheritable*)
Définit le marqueur "héritable" de l'identificateur spécifié.
Disponibilité : Windows.

16.1.5 Fichiers et répertoires

Sur certaines plate-formes Unix, beaucoup de ces fonctions gèrent une ou plusieurs des fonctionnalités suivantes :

— **spécifier un descripteur de fichier :** pour certaines fonctions, l'argument *path* peut être non seulement une chaîne de caractères donnant le chemin vers le fichier, mais également un descripteur de fichier. La fonction opérera alors sur le fichier référencé par le descripteur. (Pour les systèmes POSIX, Python appellera la version `f...` de la fonction.)
Vous pouvez vérifier si *path* peut être donné par un descripteur de fichier sur votre plate-forme en utilisant *os.supports_fd*. Si c'est indisponible, l'utiliser lèvera une *NotImplementedError*.
Si la fonction gère également les arguments *dir_fd* ou *follow_symlinks*, spécifier l'un de ces arguments est une erreur quand *path* est donné en tant que descripteur de fichier.

— **Chemins relatifs vers des descripteurs de répertoires :** si *dir_fd* n'est pas `None`, il devrait être un descripteur de fichier référençant un répertoire, et le chemin sur lequel opérer devrait être relatif. Le chemin est donc relatif à ce répertoire. Si le chemin est absolu, *dir_fd* est ignoré. (Pour les systèmes POSIX, Python appellera la version `...at` ou `f...at` de la fonction.)
Vous pouvez vérifier si *dir_fd* est géré sur votre plate-forme en utilisant *os.supports_dir_fd*. Si c'est indisponible, l'utiliser lèvera une *NotImplementedError*.

— **Non-suivi des symlinks (liens symboliques) :** si *follow_symlinks* vaut `False` et le dernier élément du chemin sur lequel opérer est un lien symbolique, la fonction opérera sur le lien symbolique et pas sur le fichier pointé par le lien. (Pour les systèmes POSIX, Python appellera la version `l...` de la fonction.)
Vous pouvez voir si *follow_symlinks* est géré sur votre plate-forme en utilisant *os.supports_follow_symlinks*. Si c'est indisponible, l'utiliser lèvera une *NotImplementedError*.

`os.`**`access`**(*path*, *mode*, ***, *dir_fd=None*, *effective_ids=False*, *follow_symlinks=True*)

Utilise l'*uid*/*gid* réel pour tester l'accès à *path*. Notez que la plupart des opérations utiliseront l'*uid*/*gid* effectif, dès lors cette méthode peut être utilisée dans un environnement *suid*/*sgid* pour tester si l'utilisateur invoquant a les droits d'accès pour accéder à *path*. *mode* devrait être *F_OK* pour tester l'existence de *path*, ou il peut être le OR (OU inclusif) d'une ou plusieurs des constantes suivantes : *R_OK*, *W_OK*, et *X_OK* pour tester les permissions. Renvoie *True* si l'accès est permis, et *False* s'il ne l'est pas. Voir la page de manuel Unix *access(2)* pour plus d'informations.

Cette fonction peut gérer la spécification de *chemins relatifs vers des descripteurs de fichiers* et *le suivi des liens symboliques*.

Si *effective_id* vaut `True`, *access()* effectuera ses vérifications d'accès en utilisant l'*uid*/*gid* effectif à la place de l'*uid*/*gid* réel. *effective_ids* peut ne pas être géré sur votre plate-forme, vous pouvez vérifier s'il est disponible en utilisant *os.supports_effective_ids*. S'il est indisponible, l'utiliser lèvera une *NotImplementedError*.

Note : Utiliser *access()* pour vérifier si un utilisateur est autorisé (par exemple) à ouvrir un fichier avant d'effectivement le faire en utilisant *open()* crée une faille de sécurité : l'utilisateur peut exploiter le court intervalle de temps entre la vérification et l'ouverture du fichier pour le manipuler. Il est préférable d'utiliser les techniques *EAFP*. Par exemple :

```
if os.access("myfile", os.R_OK):
    with open("myfile") as fp:
        return fp.read()
return "some default data"
```

est mieux écrit comme suit :

```
try:
    fp = open("myfile")
except PermissionError:
    return "some default data"
else:
    with fp:
        return fp.read()
```

Note : Les opérations d'entrées/sorties peuvent échouer même quand `access()` indique qu'elles devraient réussir, particulièrement pour les opérations sur les systèmes de fichiers réseaux qui peuvent avoir une sémantique de permissions au-delà du modèle de bits de permission usuel POSIX.

Modifié dans la version 3.3 : Paramètres *dir_fd*, *effective_ids*, et *follow_symlinks* ajoutés.

Modifié dans la version 3.6 : Accepte un *path-like object*.

os.**F_OK**
os.**R_OK**
os.**W_OK**
os.**X_OK**

Valeurs à passer au paramètre *mode* de `access()` pour tester respectivement l'existence, les droits de lecture, d'écriture et d'exécution.

os.**chdir**(*path*)

Change le répertoire de travail actuel par *path*.

Cette fonction prend en charge *la spécification d'un descripteur de fichier*. Le descripteur doit référencer un répertoire ouvert, pas un fichier ouvert.

This function can raise `OSError` and subclasses such as `FileNotFoundError`, `PermissionError`, and `NotADirectoryError`.

Nouveau dans la version 3.3 : Prise en charge de la spécification de *path* par un descripteur de fichier sur certaines plate-formes.

Modifié dans la version 3.6 : Accepte un *path-like object*.

os.**chflags**(*path*, *flags*, *, *follow_symlinks=True*)

Définit les marqueurs de *path* par la valeur numérique *flags*. *flags* peut prendre une combinaison (OU bit-à-bit) des valeurs suivantes (comme défini dans le module `stat`) :

— `stat.UF_NODUMP`
— `stat.UF_IMMUTABLE`
— `stat.UF_APPEND`
— `stat.UF_OPAQUE`
— `stat.UF_NOUNLINK`
— `stat.UF_COMPRESSED`
— `stat.UF_HIDDEN`
— `stat.SF_ARCHIVED`
— `stat.SF_IMMUTABLE`
— `stat.SF_APPEND`
— `stat.SF_NOUNLINK`
— `stat.SF_SNAPSHOT`

Cette fonction prend en charge *le suivi des liens symboliques*.

Disponibilité : Unix.

Nouveau dans la version 3.3 : L'argument *follow_symlinks*.

Modifié dans la version 3.6 : Accepte un *path-like object*.

os.**chmod**(*path*, *mode*, *, *dir_fd=None*, *follow_symlinks=True*)

Change le mode de *path* par la valeur numérique *mode*. *mode* peut prendre une des valeurs suivantes (comme défini dans le module `stat`) ou une combinaison (OU bit-à-bit) de ces valeurs :

— `stat.S_ISUID`
— `stat.S_ISGID`
— `stat.S_ENFMT`
— `stat.S_ISVTX`
— `stat.S_IREAD`
— `stat.S_IWRITE`
— `stat.S_IEXEC`
— `stat.S_IRWXU`
— `stat.S_IRUSR`
— `stat.S_IWUSR`
— `stat.S_IXUSR`

— *stat.S_IRWXG*
— *stat.S_IRGRP*
— *stat.S_IWGRP*
— *stat.S_IXGRP*
— *stat.S_IRWXO*
— *stat.S_IROTH*
— *stat.S_IWOTH*
— *stat.S_IXOTH*

Cette fonction prend en charge *la spécification d'un descripteur de fichier*, *les chemins relatifs à des descripteurs de répertoires*, et *le non-suivi des liens symboliques*.

Note : Bien que Windows gère *chmod()*, vous ne pouvez y définir que le marqueur de lecture-seule du fichier (via les constantes `stat.S_IWRITE` et `stat.S_IREAD` ou une constante entière correspondante). Tous les autres bits sont ignorés.

Nouveau dans la version 3.3 : Prise en charge de la spécification de *path* par un répertoire ouvert et des arguments *dir_fd* et *follow_symlinks* ajoutés.

Modifié dans la version 3.6 : Accepte un *path-like object*.

`os.`**`chown`**(*path*, *uid*, *gid*, ***, *dir_fd=None*, *follow_symlinks=True*)

Change l'identifiant du propriétaire et du groupe de *path* par les valeurs numériques *uid* et *gid*. Pour laisser l'un de ces identifiants inchangé, le définir à `-1`.

Cette fonction prend en charge *la spécification d'un descripteur de fichier*, *les chemins relatifs à des descripteurs de répertoires*, et *le non-suivi des liens symboliques*.

Voir *shutil.chown()* pour une fonction de plus haut-niveau qui accepte des noms en plus des identifiants numériques.

Disponibilité : Unix.

Nouveau dans la version 3.3 : Prise en charge de la spécification de *path* par un descripteur de fichier ouvert et des arguments *dir_fd* et *follow_symlinks* ajoutés.

Modifié dans la version 3.6 : Accepte un *path-like object*.

`os.`**`chroot`**(*path*)

Change le répertoire racine du processus actuel par *path*.

Disponibilité : Unix.

Modifié dans la version 3.6 : Accepte un *path-like object*.

`os.`**`fchdir`**(*fd*)

Change le répertoire de travail actuel par le répertoire représenté par le descripteur de fichier *fd*. Le descripteur doit référencer un répertoire ouvert, pas un fichier ouvert. Depuis Python 3.3, c'est équivalent à `os.chdir(fd)`.

Disponibilité : Unix.

`os.`**`getcwd`**()

Renvoie une chaîne de caractères représentant le répertoire de travail actuel.

`os.`**`getcwdb`**()

Renvoie une chaîne de *bytes* représentant le répertoire de travail actuel.

`os.`**`lchflags`**(*path*, *flags*)

Définit les marqueurs de *path* par la valeur numérique *flags*, comme *chflags()*, mais ne suit pas les liens symboliques. Depuis Python 3.3, c'est équivalent à `os.chflags(path, flags, follow_symlinks=False)`.

Disponibilité : Unix.

Modifié dans la version 3.6 : Accepte un *path-like object*.

`os.`**`lchmod`**(*path*, *mode*)

Change le mode de *path* par la valeur numérique *mode*. Si *path* est un lien symbolique, ça affecte le lien symbolique à la place de la cible. Voir la documentation pour les valeurs possibles de *mode* pour *chmod()*. Depuis Python 3.3, c'est équivalent à `os.chmod(path, mode, follow_symlinks=False)`.

Disponibilité : Unix.

Modifié dans la version 3.6 : Accepte un *path-like object*.

`os.`**`lchown`**(*path*, *uid*, *gid*)
Change les identifiants du propriétaire et du groupe de *path* par *uid* et *gid*. Cette fonction ne suivra pas les liens symboliques. Depuis Python 3.3, c'est équivalent à `os.chown(path, uid, gid, follow_symlinks=False)`.

Disponibilité : Unix.

Modifié dans la version 3.6 : Accepte un *path-like object*.

`os.`**`link`**(*src*, *dst*, ***, *src_dir_fd=None*, *dst_dir_fd=None*, *follow_symlinks=True*)
Crée un lien matériel appelé *dst* pointant sur *src*.

Cette fonction prend en charge la spécification *src_dir_fd* et/ou *dst_dir_fd* pour préciser *des chemins relatifs à des descripteurs de répertoires*, et *le non-suivi des liens symboliques*.

Disponibilité : Unix, Windows.

Modifié dans la version 3.2 : Prise en charge de Windows.

Nouveau dans la version 3.3 : Arguments *src_dir_fd*, *dst_dir_fd*, et *follow_symlinks* ajoutés.

Modifié dans la version 3.6 : Accepte un *path-like object* pour *src* et *dst*.

`os.`**`listdir`**(*path='.'*)
Renvoie une liste contenant le nom des entrées dans le répertoire donné par *path*. La liste est dans un ordre arbitraire et n'inclut pas les entrées spéciales `'.'` et `'..'` même si elles sont présentes dans le répertoire.

path peut être un *path-like object*. Si *path* est de type `bytes` (directement ou indirectement à travers une interface `PathLike`), les noms de fichiers renvoyés seront aussi de type `bytes` ; dans toutes les autres circonstances, ils seront de type `str`.

Cette fonction peut également gérer *la spécification de descripteurs de fichiers*. Le descripteur doit référencer un répertoire.

Note : Pour encoder des noms de fichiers de type `str` en `bytes`, utilisez la fonction `encode()`.

Voir aussi :

La fonction `scandir()` renvoie les entrées du répertoire ainsi que leurs attributs , offrant une meilleure performance pour beaucoup de cas utilisés fréquemment.

Modifié dans la version 3.2 : Le paramètre *path* est devenu optionnel.

Nouveau dans la version 3.3 : Prise en charge de la spécification d'un descripteur de répertoire pour *path* ajouté.

Modifié dans la version 3.6 : Accepte un *path-like object*.

`os.`**`lstat`**(*path*, ***, *dir_fd=None*)
Effectue l'équivalent d'un appel système `lstat()` sur le chemin donné. Similaire à `stat()` mais ne suit pas les liens symboliques. Renvoie un objet de type `stat_result`.

Sur les plate-formes qui ne gérant pas les liens symboliques, c'est un alias pour `stat()`.

Depuis Python 3.3, c'est équivalent à `os.stat(path, dir_fd=dir_fd, follow_symlinks=False)`.

Cette fonction peut également gérer *des chemins relatifs à des descripteurs de répertoires*.

Voir aussi :

La fonction `stat()`.

Modifié dans la version 3.2 : Prise en charge des les liens symboliques sur Windows 6.0 (Vista).

Modifié dans la version 3.3 : Paramètre *dir_fd* ajouté.

Modifié dans la version 3.6 : Accepte un *path-like object* pour *src* et *dst*.

`os.`**`mkdir`**(*path*, *mode=0o777*, ***, *dir_fd=None*)
Crée un répertoire appelé *path* avec pour mode, la valeur numérique *mode*.

Si le répertoire existe déjà, `FileExistsError` est levée.

Sous certains systèmes, *mode* est ignoré. Quand il est utilisé, il lui est premièrement appliqué le masque courant *umask*. Si des bits autres que les 9 derniers sont activés (i.e. les 3 derniers chiffres de la représentation octale de *mode*), leur signification sera dépendante de la plate-forme. Sous certaines plate-formes, ils seront ignorés et vous devrez appeler explicitement `chmod()` pour les modifier.

Cette fonction peut également gérer *des chemins relatifs à des descripteurs de répertoires*.

Il est également possible de créer des répertoires temporaires, voir la fonction `tempfile.mkdtemp()` du module `tempfile`.

Nouveau dans la version 3.3 : L'argument *dir_fd*.

Modifié dans la version 3.6 : Accepte un *path-like object*.

`os.`**`makedirs`**(*name*, *mode=0o777*, *exist_ok=False*)

Fonction de création récursive de répertoires. Comme `mkdir()` mais crée tous les répertoires de niveau intermédiaire nécessaires pour contenir le répertoire "feuille".

Le paramètre *mode* est passé à `mkdir()` pour créer le répertoire feuille ; reportez-vous à *la description de mkdir()* pour la manière dont il est interprété. Pour définir les bits de permissions des répertoires intermédiaires nouvellement créés, vous pouvez définir la valeur de *umask* avant d'invoquer `makedirs()`. Les bits de permissions des répertoires intermédiaires déjà existants ne sont pas modifiés.

If *exist_ok* is `False` (the default), an `FileExistsError` is raised if the target directory already exists.

Note : Un appel à `makedirs()` est confus si les éléments du chemin à créer contiennent `pardir` (par exemple, ".." sur les systèmes UNIX).

Cette fonction gère les chemins UNC correctement.

Nouveau dans la version 3.2 : Le paramètre *exist_ok*.

Modifié dans la version 3.4.1 : Avant Python 3.4.1, si *exist_ok* valait `True` et le répertoire à créer existait, `makedirs()` aurait levé une erreur si *mode* n'était pas équivalent au mode du répertoire existant. Puisque ce comportement n'était pas possible) implémenter de manière sécurisée, il a été retiré pour Python 3.4.1. Voir bpo-21082.

Modifié dans la version 3.6 : Accepte un *path-like object*.

Modifié dans la version 3.7 : L'argument *mode* n'affecte plus les bits d'autorisation de fichier des répertoires intermédiaires créés.

`os.`**`mkfifo`**(*path*, *mode=0o666*, ***, *dir_fd=None*)

Crée un FIFO (*First In, First Out*, ou un tube (*pipe* en anglais) nommé) appelé *path* avec le mode numérique *mode*. La valeur actuelle de *umask* est d'abord masquée du mode.

Cette fonction peut également gérer *des chemins relatifs à des descripteurs de répertoires*.

Les FIFOs sont des tubes qui peuvent être accédés comme des fichiers normaux. Les FIFOs existent jusqu'à ce qu'ils soient retirés (par exemple, à l'aide de `os.unlink()`). Généralement, les FIFOs sont utilisé comme communication entre des processus de type "client" et "serveur" : le serveur ouvre le FIFO pour le lire, et le client l'ouvre pour écrire dedans. Notez que `mkfifo()` n'ouvre pas le FIFO — il crée juste un point de rendez-vous.

Disponibilité : Unix.

Nouveau dans la version 3.3 : L'argument *dir_fd*.

Modifié dans la version 3.6 : Accepte un *path-like object*.

`os.`**`mknod`**(*path*, *mode=0o600*, *device=0*, ***, *dir_fd=None*)

Crée un nœud du système de fichiers (fichier, périphérique, fichier spécial, ou tuyau nommé) appelée *path*. *mode* spécifie à la fois les permissions à utiliser et le type de nœud à créer, en étant combiné (OR bit-à-bit) avec l'une des valeurs suivantes : `stat.S_IFREG`, `stat.S_IFCHR`, `stat.S_IFBLK`, et `stat.S_IFIFO` (ces constantes sont disponibles dans le module `stat`). Pour `stat.S_IFCHR` et `stat.S_IFBLK`, *device* définit le fichier spécial de périphérique tout juste créé (probablement en utilisant `os.makedev()`), sinon, cet argument est ignoré.

Cette fonction peut également gérer *des chemins relatifs à des descripteurs de répertoires*.

Disponibilité : Unix.

Nouveau dans la version 3.3 : L'argument *dir_fd*.

Modifié dans la version 3.6 : Accepte un *path-like object*.

`os.`**`major`**(*device*)

Extrait le nombre majeur de périphérique d'un nombre de périphérique brut (habituellement le champ `st_dev` ou `st_rdev` de `stat`).

`os.`**`minor`**(*device*)

Extrait le nombre mineur de périphérique d'un nombre de périphérique brut (habituellement le champ `st_dev` ou `st_rdev` de `stat`).

os.**makedev**(*major*, *minor*)
Compose un nombre de périphérique brut à partir des nombres de périphérique mineur et majeur.

os.**pathconf**(*path*, *name*)
Renvoie des informations sur la configurations relatives à un fichier déterminé. *name* spécifie la valeur de configuration à récupérer ; ce peut être une chaîne de caractères qui est le nom d'une valeur système particulière. Ces noms sont spécifiés dans certains standards (POSIX.1, Unix 95, Unix 98, etc). Certaines plate-formes définissent des noms supplémentaires également. Les noms connus du système d'exploitation hôte sont donnés dans le dictionnaire `pathconf_names`. Pour les variables de configuration non incluses dans ce *mapping*, passer un entier pour *name* est également accepté.

Si *name* est une chaîne de caractères et n'est pas connu, une `ValueError` est levée. Si une valeur spécifique de *name* n'est pas gérée par le système hôte, même si elle est incluse dans `pathconf_names`, une `OSError` est levée avec `errno.EINVAL` pour code d'erreur.

Cette fonction prend en charge *la spécification d'un descripteur de fichier*.

Disponibilité : Unix.

Modifié dans la version 3.6 : Accepte un *path-like object*.

os.**pathconf_names**
Dictionnaire liant les noms acceptés par les fonctions `pathconf()` et `fpathconf()` aux valeurs entières définies pour ces noms par le système d'exploitation hôte. Cette variable peut être utilisée pour déterminer l'ensemble des noms connus du système d'exploitation.

Disponibilité : Unix.

os.**readlink**(*path*, ***, *dir_fd=None*)
Renvoie une chaîne de caractères représentant le chemin vers lequel le lien symbolique pointe. Le résultat peut être soit un chemin relatif, soit un chemin absolu. S'il est relatif, il peut être converti en chemin absolu en utilisant `os.path.join(os.path.dirname(path), result)`.

Si *path* est une chaîne de caractères (directement ou indirectement à travers une interface `PathLike`), le résultat sera aussi une chaîne de caractères, et l'appel pourra lever une UnicodeDecodeError. Si *path* est une chaîne d'octets (directement ou indirectement), le résultat sera une chaîne d'octets.

Cette fonction peut également gérer *des chemins relatifs à des descripteurs de répertoires*.

Disponibilité : Unix, Windows.

Modifié dans la version 3.2 : Prise en charge des les liens symboliques sur Windows 6.0 (Vista).

Nouveau dans la version 3.3 : L'argument *dir_fd*.

Modifié dans la version 3.6 : Accepte un *path-like object*.

os.**remove**(*path*, ***, *dir_fd=None*)
Remove (delete) the file *path*. If *path* is a directory, an `IsADirectoryError` is raised. Use `rmdir()` to remove directories.

Cette fonction prend en charge *des chemins relatifs à des descripteurs de répertories*.

Sur Windows, tenter de retirer un fichier en cours d'utilisation cause la levée d'une exception, sur Unix, l'entrée du répertoire est supprimé mais l'espace de stockage alloué au fichier ne sera pas disponible avant que le fichier original ne soit plus utilisé.

La fonction est sémantiquement identique à `unlink()`.

Nouveau dans la version 3.3 : L'argument *dir_fd*.

Modifié dans la version 3.6 : Accepte un *path-like object*.

os.**removedirs**(*name*)
Supprime des répertoires récursivement. Fonctionne comme `rmdir()` si ce n'est que si le répertoire feuille est retiré avec succès, `removedirs()` essaye de supprimer successivement chaque répertoire parent mentionné dans *path* jusqu'à ce qu'un erreur ne soit levée (ce qui est ignoré car la signification générale en est qu'un répertoire parent n'est pas vide). Par exemple, `os.removedirs('foo/bar/baz')` supprimera d'abord le répertoire `'foo/bar/baz'`, et ensuite supprimera `'foo/bar'` et puis `'foo'` s'ils sont vides. Lève une `OSError` si le répertoire feuille n'a pas pu être supprimé avec succès.

Modifié dans la version 3.6 : Accepte un *path-like object*.

os.**rename**(*src*, *dst*, ***, *src_dir_fd=None*, *dst_dir_fd=None*)
Rename the file or directory *src* to *dst*. If *dst* exists, the operation will fail with an `OSError` subclass in a number of cases :

On Windows, if *dst* exists a `FileExistsError` is always raised.

On Unix, if *src* is a file and *dst* is a directory or vice-versa, an `IsADirectoryError` or a `NotADirectoryError` will be raised respectively. If both are directories and *dst* is empty, *dst* will be silently replaced. If *dst* is a non-empty directory, an `OSError` is raised. If both are files, *dst* it will be replaced silently if the user has permission. The operation may fail on some Unix flavors if *src* and *dst* are on different filesystems. If successful, the renaming will be an atomic operation (this is a POSIX requirement).

Cette fonction prend en charge les spécifications *src_dir_fd* et/ou *dst_dir_fd* pour fournir *des chemins relatifs à des descripteurs de fichiers*.

Si cous désirez un écrasement multiplate-forme de la destination, utilisez la fonction `replace()`.

Nouveau dans la version 3.3 : Les arguments *src_dir_fd* et *dst_dir_fd*.

Modifié dans la version 3.6 : Accepte un *path-like object* pour *src* et *dst*.

`os.`**`renames`**(*old*, *new*)

Fonction récursive de renommage de fichiers ou répertoires. Fonctionne comme `rename()`, si ce n'est que la création d'un répertoire intermédiaire nécessaire pour rendre le nouveau chemin correct est essayé en premier. Après le renommage, les répertoires correspondant aux segments de chemin les plus à droite de l'ancien nom seront élagués en utilisant `removedirs()`.

Note : Cette fonction peut échouer avec la nouvelle structure de dictionnaire définie si vous n'avez pas les permissions nécessaires pour supprimer le répertoire ou fichier feuille.

Modifié dans la version 3.6 : Accepte un *path-like object* pour *old* et *new*.

`os.`**`replace`**(*src*, *dst*, ***, *src_dir_fd=None*, *dst_dir_fd=None*)

Renomme le fichier ou le répertoire *src* en *dst*. Si *dst* est un répertoire, une `OSError` est levée. Si *dst* existe et est un fichier, il sera remplacé silencieusement si l'utilisateur en a les permissions. L'opération peut échouer si *src* et *dst* sont sur un système de fichiers différent. Si le renommage est effectué avec succès, il est une opération atomique (nécessité POSIX).

Cette fonction prend en charge les spécifications *src_dir_fd* et/ou *dst_dir_fd* pour fournir *des chemins relatifs à des descripteurs de fichiers*.

Nouveau dans la version 3.3.

Modifié dans la version 3.6 : Accepte un *path-like object* pour *src* et *dst*.

`os.`**`rmdir`**(*path*, ***, *dir_fd=None*)

Remove (delete) the directory *path*. If the directory does not exist or is not empty, an `FileNotFoundError` or an `OSError` is raised respectively. In order to remove whole directory trees, `shutil.rmtree()` can be used.

Cette fonction prend en charge *des chemins relatifs à des descripteurs de répertories*.

Nouveau dans la version 3.3 : Le paramètre *dir_fd*.

Modifié dans la version 3.6 : Accepte un *path-like object*.

`os.`**`scandir`**(*path='.'*)

Renvoie un itérateur d'objets `os.DirEntry` correspondant aux entrées dans le répertoire indiqué par *path*. Les entrées sont produites dans un ordre arbitraire, et les entrées spéciales `'.'` et `'..'` ne sont pas incluses.

Utiliser `scandir()` plutôt que `listdir()` peut significativement améliorer les performances des codes qui nécessitent aussi l'accès aux types des fichiers ou à leurs attributs, puisque les objets `os.DirEntry` exposent ces informations si le système d'exploitation les fournit en scannant le répertoire. Toutes les méthodes de `os.DirEntry` peuvent réaliser un appel système, mais `is_dir()` et `is_file()` n'en requièrent normalement un que pour les liens symboliques ; `os.DirEntry.stat()` nécessite toujours un appel système sous Unix, mais seulement pour les liens symboliques sous Windows.

path peut être un *path-like object*. Si *path* est de type `bytes` (directement ou indirectement à travers une interface `PathLike`), le type des attributs `name` et `path` de chaque `os.DirEntry` sera `bytes` ; dans toutes les autres circonstances, ils seront de type `str`.

Cette fonction peut également gérer *la spécification de descripteurs de fichiers*. Le descripteur doit référencer un répertoire.

L'itérateur `scandir()` gère le protocole *context manager* et possède la méthode suivante :

`scandir.`**`close`**()

Ferme l'itérateur et libère les ressources acquises.

Elle est appelée automatiquement quand l'itérateur est entièrement consommé ou collecté par le ramasse-miettes, ou quand une erreur survient durant l'itération. Il est cependant conseillé de l'appeler explicitement ou d'utiliser l'instruction `with`.

Nouveau dans la version 3.6.

L'exemple suivant montre une utilisation simple de *scandir()* pour afficher tous les fichiers (à part les répertoires) dans le chemin donné par *path* et ne débutant pas par `'.'`. L'appel `entry.is_file()` ne va généralement pas faire d'appel système supplémentaire :

```
with os.scandir(path) as it:
    for entry in it:
        if not entry.name.startswith('.') and entry.is_file():
            print(entry.name)
```

Note : Sur les systèmes inspirés de Unix, *scandir()* utilise les fonctions système opendir() et readdir() Sur Windows, la fonction utilise les fonctions Win32 FindFirstFileW et FindNextFileW.

Nouveau dans la version 3.5.

Nouveau dans la version 3.6 : Prise en charge du protocole *context manager* et de la méthode *close()*. Si un itérateur sur *scandir()* n'est ni entièrement consommé ni explicitement fermé, un *ResourceWarning* sera émis dans son destructeur.

La fonction accepte un *path-like object*.

Modifié dans la version 3.7 : Ajout de la gestion des *descripteurs de fichiers* sur Unix.

class os.**DirEntry**

Objet donné par *scandir()* pour exposer le chemin du fichier et d'autres attributs de fichier d'une entrée du répertoire.

scandir() fournira autant d'informations que possible sans faire d'appels système additionnels. Quand un appel système `stat()` ou `lstat()` est réalisé, l'objet `os.DirEntry` mettra le résultat en cache.

Les instances `os.DirEntry` ne sont pas censées être stockées dans des structures de données à longue durée de vie ; si vous savez que les métadonnées du fichier ont changé ou si un certain temps s'est écoulé depuis l'appel à *scandir()*, appelez `os.stat(entry.path)` pour mettre à jour ces informations.

Puisque les méthodes de `os.DirEntry` peuvent réaliser des appels système, elles peuvent aussi lever des *OSError*. Si vous avez besoin d'un contrôle fin des erreurs, vous pouvez attraper les *OSError* en appelant les méthodes de `os.DirEntry` et les traiter comme il vous semble.

Pour être directement utilisable comme un *path-like object*, `os.DirEntry` implémente l'interface *PathLike*.

Les attributs et méthodes des instances de `os.DirEntry` sont les suivants :

name

Le nom de fichier de base de l'entrée, relatif à l'argument *path* de *scandir()*.

L'attribut *name* sera de type `bytes` si l'argument *path* de *scandir()* est de type `bytes`, sinon il sera de type `str`. Utilisez *fsdecode()* pour décoder des noms de fichiers de types *byte*.

path

Le nom entier de l'entrée : équivalent à `os.path.join(scandir_path, entry.name)` où *scandir_path* est l'argument *path* de *scandir()*. Le chemin est absolu uniquement si l'argument *path* de *scandir()* était absolu. Si l'argument *path* à la fonction *scandir()* est un *descripteur de fichier* l'attribut *path* sera égal à l'attribut *name*.

L'attribut *path* sera de type `bytes` si l'argument *path* de la fonction *scandir()* est de type `bytes`, sinon il sera de type `str`. Utilisez *fsdecode()* pour décoder des noms de fichiers de type *bytes*.

inode()

Renvoie le numéro d'*inode* de l'entrée.

Le résultat est mis en cache dans l'objet `os.DirEntry`. Utilisez `os.stat(entry.path, follow_symlinks=False).st_ino` pour obtenir l'information à jour.

Au premier appel non mis en cache, un appel système est requis sur Windows, mais pas sur Unix.

is_dir(*, *follow_symlinks=True*)

Renvoie `True` si cette entrée est un répertoire ou un lien symbolique pointant vers un répertoire ; renvoie `False` si l'entrée est (ou pointe vers) un autre type de fichier, ou s'il n'existe plus.

Si *follow_symlinks* vaut `False`, renvoie `True` uniquement si l'entrée est un répertoire (sans suivre les liens symboliques) ; renvoie `False` si l'entrée est n'importe quel autre type de fichier ou s'il n'existe plus.

Le résultat est mis en cache dans l'objet `os.DirEntry`, avec un cache séparé pour les valeurs `True` ou `False` de *follow_symlinks*. Appelez *os.stat()* avec *stat.S_ISDIR()* pour obtenir l'information à jour.

Au premier appel non mis en cache, aucun appel système n'est requis dans la plupart du temps. Spécifiquement, sans les liens symboliques, ni Windows, ni Unix ne requiert l'appel système, sauf sur certains systèmes de fichiers sur Unix, comme les système de fichiers de réseau qui renvoient `dirent.d_type == DT_UNKNOWN`. Si l'entrée est un lien symbolique, un appel système sera requis pour suivre le lien symbolique, à moins que *follow_symlinks* vaille `False`.

Cette méthode peut lever une *OSError* tout comme une *PermissionError*, mais *FileNotFoundError* est attrapé et pas levé.

is_file(*, *follow_symlinks=True*)

Renvoie `True` si l'entrée est un fichier ou un lien symbolique pointant vers un fichier, renvoie `False` si l'entrée pointe est (ou pointe sur) sur un dossier ou sur un répertoire ou autre entrée non-fichier, ou s'il n'existe plus.

Si *follow_symlinks* vaut `False`, renvoie `True` uniquement si cette entrée est un fichier (sans suivre les liens symboliques). Renvoie `False` si l'entrée est un répertoire ou une autre entrée non-fichier, ou s'il n'existe plus.

Le résultat est mis en cache dans l'objet `os.DirEntry`. La mise en cache, les appels système réalisés, et les exceptions levées sont les mêmes que pour *is_dir()*.

is_symlink()

Renvoie `True` si l'entrée est un lien symbolique (même cassé). Renvoie `False` si l'entrée pinte vers un répertoire ou tout autre type de fichier, ou s'il n'existe plus.

Le résultat est mis en cache dans l'objet `os.DirEntry`. Appelez *os.path.islink()* pour obtenir l'information à jour.

Au premier appel non mis en cache, aucun appel système n'est requis. Spécifiquement, ni Windows ni Unix ne requiert d'appel système, excepté sur certains systèmes de fichiers Unix qui renvoient `dirent.d_type == DT_UNKNOWN`.

Cette méthode peut lever une *OSError* tout comme une *PermissionError*, mais *FileNotFoundError* est attrapé et pas levé.

stat(*, *follow_symlinks=True*)

Renvoie un objet de type `stat.result` pour cette entrée. Cette méthode suit les liens symboliques par défaut. Pour avoir les statistiques sur un lien symbolique, ajouter l'argument `follow_symlinks=False`.

Sur Unix, cette méthode requiert toujours un appel système. Sur Windows, cela requiert uniquement un appel système si *follow_symlinks* vaut `True` et l'entrée n'est pas un lien symbolique.

Sur Windows, les attributs `st_ino`, `st_dev` et `st_nlink` de la classe *stat_result* sont toujours définis à 0. Appelez la fonction *os.stat()* pour avoir ces attributs.

Le résultat est mis en cache dans l'objet `os.DirEntry`, avec un cache séparé pour les valeurs `True` ou `False` de *follow_symlinks*. Appelez *os.stat()* pour obtenir l'information à jour.

Notez qu'il y a une correspondance entre différents attributs et méthodes de `os.DirEntry` et *pathlib.Path*. En particulier, l'attribut `name` a la même signification, ainsi que les méthodes `is_dir()`, `is_file()`, `is_symlink()` et `stat()`.

Nouveau dans la version 3.5.

Modifié dans la version 3.6 : Prise en charge de l'interface *PathLike*. Ajout du support des chemins *bytes* sous Windows.

`os.`**stat**(*path*, *, *dir_fd=None*, *follow_symlinks=True*)

Récupère le statut d'un fichier ou d'un descripteur de fichier. Réalise l'équivalent d'un appel système `stat()` sur le chemin donné. *path* peut être exprimé comme une chaîne de caractères ou d'octets -- directement ou indirectement à travers une interface *PathLike* -- ou comme un descripteur de fichier ouvert. Renvoie un objet *stat_result*.

Cette fonction suit normalement les liens symboliques. Pour récupérer les informations d'un lien symbolique, ajoutez l'argument `follow_symlinks=False` ou utilisez la fonction *lstat()*.

Cette fonction peut supporter la *spécification d'un descripteur de fichier* et *le non-suivi des liens symboliques*.

Exemple :

```
>>> import os
>>> statinfo = os.stat('somefile.txt')
>>> statinfo
os.stat_result(st_mode=33188, st_ino=7876932, st_dev=234881026,
st_nlink=1, st_uid=501, st_gid=501, st_size=264, st_atime=1297230295,
st_mtime=1297230027, st_ctime=1297230027)
>>> statinfo.st_size
264
```

Voir aussi :

les fonctions *fstat()* et *lstat()*.

Nouveau dans la version 3.3 : Les arguments *dir_fd* et *follow_symlinks* ont été ajoutés, spécification d'un descripteur de fichier à la place d'un chemin ajoutée également.

Modifié dans la version 3.6 : Accepte un *path-like object*.

class os.**stat_result**

Objet dont les attributs correspondent globalement aux membres de la structure `stat()`. Utilisé pour le résultat des fonctions *os.stat()*, *os.fstat()*, et *os.lstat()*.

Attributs :

st_mode
: Mode du fichier : type du fichier et bits de mode du fichier (permissions).

st_ino
: Dépendant de la plateforme, mais lorsqu'il ne vaut pas zéro il identifie de manière unique le fichier pour une certaine valeur de `st_dev`. Typiquement :
— le numéro d'*inode* sur Unix,
— l'index de fichier sur Windows

st_dev
: Identifiant du périphérique sur lequel ce fichier se trouve.

st_nlink
: Nombre de liens matériels.

st_uid
: Identifiant d'utilisateur du propriétaire du fichier.

st_gid
: Identifiant de groupe du propriétaire du fichier.

st_size
: Taille du fichier en *bytes* si c'est un fichier normal ou un lien symbolique. La taille d'un lien symbolique est la longueur du nom de chemin qu'il contient sans le byte nul final.

Horodatages :

st_atime
: Moment de l'accès le plus récent, exprimé en secondes.

st_mtime
: Moment de la modification de contenu la plus récente, exprimé en secondes.

st_ctime
: Dépendant de la plate-forme :
— le moment du changement de méta-données le plus récent sur Unix,
— le moment de création sur Windows, exprimé en secondes.

st_atime_ns
: Moment de l'accès le plus récent, exprimé en nanosecondes, par un entier.

st_mtime_ns
: Moment de la modification de contenu la plus récente, exprimé en nanosecondes, par un entier.

st_ctime_ns
: Dépendant de la plate-forme :
— le moment du changement de méta-données le plus récent sur Unix,
— le moment de création sur Windows, exprimé en nanosecondes, par un entier.

Note : La signification et la précision exacte des attributs *st_atime*, *st_mtime*, et *st_ctime* dépendent du système d'exploitation et du système de fichier. Par exemple sur les systèmes Windows qui utilisent un

système de fichier FAT ou FAT32, *st_mtime* a une précision de 2 secondes, et *st_atime* a une précision de 1 jour. Regardez la documentation de votre système d'exploitation pour plus de détails.

De manière similaire, bien que *st_atime_ns*, *st_mtime_ns*, et *st_ctime_ns* soient toujours exprimés en nanosecondes, beaucoup de systèmes ne fournissent pas une précision à la nanoseconde près.Sur les systèmes qui fournissent une telle précision, l'objet à virgule flottante utilisé pour stocker *st_atime*, *st_mtime*, et *st_ctime* ne peut pas le contenir en entier, et donc sera légèrement inexact. Si vous avez besoin d'horodatages exacts, vous devriez toujours utiliser *st_atime_ns*, *st_mtime_ns*, et *st_ctime_ns*.

Sur certains systèmes Unix (tels que Linux), les attributs suivants peuvent également être disponibles :

st_blocks
: Nombre de blocs de 512 *bytes* alloués pour le fichier. Cette valeur peut être inférieure à *st_size*/512 quand le fichier a des trous.

st_blksize
: Taille de bloc "préférée" pour des E/S efficaces avec le système de fichiers. Écrire dans un fichier avec des blocs plus petits peut causer des modifications (lecture-écriture-réécriture) inefficaces.

st_rdev
: Type de périphérique si l'*inode* représente un périphérique.

st_flags
: Marqueurs définis par l'utilisateur pour le fichier.

Sur d'autres systèmes Unix (tels que FreeBSD), les attributs suivants peuvent être disponibles (mais peuvent être complétés uniquement lorsque le super-utilisateur *root* tente de les utiliser) :

st_gen
: Nombre de génération de fichier.

st_birthtime
: Moment de la création du fichier.

Sur les systèmes Solaris et dérivés, les attributs suivants peuvent également être disponibles :

st_fstype
: Chaîne qui identifie de manière unique le type du système de fichiers qui contient le fichier.

Sur les systèmes Mac OS, les attributs suivants peuvent également être disponibles :

st_rsize
: Taillé réelle du fichier.

st_creator
: Créateur du fichier.

st_type
: Type du fichier.

Sur les systèmes Windows, les attributs suivants sont également disponibles :

st_file_attributes
: Attributs de fichiers Windows : membre `dwFileAttributes` de la structure `BY_HANDLE_FILE_INFORMATION` renvoyée par `GetileInformationByHandle()`. Soir les constantes `FILE_ATTRIBUTE_*` du module *stat*.

Le module standard *stat* définit des fonctions et des constantes qui sont utiles pour l'extraction d'informations d'une structure `stat`. (Sur Windows, certains éléments sont remplis avec des valeurs factices.)

Pour des raisons de rétro-compatibilité, une instance du *stat_result* est également accessible comme un tuple d'au moins 10 valeurs entières donnant les membres les plus importants (et portables) de la structure `stat`, dans l'ordre : *st_mode*, *st_ino*, *st_dev*, *st_nlink*, *st_uid*, *st_gid*, *st_size*, *st_atime*, *st_mtime*, *st_ctime*. Plus d'éléments peuvent être ajoutés à la fin par certaines implémentations. Pour une compatibilité avec les anciennes versions de Python, accéder à un élément de type *stat_result* comme un tuple donne toujours des entiers.

Nouveau dans la version 3.3 : Les attributs *st_atime_ns*, *st_mtime_ns*, et *st_ctime_ns* ont été ajoutés.

Nouveau dans la version 3.5 : L'attribut *st_file_attributes* a été ajouté sur Windows.

Modifié dans la version 3.5 : Windows renvoie maintenant l'index du fichier dans l'attribut *st_ino*, lorsqu'il est disponible.

Nouveau dans la version 3.7 : Ajout de l'attribut *st_fstype* sur Solaris et dérivés.

os.**statvfs**(*path*)

Exécute un appel système `statvfs()` sur le chemin donné par *path*. La valeur de retour est un objet dont les attributs décrivent le système de fichiers pour le chemin donné, et correspondent aux membres de la structure `statvfs`, c'est-à-dire : `f_bsize`, `f_frsize`, `f_blocks`, `f_bfree`, `f_bavail`, `f_files`, `f_ffree`, `f_favail`, `f_flag`, `f_namemax`, `f_fsid`.

Deux constantes de module sont définies pour le champ-de-bits de l'attribut `f_flag` : si `SR_RDONLY` est activé, le système de fichiers est monté en lecture-seule, et si `ST_NOSUID` est activé, la sémantique des bits de *setuid* / *getuid* est désactivée ou non gérée.

Des constantes de module supplémentaires sont définies pour les systèmes basés sur GNU/glibc. Ces constantes sont `ST_NODEV` (interdit l'accès aux fichiers spéciaux du périphérique), `ST_NOEXEC` (interdit l'exécution de programmes), `ST_SYNCHRONOUS` (les écritures sont synchronisées en une fois), `ST_MANDLOCK` (permet les verrous impératifs sur un système de fichiers), `ST_WRITE` (écrit sur les fichiers/répertoires/liens symboliques), `ST_APPEND` (fichiers en ajout-seul), `ST_IMMUTABLE` (fichiers immuables), `ST_NOATIME` (ne met pas à jour les moments d'accès), `ST_NODIRATIME` (ne met pas à jour les moments d'accès aux répertoires), `ST_REALTIME` (Met *atime* à jour relativement à *mtime* / *ctime*).

Cette fonction prend en charge *la spécification d'un descripteur de fichier*.

Disponibilité : Unix.

Modifié dans la version 3.2 : Ajout des constantes `ST_RDONLY` et `ST_NOSUID`.

Nouveau dans la version 3.3 : Prise en charge de la spécification d'un descripteur de répertoire pour *path* ajouté.

Modifié dans la version 3.4 : Ajout des constantes `ST_NODEV`, `ST_NOEXEC`, `ST_SYNCHRONOUS`, `ST_MANDLOCK`, `ST_WRITE`, `ST_APPEND`, `ST_IMMUTABLE`, `ST_NOATIME`, `ST_NODIRATIME`, et `ST_RELATIME`.

Modifié dans la version 3.6 : Accepte un *path-like object*.

Nouveau dans la version 3.7 : Ajout de `f_fsid`.

os.**supports_dir_fd**

Un objet de type *Set* indiquant quels fonctions du module *os* permettent l'utilisation du paramètre *dir_fd*. Des plate-formes différentes fournissent des fonctionnalités différentes, et une option qui peut fonctionner sur l'une peut ne pas être gérée sur une autre. Pour des raisons de cohérence, les fonctions qui gèrent *dir_fd* permettent toujours de spécifier le paramètre, mais lèvent une exception si la fonctionnalité n'est pas réellement accessible.

Pour vérifier si une fonction en particulier permet de l'utilisation de son paramètre *dir_fd*, utilisez l'opérateur `in` sur `supports_dir_fd`. Par exemple, l'expression détermine si le paramètre *dir_fd* de la fonction *os.stat()* est disponible :

```
os.stat in os.supports_dir_fd
```

Actuellement, le paramètre *dir_fd* ne fonctionne que sur les plate-formes Unix. Il ne fonctionne jamais sur Windows.

Nouveau dans la version 3.3.

os.**supports_effective_ids**

Un objet de type *collections.abc.Set* indiquant quelles fonction du module `ps` permettent l'utilisation du paramètre *effective_ids* pour *os.access()*. Si la plate-forme le gère, la collection contiendra *os.access()*, sinon elle sera vide.

Pour vérifier si vous pouvez utiliser le paramètre *effective_ids* pour *os.access()*, utilisez l'opérateur `in` sur `supports_effective_ids`, comme tel :

```
os.access in os.supports_effective_ids
```

Actuellement, *effective_ids* ne fonctionne que sur les plate-formes Unix, ça ne fonctionne pas sur Windows.

Nouveau dans la version 3.3.

os.**supports_fd**

Un objet de type *Set* indiquant quelles fonctions du module *os* permettent de spécifier le paramètre de chemin *path* par un descripteur de fichier ouvert. Différentes plate-formes fournissent différentes fonctionnalités, et une option qui peut fonctionner sur l'une peut ne pas être gérée sur une autre. Pour des raisons de cohérence, les fonctions qui gèrent *fd* permettent toujours de spécifier le paramètre, mais elles lèveront une exception si la fonctionnalité n'est pas réellement disponible.

Pour vérifier si une fonction en particulier permet de spécifier un descripteur de fichier ouvert pour son paramètre *path*, utilisez l'opérateur `in` sur `supports_fd`. Par exemple, cette expression détermine si `os.chdir()` accepte un descripteur de fichier ouvert quand appelée sur votre plate-forme actuelle :

```
os.chdir in os.supports_fd
```

Nouveau dans la version 3.3.

os.supports_follow_symlinks

Un objet de type `collections.abc.Set` indiquant quelles fonctions du module `os` permettent d'utiliser leur paramètre *follow_symlinks*. Différentes plate-formes fournissent des fonctionnalités différentes, et une option qui fonctionne sur l'une peut ne pas fonctionner sur une autre. Pour des raisons de cohérence, les fonctions qui gèrent *follow_symlinks* permettent toujours de spécifier le paramètre, mais lèvent une exception si la fonctionnalité n'est pas réellement disponible.

Pour vérifier s une fonction en particulier permet l'utilisation du paramètre *follow_symlinks*, utilisez l'opérateur `in` sur `supports_follow_symlinks`. Par exemple, cette expression détermine si le paramètre *follow_symlink* de `os.stat()` est disponible :

```
os.stat in os.supports_follow_symlinks
```

Nouveau dans la version 3.3.

os.symlink(*src*, *dst*, *target_is_directory=False*, ***, *dir_fd=None*)

Crée un lien symbolique pointant vers *src* et appelé *dst*.

Sur Windows, un lien symbolique représente soit lien vers un fichier, soit lien vers un répertoire mais ne s'adapte pas dynamiquement au type de la cible. Si la cible existe le lien sera crée du même type que sa cible. Dans le cas où cible n'existe pas, si *target_is_directory* vaut `True` le lien symbolique sera créé comme un répertoire, sinon comme un fichier (par défaut). Sur les autres plateformes, *target_id_directory* est ignoré.

Introduction de la prise en charge des liens symboliques dans Windows 6.0 (Vista). `symlink()` lèvera une exception `NotImplementedError` sur les versions de Windows inférieures à 6.0.

Cette fonction prend en charge *des chemins relatifs à des descripteurs de répertories*.

Note : Sur Windows, le *SeCreateSymbolicLinkPrivilege* est requis pour créer des liens symboliques avec succès. Ce privilège n'est pas typiquement garanti aux utilisateurs réguliers mais est disponible aux comptes qui peuvent escalader les privilèges jusqu'au niveau administrateur. Tant obtenir le privilège que lancer votre application en administrateur sont des moyens de créer des liens symboliques avec succès.

`OSError` est levée quand la fonction est appelée par un utilisateur sans privilèges.

Disponibilité : Unix, Windows.

Modifié dans la version 3.2 : Prise en charge des les liens symboliques sur Windows 6.0 (Vista).

Nouveau dans la version 3.3 : Ajout de l'argument *dir_fd* et maintenant, permission de *target_is_directory* sur les plate-formes non Windows.

Modifié dans la version 3.6 : Accepte un *path-like object* pour *src* et *dst*.

os.sync()

Force l'écriture de tout sur le disque.

Disponibilité : Unix.

Nouveau dans la version 3.3.

os.truncate(*path*, *length*)

Tronque le fichier correspondant à *path*, afin qu'il soit au maximum long de *length* bytes.

Cette fonction prend en charge *la spécification d'un descripteur de fichier*.

Disponibilité : Unix, Windows.

Nouveau dans la version 3.3.

Modifié dans la version 3.5 : Prise en charge de Windows

Modifié dans la version 3.6 : Accepte un *path-like object*.

os.unlink(*path*, ***, *dir_fd=None*)

Supprime (retire) le fichier *path*. Cette fonction est sémantiquement identique à `remove()`. Le nom `unlink` est un nom Unix traditionnel. Veuillez voir la documentation de `remove()` pour plus d'informations.

Nouveau dans la version 3.3 : Le paramètre *dir_fd*.

Modifié dans la version 3.6 : Accepte un *path-like object*.

os.**utime**(*path*, *times=None*, **[, ns]*, *dir_fd=None*, *follow_symlinks=True*)

Voir les derniers moments d'accès et de modification du fichier spécifiés par *path*.

La fonction `utime()` prend deux paramètres optionnels, *times* et *ns*. Ils spécifient le temps mis pour *path* et est utilisé comme suit :

— Si *ns* est spécifié, ce doit être un couple de la forme `(atime_ns, mtime_ns)` où chaque membre est un entier qui exprime des nanosecondes.

— Si *times* ne vaut pas `None`, ce doit être un couple de la forme `(atime, mtime)` où chaque membre est un entier ou une expression à virgule flottante.

— Si *times* vaut `None`, et *ns* est non-spécifié. C'est équivalent à spécifier `ns = (atime_ns, mtime_ns)` où les deux moments sont le moment actuel.

Il est erroné de spécifier des tuples pour *times* et *ns* à la fois.

Le fait qu'un répertoire puisse être donné pour *path* dépend du fait que le système d'exploitation implémente les répertoires comme des fichiers (par exemple, Windows ne le fait pas). Notez que l'instant exact que vous définissez ici peut ne pas être renvoyé lors d'un futur appel à `stat()`, selon la précision avec laquelle votre système d'exploitation mémorise les moments d'accès et de modification ; voir `stat()`. Le meilleur moyen de préserver des moments exacts est d'utiliser les champs *st_atime_ns* et *st_mtime_ns* de l'objet résultat de la fonction `os.stat()` avec le paramètre *ns* valant *utime*.

Cette fonction prend en charge *la spécification d'un descripteur de fichier*, *les chemins relatifs à des descripteurs de répertoires*, et *le non-suivi des liens symboliques*.

Nouveau dans la version 3.3 : Prise en charge de la spécification d'un descripteur de fichier pour *path* et les paramètres *dir_fd*, *follow_symlinks*, et *ns* ajoutés.

Modifié dans la version 3.6 : Accepte un *path-like object*.

os.**walk**(*top*, *topdown=True*, *onerror=None*, *followlinks=False*)

Génère les noms de fichier dans un arbre de répertoire en parcourant l'arbre soit de bas-en-haut, soit de haut-en-bas. Pour chaque répertoire dans l'arbre enraciné en le répertoire *rop* (incluant ledit répertoire *top*), fournit un triplet `(dirpath, dirnames, filenames)`.

dirpath est une chaîne de caractères contenant le chemin vers le répertoire. *dirnames* est une liste de noms de sous-répertoires dans *dirpath* (en excluant `'.'` et `'..'`). *filenames* est une liste de fichiers (non-répertoires) dans *dirpath*. Notez que les noms dans la liste ne contiennent aucune composante de chemin. Pour récupérer le chemin complet (qui commence à *top*) vers un répertoire dans *dirpath*, faites `os.path.join(dirpath, name)`.

Si l'argument optionnel *topdown* vaut `True` ou n'est pas spécifié, le triplet pour un répertoire est généré avant les triplets de tous ses sous-répertoires (les répertoires sont générés de haut-en-bas). Si *topdown* vaut `False`, le triplet pour un répertoire est généré après les triplets de tous ses sous-répertoires (les répertoires sont générés de bas-en-haut). Peu importe la valeur de *topdown*, la liste des sous-répertoires est récupérée avant que les tuples pour le répertoires et ses sous-répertoires ne soient générés.

Quand *topdown* vaut `True`, l'appelant peut modifier la liste *dirnames* en place (par exemple en utilisant `del` ou l'assignation par *slicing* (par tranches)) et `walk()` ne fera sa récursion que dans les sous-répertoires dont le nom reste dans *dirnames* ; cela peut être utilisé pour élaguer la recherche, imposer un ordre particulier de visite, ou encore pour informer `walk()` des répertoires créés par l'appelant ou renommés avant qu'il quitte `walk()` à nouveau. Modifier *dirnames* quand *topdown* vaut `False` n'a aucun effet dur le comportement du parcours parce qu'en mode bas-en-haut, les répertoires dans *dirnames* sont générés avant que *dirpath* ne soit lui-même généré.

Par défaut, les erreurs d'un appel à `scandir()` sont ignorées. Si l'argument optionnel *onerror* est spécifié, il doit être une fonction qui sera appelée avec un seul argument, une instance de `OSError`. Elle peut rapporter l'erreur et continuer le parcours, ou lever l'exception pour avorter le parcours. Notez que le nom de fichier est disponible dans l'attribut `filename` de l'objet exception.

Par défaut, `walk()` ne parcourra pas les liens symboliques qui mènent à un répertoire. Définissez *followlinks* avec `True` pour visiter les répertoires pointés par des liens symboliques sur les systèmes qui le gère.

Note : Soyez au courant que définir *followlinks* avec `True` peut mener à une récursion infinie si un lien pointe vers un répertoire parent de lui-même. `walk()` ne garde pas de trace des répertoires qu'il a déjà visité.

Note : Si vous passez un chemin relatif, ne changer pas le répertoire de travail actuel entre deux exécutions de `walk()`. `walk()` ne change jamais le répertoire actuel, et suppose que l'appelant ne le fait pas non plus.

Cet exemple affiche le nombre de bytes pris par des fichiers non-répertoires dans chaque répertoire à partir du répertoire de départ, si ce n'est qu'il ne cherche pas après un sous-répertoire CSV :

```
import os
from os.path import join, getsize
for root, dirs, files in os.walk('python/Lib/email'):
    print(root, "consumes", end=" ")
    print(sum(getsize(join(root, name)) for name in files), end=" ")
    print("bytes in", len(files), "non-directory files")
    if 'CVS' in dirs:
        dirs.remove('CVS')  # don't visit CVS directories
```

Dans l'exemple suivant (simple implémentation d'un `shutil.rmtree()`), parcourir l'arbre de bas-en-haut est essentiel : `rmdir()` ne permet pas de supprimer un répertoire avant qu'un ne soit vide :

```
# Delete everything reachable from the directory named in "top",
# assuming there are no symbolic links.
# CAUTION:  This is dangerous!  For example, if top == '/', it
# could delete all your disk files.
import os
for root, dirs, files in os.walk(top, topdown=False):
    for name in files:
        os.remove(os.path.join(root, name))
    for name in dirs:
        os.rmdir(os.path.join(root, name))
```

Modifié dans la version 3.5 : Cette fonction appelle maintenant `os.scandir()` au lieu de `os.listdir()`, ce qui la rend plus rapide en réduisant le nombre d'appels à `os.stat()`.

Modifié dans la version 3.6 : Accepte un *path-like object*.

`os.`**`fwalk`**(*top='.'*, *topdown=True*, *onerror=None*, ***, *follow_symlinks=False*, *dir_fd=None*)

Se comporte exactement comme `walk()`, si ce n'est qu'il fournit un quadruplet `(dirpath, dirnames, filenames, dirfd)`, et gère `dir_fd`.

dirpath, *dirnames* et *filenames* sont identiques à la sortie de `walk()` et *dirfd* est un descripteur de fichier faisant référence au répertoire *dirpath*.

Cette fonction prend toujours en charge *les chemins relatifs à des descripteurs de fichiers* et *le non-suivi des liens symboliques*. Notez cependant qu'à l'inverse des autres fonctions, la valeur par défaut de *follow_symlinks* pour `walk()` est `False`.

Note : Puisque `fwalk()` fournit des descripteurs de fichiers, ils ne sont valides que jusque la prochaine itération. Donc vous devriez les dupliquer (par exemple avec `dup()`) si vous désirez les garder plus longtemps.

Cet exemple affiche le nombre de bytes pris par des fichiers non-répertoires dans chaque répertoire à partir du répertoire de départ, si ce n'est qu'il ne cherche pas après un sous-répertoire CSV :

```
import os
for root, dirs, files, rootfd in os.fwalk('python/Lib/email'):
    print(root, "consumes", end="")
    print(sum([os.stat(name, dir_fd=rootfd).st_size for name in files]),
          end="")
    print("bytes in", len(files), "non-directory files")
    if 'CVS' in dirs:
        dirs.remove('CVS')  # don't visit CVS directories
```

Dans le prochain exemple, parcourir l'arbre de bas-en-haut est essentiel : `rmdir()` ne permet pas de supprimer un répertoire avant qu'il ne soit vide :

```
# Delete everything reachable from the directory named in "top",
# assuming there are no symbolic links.
# CAUTION:  This is dangerous!  For example, if top == '/', it
# could delete all your disk files.
import os
for root, dirs, files, rootfd in os.fwalk(top, topdown=False):
    for name in files:
        os.unlink(name, dir_fd=rootfd)
    for name in dirs:
        os.rmdir(name, dir_fd=rootfd)
```

Disponibilité : Unix.

Nouveau dans la version 3.3.

Modifié dans la version 3.6 : Accepte un *path-like object*.

Modifié dans la version 3.7 : Ajout de la gestion des chemins de type `bytes`.

Attributs étendus pour Linux

Nouveau dans la version 3.3.

Toutes ces fonctions ne sont disponibles que sur Linux.

`os.`**`getxattr`**(*path*, *attribute*, ***, *follow_symlinks=True*)

Renvoie la valeur de l'attribut étendu *attribute* du système de fichiers pour le chemin *path*. *attribute* peut être une chaîne de caractères ou d'octets (directement ou indirectement à travers une interface `PathLike`). Si c'est une chaîne de caractères, elle est encodée avec l'encodage du système de fichiers.

Cette fonction peut supporter la *spécification d'un descripteur de fichier* et *le non-suivi des liens symboliques*.

Modifié dans la version 3.6 : Accepte un *path-like object* pour *path* et *attribute*.

`os.`**`listxattr`**(*path=None*, ***, *follow_symlinks=True*)

Renvoie une liste d'attributs du système de fichiers étendu pour *path*. Les attributs dans le liste sont représentés par des chaînes de caractères et sont décodés avec l'encodage du système de fichier. Si *path* vaut `None`, `listxattr()` examinera le répertoire actuel.

Cette fonction peut supporter la *spécification d'un descripteur de fichier* et *le non-suivi des liens symboliques*.

Modifié dans la version 3.6 : Accepte un *path-like object*.

`os.`**`removexattr`**(*path*, *attribute*, ***, *follow_symlinks=True*)

Supprime l'attribut étendu *attribute* du système de fichier pour le chemin *path*. *attribute* devrait être une chaîne de caractères ou d'octets (directement ou indirectement à travers une interface `PathLike`). Si c'est une chaîne de caractères, elle est encodée avec l'encodage du système de fichiers.

Cette fonction peut supporter la *spécification d'un descripteur de fichier* et *le non-suivi des liens symboliques*.

Modifié dans la version 3.6 : Accepte un *path-like object* pour *path* et *attribute*.

`os.`**`setxattr`**(*path*, *attribute*, *value*, *flags=0*, ***, *follow_symlinks=True*)

Règle l'attribut étendu *attribute* du système de fichier pour le chemin *path* à *value*. *attribute* doit être une chaîne de caractères ou d'octets sans caractères nuls (directement ou indirectement à travers une interface `PathLike`). Si c'est une chaîne de caractères, elle est encodée avec l'encodage du système de fichiers. *flags* peut être `XATTR_REPLACE` ou `XATTR_CREATE`. Si `XATTR_REPLACE` est donné et que l'attribut n'existe pas, `EEXISTS` sera levée. Si `XATTR_CREATE` est donné et que l'attribut existe déjà, l'attribut ne sera pas créé et `ENODATA` sera levée.

Cette fonction peut supporter la *spécification d'un descripteur de fichier* et *le non-suivi des liens symboliques*.

Note : Un bug des versions inférieures à 2.6.39 du noyau Linux faisait que les marqueurs de *flags* étaient ignorés sur certains systèmes.

Modifié dans la version 3.6 : Accepte un *path-like object* pour *path* et *attribute*.

`os.`**`XATTR_SIZE_MAX`**

La taille maximum que peut faire la valeur d'un attribut étendu. Actuellement, c'est 64 KiB sur Lniux.

os.**XATTR_CREATE**
C'est une valeur possible pour l'argument *flags* de `setxattr()`. Elle indique que l'opération doit créer un attribut.

os.**XATTR_REPLACE**
C'est une valeur possible pour l'argument *flags* de `setxattr()`.Elle indique que l'opération doit remplacer un attribut existant.

16.1.6 Gestion des processus

Ces fonctions peuvent être utilisées pour créer et gérer des processus.

Les variantes des fonctions `exec*` prennent une liste d'arguments pour le nouveau programme chargé dans le processus. Dans tous les cas, le premier de ces arguments est passé au nouveau programme comme son propre nom plutôt que comme un argument qu'un utilisateur peut avoir tapé en ligne de commande. Pour les programmeurs C, c'est l'argument `argv[0]` qui est passé à la fonction `main()` du programme. Par exemple, `os.execv('/bin/echo/', ['foo', 'bar'])` affichera uniquement `bar` sur la sortie standard ; `foo` semblera être ignoré.

os.**abort**()
Génère un signal `SIGABRT` au processus actuel. Sur Linux, le comportement par défaut est de produire un vidage système (*Core Dump*) ; sur Windows, le processus renvoie immédiatement un code d'erreur `3`. Attention : appeler cette fonction n'appellera pas le gestionnaire de signal Python enregistré par `SIGABRT` à l'aide de `signal.signal()`.

os.**execl**(*path*, *arg0*, *arg1*, ...)
os.**execle**(*path*, *arg0*, *arg1*, ..., *env*)
os.**execlp**(*file*, *arg0*, *arg1*, ...)
os.**execlpe**(*file*, *arg0*, *arg1*, ..., *env*)
os.**execv**(*path*, *args*)
os.**execve**(*path*, *args*, *env*)
os.**execvp**(*file*, *args*)
os.**execvpe**(*file*, *args*, *env*)
Ces fonctions exécutent toutes un nouveau programme, remplaçant le processus actuel, elles ne renvoient pas. Sur Unix, le nouvel exécutable est chargé dans le processus actuel, et aura le même identifiant de processus (PID) que l'appelant. Les erreurs seront reportées par des exceptions `OSError`.

Le processus actuel est remplacé immédiatement. Les fichiers objets et descripteurs de fichiers ne sont pas purgés, donc s'il est possible que des données aient été mises en tampon pour ces fichiers, vous devriez les purger manuellement en utilisant `sys.stdout.flush()` ou `os.fsync()` avant d'appeler une fonction `exec*`.

Les variantes "l" et "v" des fonctions `exec*` différent sur la manière de passer les arguments de ligne de commande. Les variantes "l" sont probablement les plus simples à utiliser si le nombre de paramètres est fixé lors de l'écriture du code. Les paramètres individuels deviennent alors des paramètres additionnels aux fonctions `exec*()`. Les variantes "v" sont préférables quand le nombre de paramètres est variable et qu'ils sont passés dans une liste ou un *tuple* dans le paramètre *args*. Dans tous les cas, les arguments aux processus fils devraient commencer avec le nom de la commande à lancer, mais ce n'est pas obligatoire.

Les variantes qui incluent un "p"vers la fin (`execlp()`, `execlpe()`, `execvp()`, et `execvpe()`) utiliseront la variable d'environnement `PATH` pour localiser le programme *file*. Quand l'environnement est remplacé (en utilisant une des variantes `exec*e`, discutées dans le paragraphe suivant), le nouvel environnement est utilisé comme source de la variable d'environnement `PATH`. Les autres variantes `execl()`, `execle()`, `execv()`, et `execve()` n'utiliseront pas la variable d'environnement `PATH` pour localiser l'exécutable. *path* doit contenir un chemin absolue ou relatif approprié.

Pour les fonctions `execle()`, `execlpe()`, `execve()`, et `execvpe()` (notez qu'elle finissent toutes par "e"), le paramètre *env* doit être un *mapping* qui est utilisé pour définir les variables d'environnement du nouveau processus (celles-ci sont utilisées à la place de l'environnement du nouveau processus). Les fonctions `execl()`, `execlp()`, `execv()`, et `execvp()` causent toutes un héritage de l'environnement du processus actuel par le processus fils.

Pour `execve()`, sur certaines plate-formes, *path* peut également être spécifié par un descripteur de fichier ouvert. Cette fonctionnalité peut ne pas être gérée sur votre plate-forme. Vous pouvez vérifier si c'est disponible en utilisant `os._supports_fd`. Si c'est indisponible, l'utiliser lèvera une `NotImplementedError`.

Disponibilité : Unix, Windows.

Nouveau dans la version 3.3 : Prise en charge de la spécification d'un descripteur de fichier ouvert pour *path* pour `execve()`.

Modifié dans la version 3.6 : Accepte un *path-like object*.

os.**_exit**(*n*)

Quitte le processus avec le statut *n*, sans appeler les gestionnaires de nettoyage, sans purger les tampons des fichiers, etc.

Note : La méthode standard pour quitter est `sys.exit(n)`. `_exit()` devrait normalement être utilisé uniquement par le processus fils après un `fork()`.

Les codes de sortie suivants sont définis et peuvent être utilisés avec `_exit()`, mais ils ne sont pas nécessaires. Ils sont typiquement utilisés pour les programmes systèmes écrits en Python, comme un programme de gestion de l'exécution des commandes d'un serveur de mails.

Note : Certaines de ces valeurs peuvent ne pas être disponibles sur toutes les plate-formes Unix étant donné qu'il en existe des variations. Ces constantes sont définies là où elles sont définies par la plate-forme sous-jacente.

---

os.**EX_OK**

Code de sortie signifiant qu'aucune erreur n'est arrivée.

Disponibilité : Unix.

os.**EX_USAGE**

Code de sortie signifiant que les commandes n'ont pas été utilisées correctement, comme quand le mauvais nombre d'arguments a été donné.

Disponibilité : Unix.

os.**EX_DATAERR**

Code de sortie signifiant que les données en entrées étaient incorrectes.

Disponibilité : Unix.

os.**EX_NOINPUT**

Code de sortie signifiant qu'un des fichiers d'entrée n'existe pas ou n'est pas lisible.

Disponibilité : Unix.

os.**EX_NOUSER**

Code de sortie signifiant qu'un utilisateur spécifié n'existe pas.

Disponibilité : Unix.

os.**EX_NOHOST**

Code de sortie signifiant qu'un hôte spécifié n'existe pas.

Disponibilité : Unix.

os.**EX_UNAVAILABLE**

Code de sortie signifiant qu'un service requis n'est pas disponible.

Disponibilité : Unix.

os.**EX_SOFTWARE**

Code de sortie signifiant qu'une erreur interne d'un programme a été détectée.

Disponibilité : Unix.

os.**EX_OSERR**

Code de sortie signifiant qu'une erreur du système d'exploitation a été détectée, comme l'incapacité à réaliser un *fork* ou à créer un tuyau (*pipe*).

Disponibilité : Unix.

os.**EX_OSFILE**

Code de sortie signifiant qu'un fichier n'existe pas, n'a pas pu être ouvert, ou avait une autre erreur.

Disponibilité : Unix.

os.**EX_CANTCREAT**
Code de sortie signifiant qu'un fichier spécifié par l'utilisateur n'a pas pu être créé.
Disponibilité : Unix.

os.**EX_IOERR**
Code de sortie signifiant qu'une erreur est apparue pendant une E/S sur un fichier.
Disponibilité : Unix.

os.**EX_TEMPFAIL**
Code de sortie signifiant qu'un échec temporaire est apparu. Cela indique quelque chose qui pourrait ne pas être une erreur, comme une connexion au réseau qui n'a pas pu être établie pendant une opération réessayable.
Disponibilité : Unix.

os.**EX_PROTOCOL**
Code de sortie signifiant qu'un protocole d'échange est illégal, invalide, ou non-compris.
Disponibilité : Unix.

os.**EX_NOPERM**
Code de sortie signifiant qu'il manque certaines permissions pour réaliser une opération (mais n'est pas destiné au problèmes de système de fichiers).
Disponibilité : Unix.

os.**EX_CONFIG**
Code de sortie signifiant qu'une erreur de configuration est apparue.
Disponibilité : Unix.

os.**EX_NOTFOUND**
Code de sortie signifiant quelque chose comme "une entrée n'a pas été trouvée".
Disponibilité : Unix.

os.**fork**()
Fork un processus fils. Renvoie `0` dans le processus fils et le PID du processus fils dans le processus père. Si une erreur apparaît, une *OSError* est levée.
Notez que certaines plate-formes (dont FreeBSD <= 6.3 et Cygwin) ont des problèmes connus lors d'utilisation de *fork()* depuis un fil d'exécution.

> **Avertissement :** Voit *ssl* pour les application qui utilisent le module SSL avec *fork()*.

Disponibilité : Unix.

os.**forkpty**()
Fork un processus fils, en utilisant un nouveau pseudo-terminal comme terminal contrôlant le fils. Renvoie une paire `(pid, fd)` où *pid* vaut `0` dans le fils et le PID du processus fils dans le parent, et *fd* est le descripteur de fichier de la partie maître du pseudo-terminal. Pour une approche plus portable, utilisez le module *pty*. Si une erreur apparaît, une *OSError* est levée.
Disponibilité : certains dérivés Unix.

os.**kill**(*pid*, *sig*)
Envoie le signal *sig* au processus *pid*. Les constantes pour les signaux spécifiques à la plate-forme hôte sont définies dans le module *signal*.
Windows : les signaux *signal.CTRL_C_EVENT* et *signal.CTRL_BREAK_EVENT* sont des signaux spéciaux qui ne peuvent être envoyés qu'aux processus consoles qui partagent une console commune (par exemple, certains sous-processus). Toute autre valeur pour *sig* amènera le processus a être tué sans condition par l'API TerminateProcess, et le code de retour sera mis à *sig*. La version Windows de *kill()* prend en plus les identificateurs de processus à tuer.
Voir également *signal.pthread_kill()*.
Nouveau dans la version 3.2 : Prise en charge de Windows.

os.**killpg**(*pgid*, *sig*)
Envoie le signal *sig* au groupe de processus *pgid*.
Disponibilité : Unix.

os.**nice**(*increment*)
Ajoute *increment* à la priorité du processus. Renvoie la nouvelle priorité.
Disponibilité : Unix.

os.**plock**(*op*)
Verrouille les segments du programme en mémoire. La valeur de *op* (définie dans <sys/lock.h>) détermine quels segments sont verrouillés.
Disponibilité : Unix.

os.**popen**(*cmd*, *mode='r'*, *buffering=-1*)
Ouvre un tuyau vers ou depuis la commande *cmd*. La valeur de retour est un fichier objet ouvert relié au tuyau qui peut être lu ou écrit selon la valeur de *mode* qui est `'r'` (par défaut) ou `'w'`. L'argument *buffering* a le même sens que l'argument correspondant de la fonction *open()*. L'objet fichier renvoyé écrit (ou lit) des chaînes de caractères et non de bytes.
La méthode `close` renvoie *None* si le sous-processus s'est terminé avec succès, ou le code de retour du sous-processus s'il y a eu une erreur. Sur les systèmes POSIX, si le code de retour est positif, il représente la valeur de retour du processus décalée d'un byte sur la gauche. Si le code de retour est négatif, le processus le processus s'est terminé avec le signal donné par la négation de la valeur de retour. (Par exemple, la valeur de retour pourrait être `-signal.SIGKILL` si le sous-processus a été tué). Sur les systèmes Windows, la valeur de retour contient le code de retour du processus fils dans un entier signé .
Ceci est implémenté en utilisant *subprocess.Popen*. Lisez la documentation de cette classe pour des méthodes plus puissantes pour gérer et communiquer avec des sous-processus.

os.**register_at_fork**(*, *before=None*, *after_in_parent=None*, *after_in_child=None*)
Enregistre des appelables (*callables*) à exécuter quand un nouveau processus enfant est crée avec *os.fork()* ou des APIs similaires de clonage de processus. Les paramètres sont optionnels et par mots-clé uniquement. Chacun spécifie un point d'appel différent.
— *before* est une fonction appelée avant de *forker* un processus enfant.
— *after_in_parent* est une fonction appelée depuis le processus parent après avoir *forké* un processus enfant.
— *after_in_child* est une fonction appelée depuis le processus enfant.
Ces appels ne sont effectués que si le contrôle est censé retourner à l'interpréteur Python. Un lancement de *subprocess* typique ne les déclenchera pas, car l'enfant ne ré-entre pas dans l'interpréteur.
Les fonctions enregistrées pour l'exécution avant le *fork* sont appelées dans l'ordre inverse à leur enregistrement. Les fonctions enregistrées pour l'exécution après le *fork* (soit dans le parent ou dans l'enfant) sont appelées dans l'ordre de leur enregistrement.
Notez que les appels à `fork()` faits par du code C de modules tiers peuvent ne pas appeler ces fonctions, à moins que ce code appelle explicitement `PyOS_BeforeFork()`, `PyOS_AfterFork_Parent()` et `PyOS_AfterFork_Child()`.
Il n'y a aucun moyen d'annuler l'enregistrement d'une fonction.
Disponibilité : Unix.
Nouveau dans la version 3.7.

os.**spawnl**(*mode*, *path*, *...*)
os.**spawnle**(*mode*, *path*, *...*, *env*)
os.**spawnlp**(*mode*, *file*, *...*)
os.**spawnlpe**(*mode*, *file*, *...*, *env*)
os.**spawnv**(*mode*, *path*, *args*)
os.**spawnve**(*mode*, *path*, *args*, *env*)
os.**spawnvp**(*mode*, *file*, *args*)
os.**spawnvpe**(*mode*, *file*, *args*, *env*)
Exécute le programme *path* dans un nouveau processus.
(Notez que le module *subprocess* fournit des outils plus puissants pour générer de nouveaux processus et récupérer leur valeur de retour. Il est préférable d'utiliser ce module que ces fonctions. Voyez surtout la section *Remplacer les fonctions plus anciennes par le module subprocess*.)
Si *mode* vaut *P_NOWAIT*, cette fonction renvoie le PID du nouveau processus, et si *mode* vaut *P_WAIT*, la fonction renvoie le code de sortie du processus s'il se termine normalement, ou `-signal` où *signal* est le signal qui a tué le processus. Sur Windows, le PID du processus sera en fait l'identificateur du processus (*process handle*) et peut donc être utilisé avec la fonction *waitpid()*.

Les variantes "l" et "v" des fonctions *spawn** diffèrent sur la manière de passer les arguments de ligne de commande. Les variantes "l" sont probablement les plus simples à utiliser si le nombre de paramètres est fixé lors de l'écriture du code. Les paramètres individuels deviennent alors des paramètres additionnels aux fonctions spawn*(). Les variantes "v" sont préférables quand le nombre de paramètres est variable et qu'ils sont passés dans une liste ou un *tuple* dans le paramètre *args*. Dans tous les cas, les arguments aux processus fils devraient commencer avec le nom de la commande à lancer, mais ce n'est pas obligatoire.

Les variantes qui incluent un "p"vers la fin (*spawnlp()*, *spawnlpe()*, *spawnvp()*, et *spawnvpe()*) utiliseront la variable d'environnement PATH pour localiser le programme *file*. Quand l'environnement est remplacé (en utilisant une des variantes *spawn*e*, discutées dans le paragraphe suivant), le nouvel environnement est utilisé comme source de la variable d'environnement PATH. Les autres variantes *spawnl()*, *spawnle()*, *spawnv()*, et *spawnve()* n'utiliseront pas la variable d'environnement PATH pour localiser l'exécutable. *path* doit contenir un chemin absolue ou relatif approprié.

Pour les fonctions *spawnle()*, *spawnlpe()*, *spawnve()*, et *spawnvpe()* (notez qu'elles finissent toutes par "e"), le paramètre *env* doit être un *mapping* qui est utilisé pour définir les variables d'environnement du nouveau processus (celles-ci sont utilisées à la place de l'environnement du nouveau processus). Les fonctions *spawnl()*, *spawnlp()*, *spawnv()*, et *spawnvp()* causent toutes un héritage de l'environnement du processus actuel par le processus fils. Notez que les clefs et les valeurs du dictionnaire *env* doivent être des chaînes de caractères. Des valeurs invalides pour les clefs ou les valeurs met la fonction en échec et renvoie 127.

Par exemple, les appels suivants à *spawnlp()* et *spawnvpe()* sont équivalents :

```
import os
os.spawnlp(os.P_WAIT, 'cp', 'cp', 'index.html', '/dev/null')

L = ['cp', 'index.html', '/dev/null']
os.spawnvpe(os.P_WAIT, 'cp', L, os.environ)
```

Disponibilité : Unix, Windows. *spawnlp()*, *spawnlpe()*, *spawnvp()*, et *spawnvpe()* ne sont pas disponibles sur Windows. *spawnle()* et *spawnve()* ne sont pas sécurisés pour les appels concurrents (*thread-safe*) sur Windows, il est conseillé d'utiliser le module *subprocess* à la place.

Modifié dans la version 3.6 : Accepte un *path-like object*.

os.**P_NOWAIT**
os.**P_NOWAITO**

Valeurs possibles pour le paramètre *mode* de la famille de fonctions *spawn**. Si l'une de ces valeurs est donnée, les fonctions spawn*() sortiront dès que le nouveau processus est créé, avec le PID du processus comme valeur de retour.

Disponibilité : Unix, Windows.

os.**P_WAIT**

Valeur possible pour le paramètre *mode* de la famille de fonctions *spawn**. Si *mode* est défini par cette valeur, les fonctions *spawn** ne se terminent pas tant que le nouveau processus n'a pas été complété et renvoient le code de sortie du processus si l'exécution est effectuée avec succès, ou -signal si un signal tue le processus.

Disponibilité : Unix, Windows.

os.**P_DETACH**
os.**P_OVERLAY**

Valeurs possibles pour le paramètre *mode* de la famille de fonctions *spawn**. Ces valeurs sont moins portables que celles listées plus haut. *P_DETACH* est similaire à *P_NOWAIT*, mais le nouveau processus est détaché de la console du processus appelant. Si *P_OVERLAY* est utilisé, le processus actuel sera remplacé. La fonction *spawn** ne sort jamais.

Disponibilité : Windows.

os.**startfile**(*path*[, *operation*])

Lance un fichier avec son application associée.

Quand *operation* n'est pas spécifié ou vaut 'open', l'effet est le même qu'un double clic sur le fichier dans Windows Explorer, ou que de passer le nom du fichier en argument du programme **start** depuis l'invite de commande interactif : le fichier est ouvert avec l'application associée à l'extension (s'il y en a une).

Quand une autre *operation* est donnée, ce doit être une "commande-verbe" qui spécifie ce qui devrait être fait avec le fichier. Les verbes habituels documentés par Microsoft sont 'print' et 'edit' (qui doivent être

utilisés sur des fichiers) ainsi que `'explore'` et `'find'` (qui doivent être utilisés sur des répertoires).

startfile() termine dès que l'application associée est lancée.Il n'y a aucune option permettant d'attendre que l'application ne se ferme et aucun moyen de récupérer le statu de sortie de l'application. Le paramètre *path* est relatif au répertoire actuel. Si vous voulez utiliser un chemin absolu, assurez-vous que le premier caractère ne soit pas un slash (`'/'`). La fonction Win32 `ShellExecute()` sous-jacente ne fonctionne pas sinon. Utilisez la fonction *os.path.normpath()* pour vous assurer que le chemin est encodé correctement pour Win32.

Pour réduire Pour réduire le temps système de démarrage de l'interpréteur, la fonction Win32 `ShellExecute()` ne se finit pas tant que cette fonction na pas été appelée. Si la fonction ne peut être interprétée, une *NotImplementedError* est levée.

Disponibilité : Windows.

`os.`**`system`**`(`*command*`)`

Exécute la commande (une chaîne de caractères) dans un sous-invite de commandes. C'est implémenté en appelant la fonction standard C `system()` et a les mêmes limitations. les changements sur *sys.stdin*, etc. ne sont pas reflétés dans l'environnement de la commande exécutée. Si *command* génère une sortie, elle sera envoyée à l'interpréteur standard de flux.

Sur Unix, la valeur de retour est le statut de sortie du processus encodé dans le format spécifié pour *wait()*. Notez que POSIX ne spécifie pas le sens de la valeur de retour de la fonction C `system()`, donc la valeur de retour de la fonction Python est dépendante du système.

Sur Windows, la valeur de retour est celle renvoyée par l'invite de commande système après avoir lancé *command*. L'invite de commande est donné par la variable d'environnement Windows `COMSPEC`. Elle vaut habituellement **`cmd.exe`**, qui renvoie l'état de sortie de la commande lancée. Sur les systèmes qui utilisent un invite de commande non-natif, consultez la documentation propre à l'invite.

Le module *subprocess* fournit des outils plus puissants pour générer de nouveaux processus et pour récupérer leur résultat. Il est préférable d'utiliser ce module plutôt que d'utiliser cette fonction. Voir la section *Remplacer les fonctions plus anciennes par le module subprocess* de la documentation du module *subprocess* pour des informations plus précises et utiles.

Disponibilité : Unix, Windows.

`os.`**`times`**`()`

Renvoie les temps globaux actuels d'exécution du processus. La valeur de retour est un objet avec cinq attributs :
— `user` — le temps utilisateur
— *system* — le temps système
— `children_user` — temps utilisateur de tous les processus fils
— `children_system` — le temps système de tous les processus fils
— `elapsed` — temps écoulé réel depuis un point fixé dans le passé

Pour des raisons de rétro-compatibilité, cet objet se comporte également comme un *tuple* contenant `user`, *system*, `children_user`, `children_system`, et `elapsed` dans cet ordre.

See the Unix manual page *times(2)* and *times(3)* manual page on Unix or the GetProcessTimes MSDN on Windows. On Windows, only `user` and *system* are known ; the other attributes are zero.

Disponibilité : Unix, Windows.

Modifié dans la version 3.3 : Type de retour changé d'un *tuple* en un objet compatible avec le type *tuple*, avec des attributs nommés.

`os.`**`wait`**`()`

Attend qu'un processus fils soit complété, et renvoie un *tuple* contenant son PID et son état de sortie : un nombre de 16 bits dont le *byte* de poids faible est le nombre correspondant au signal qui a tué le processus, et dont le *byte* de poids fort est le statut de sortie (si la signal vaut `0`). Le bit de poids fort du *byte* de poids faible est mis à 1 si un (fichier système) *core file* a été produit.

Disponibilité : Unix.

`os.`**`waitid`**`(`*idtype*, *id*, *options*`)`

Attend qu'un ou plusieurs processus fils soient complétés. *idtypes* peut être *P_PID*, *P_PGID*, ou *P_ALL*. *id* spécifie le PID à attendre. *options* est construit en combinant (avec le OR bit-à-bit) une ou plusieurs des valeurs suivantes : *WEXITED*, *WSTOPPED*, ou *WCONTINUED* et peut additionnellement être combiné avec *WNOHANG* ou *WNOWAIT*. La valeur de retour est un objet représentant les données contenue dans la structure `siginfo_t`, nommées `si_pid`, `si_uid`, `si_signo`, `si_status`, `si_code` ou `None` si *WNOHANG* est spécifié et qu'il n'y a pas d'enfant dans un état que l'on peut attendre.

Disponibilité : Unix.

Nouveau dans la version 3.3.

os.**P_PID**
os.**P_PGID**
os.**P_ALL**
Les valeurs possibles pour *idtypes* pour la fonction `waitid()`. Elles affectent l'interprétation de *id*.

Disponibilité : Unix.

Nouveau dans la version 3.3.

os.**WEXITED**
os.**WSTOPPED**
os.**WNOWAIT**
Marqueurs qui peuvent être utilisés pour la fonction `waitid()` qui spécifient quel signal attendre du fils.

Disponibilité : Unix.

Nouveau dans la version 3.3.

os.**CLD_EXITED**
os.**CLD_DUMPED**
os.**CLD_TRAPPED**
os.**CLD_CONTINUED**
Les valeurs possibles pour `si_code` dans le résultat renvoyé par `waitid()`.

Disponibilité : Unix.

Nouveau dans la version 3.3.

os.**waitpid**(*pid*, *options*)
Les détails de cette fonction diffèrent sur Unix et Windows.

Sur Unix : attend qu'un processus fils donné par son id de processus *pid* soit terminé, et renvoie un *tuple* contenant son PID et son statut de sortie (encodé comme pour `wait()`). La sémantique de cet appel est affecté par la valeur de l'argument entier *options*, qui devrait valoir `0` pour les opérations normales.

Si *pid* est plus grand que `0`, `waitpid()` introduit une requête pour des informations sur le statut du processus spécifié. Si *pid* vaut `0`, la requête est pour le statut de tous les fils dans le groupe de processus du processus actuel. Si *pid* vaut `-1`, la requête concerne tous les processus fils du processus actuel. Si *pid* est inférieur à `-1`, une requête est faite pour le statut de chaque processus du groupe de processus donné par `-pid` (la valeur absolue de *pid*).

Une `OSError` est levée avec la valeur de *errno* quand l'appel système renvoie `-1`.

Sur Windows : attend que qu'un processus donné par l'identificateur de processus (*process handle*) *pid* soi complété, et renvoie un *tuple* contenant *pid* et son statut de sortir décalé de 8 bits bers la gauche (le décalage rend l'utilisation multiplate-forme plus facile). Un *pid* inférieur ou égal à `0` n'a aucune signification particulière sur Windows, et lève une exception. L'argument entier *options* n'a aucun effet. *pid* peut faire référence à tout processus dont l'identifiant est connue pas nécessairement un processus fils. Les fonctions `spawn*` appelées avec `P_NOWAIT` renvoient des identificateurs de processus appropriés.

Modifié dans la version 3.5 : Si l'appel système est interrompu et que le gestionnaire de signal ne lève aucune exception, la fonction réessaye l'appel système au lieu de lever une `InterruptedError` (voir la **PEP 475** à propos du raisonnement).

os.**wait3**(*options*)
Similaire à la fonction `waitpid()`, si ce n'est que qu'aucun argument *id* n'est donné, et qu'un triplet contenant l'identifiant du processus fils, son statut de sortie, et une information sur l'utilisation des ressources est renvoyé. Référez-vous à `resource.getrusage()` pour des détails sur les informations d'utilisation des ressources. L'argument *options* est le même que celui fourni à `waitpid()` et `wait4()`.

Disponibilité : Unix.

os.**wait4**(*pid*, *options*)
Similaire à `waitpid()`, si ce n'est qu'un triplet contenant l'identifiant du processus fils, son statut de sortie, et des informations d'utilisation des ressources est renvoyé. Référez-vous à `resource.getrusage()` pour des détails sur les informations d'utilisation des ressources. Les arguments de `wait4()` sont les mêmes que ceux fournis à `waitpid()`.

Disponibilité : Unix.

os.**WNOHANG**
L'option de *waitpid()* pour terminer immédiatement si aucun statut de processus fils n'est disponible dans l'immédiat. La fonction renvoie `(0, 0)` dans ce cas.
Disponibilité : Unix.

os.**WCONTINUED**
Cette option cause les processus fils à être reportés s'ils ont été continués après un arrêt du *job control* depuis leurs derniers reports de statuts.
Disponibilité : certains systèmes Unix.

os.**WUNTRACED**
Cette option cause les processus fils à être reportés s'ils ont été stoppés mais que leur état actuel n'a pas été reporté depuis qu'ils ont été stoppés.
Disponibilité : Unix.

Les fonctions suivantes prennent un code de statu tel que renvoyé par *system()*, *wait()*, ou *waitpid()* en paramètre. Ils peuvent être utilisés pour déterminer la disposition d'un processus.

os.**WCOREDUMP**(*status*)
Renvoie `True` si un vidage système (*core dump*) a été généré pour le processus, sinon, renvoie `False`.
This function should be employed only if *WIFSIGNALED()* is true.
Disponibilité : Unix.

os.**WIFCONTINUED**(*status*)
Return `True` if a stopped child has been resumed by delivery of *SIGCONT* (if the process has been continued from a job control stop), otherwise return `False`.
See *WCONTINUED* option.
Disponibilité : Unix.

os.**WIFSTOPPED**(*status*)
Return `True` if the process was stopped by delivery of a signal, otherwise return `False`.
WIFSTOPPED() only returns `True` if the *waitpid()* call was done using *WUNTRACED* option or when the process is being traced (see *ptrace(2)*).
Disponibilité : Unix.

os.**WIFSIGNALED**(*status*)
Return `True` if the process was terminated by a signal, otherwise return `False`.
Disponibilité : Unix.

os.**WIFEXITED**(*status*)
Return `True` if the process exited terminated normally, that is, by calling `exit()` or `_exit()`, or by returning from `main()` ; otherwise return `False`.
Disponibilité : Unix.

os.**WEXITSTATUS**(*status*)
Return the process exit status.
This function should be employed only if *WIFEXITED()* is true.
Disponibilité : Unix.

os.**WSTOPSIG**(*status*)
Renvoie le signal qui a causé l'arrêt du processus.
This function should be employed only if *WIFSTOPPED()* is true.
Disponibilité : Unix.

os.**WTERMSIG**(*status*)
Return the number of the signal that caused the process to terminate.
This function should be employed only if *WIFSIGNALED()* is true.
Disponibilité : Unix.

16.1.7 Interface pour l'ordonnanceur

Ces fonctions contrôlent un processus se voit allouer du temps de processus par le système d'exploitation. Elles ne sont disponibles que sur certaines plate-formes Unix. Pour des informations plus détaillées, consultez les pages de manuels Unix.

Nouveau dans la version 3.3.

Les polices d'ordonnancement suivantes sont exposées si elles sont gérées par le système d'exploitation.

os.**SCHED_OTHER**
La police d'ordonnancement par défaut.

os.**SCHED_BATCH**
Police d'ordonnancement pour les processus intensifs en utilisation du processeur. Cette police essaye de préserver l'interactivité pour le reste de l'ordinateur.

os.**SCHED_IDLE**
Police d'ordonnancement pour les tâches de fond avec une priorité extrêmement faible.

os.**SCHED_SPORADIC**
Police d'ordonnancement pour des programmes serveurs sporadiques.

os.**SCHED_FIFO**
Une police d'ordonnancement *FIFO* (dernier arrivé, premier servi).

os.**SCHED_RR**
Une police d'ordonnancement *round-robin* (tourniquet).

os.**SCHED_RESET_ON_FORK**
Cette option peut combiner différentes politiques d'ordonnancement avec un OU bit-à-bit. Quand un processus avec cette option se dédouble, la politique d'ordonnancement et la priorité du processus fils sont remises aux valeurs par défaut.

class os.**sched_param**(*sched_priority*)
Cette classe représente des paramètres d'ordonnancement réglables utilisés pour `sched_setparam()`, `sched_setscheduler()`, et `sched_getparam()`. Un objet de ce type est immuable.
Pour le moment, il n'y a qu'un seul paramètre possible :
sched_priority
La priorité d'ordonnancement pour une police d'ordonnancement.

os.**sched_get_priority_min**(*policy*)
Récupère la valeur minimum pour une priorité pour la police *policy*. *policy* est une des constantes de police définies ci-dessus.

os.**sched_get_priority_max**(*policy*)
Récupère la valeur maximum pour une priorité pour la police *policy*. *policy* est une des constantes de police définies ci-dessus.

os.**sched_setscheduler**(*pid*, *policy*, *param*)
Définit la police d'ordonnancement pour le processus de PID *pid*. Un *pid* de `0` signifie le processus appelant. *policy* est une des constantes de police définies ci-dessus. *param* est une instance de la classe `sched_param`.

os.**sched_getscheduler**(*pid*)
Renvoie la police d'ordonnancement pour le processus de PID *pid*. Un *pid* de 0 signifie le processus appelant. Le résultat est une des constantes de police définies ci-dessus.

os.**sched_setparam**(*pid*, *param*)
Définit un paramètre d'ordonnancement pour le processus de PID *pid*. Un *pid* de `0` signifie le processus appelant. *param* est une instance de `sched_param`.

os.**sched_getparam**(*pid*)
Renvoie les paramètres d'ordonnancement dans une de `sched_param` pour le processus de PID *pid*. Un *pid* de `0` signifie le processus appelant.

os.**sched_rr_get_interval**(*pid*)
Renvoie le quantum de temps du *round-robin* (en secondes) pour le processus de PID *pid*. Un *pid* de `0` signifie le processus appelant.

os.**sched_yield**()
Abandonne volontairement le processeur.

os.**sched_setaffinity**(*pid*, *mask*)
Restreint le processus de PID *pid* (ou le processus actuel si *pid* vaut `0`) à un ensemble de CPUs. *mask* est un itérable d'entiers représentant l'ensemble de CPUs auquel le processus doit être restreint.

os.**sched_getaffinity**(*pid*)
Renvoie l'ensemble de CPUs auquel le processus de PID *pid* (ou le processus actuel si *pid* vaut `0`) est restreint.

16.1.8 Diverses informations sur le système

os.**confstr**(*name*)
Renvoie les valeurs de configuration en chaînes de caractères. *name* spécifie la valeur de configuration à récupérer. Ce peut être une chaîne de caractères représentant le nom d'une valeur système définie dans un nombre de standards (POSIX, Unix 95, Unix 98, et d'autres). Certaines plate-formes définissent des noms supplémentaires également. Les noms connus par le système d'exploitation hôte sont données dans les clefs du dictionnaire `confstr_names`. Pour les variables de configuration qui ne sont pas incluses dans ce *mapping*, passer un entier pour *name* est également accepté.

Si la valeur de configuration spécifiée par *name* n'est pas définie, `None` est renvoyé.

Si *name* est une chaîne de caractères et n'est pas connue, une *ValueError* est levée. Si une valeur spécifique pour *name* n'est pas gérée par le système hôte, même si elle est incluse dans `confstr_names`, une *OSError* est levée avec *errno.EINVAL* pour numéro d'erreur.

Disponibilité : Unix.

os.**confstr_names**
Dictionnaire liant les noms acceptés par *confstr()* aux valeurs entières définies pour ces noms par le système d'exploitation hôte. Cela peut être utilisé pour déterminer l'ensemble des noms connus du système.

Disponibilité : Unix.

os.**cpu_count**()
Renvoie le nombre de CPUs dans le système. Renvoie `None` si indéterminé.

Ce nombre n'est pas équivalent au nombre de CPUs que le processus courant peut utiliser. Le nombre de CPUs utilisables peut être obtenu avec `len(os.sched_getaffinity(0))`

Nouveau dans la version 3.4.

os.**getloadavg**()
Renvoie le nombre de processus dans la file d'exécution du système en moyenne dans les dernières 1, 5, et 15 minutes, ou lève une *OSError* si la charge moyenne est impossible à récupérer.

Disponibilité : Unix.

os.**sysconf**(*name*)
Renvoie les valeurs de configuration en nombres entiers. Si la valeur de configuration définie par *name* n'est pas spécifiée, `-1` est renvoyé. Les commentaires concernant le paramètre *name* de *confstr()* s'appliquent également ici, le dictionnaire qui fournit les informations sur les noms connus est donné par `sysconf_names`.

Disponibilité : Unix.

os.**sysconf_names**
Dictionnaire liant les noms acceptés par *sysconf()* aux valeurs entières définies pour ces noms par le système d'exploitation hôte. Cela peut être utilisé pour déterminer l'ensemble des noms connus du système.

Disponibilité : Unix.

Les valeurs suivantes sont utilisées pour gérer les opérations de manipulations de chemins. Elles sont définies pour toutes les plate-formes.

Des opérations de plus haut niveau sur les chemins sont définies dans le module *os.path*.

os.**curdir**
La chaîne de caractère constante utilisée par le système d'exploitation pour référencer le répertoire actuel. Ça vaut `'.'` pour Windows et POSIX. Également disponible par *os.path*.

os.**pardir**
La chaîne de caractère constante utilisée par le système d'exploitation pour référencer le répertoire parent. Ça vaut `'..'` pour Windows et POSIX. Également disponible par *os.path*.

os.**sep**
Le caractère utilisé par le système d'exploitation pour séparer les composantes des chemins. C'est `'/'` pour POSIX, et `'\\'` pour Windows. Notez que ce n'est pas suffisant pour pouvoir analyser ou concaténer correctement des chemins (utilisez alors *os.path.split()* et *os.path.join()*), mais ça peut s'avérer utile occasionnellement. Également disponible par *os.path*.

os.**altsep**
Un caractère alternatif utilisé par le système d'exploitation pour séparer les composantes des chemins, ou `None` si un seul séparateur existe. Ça vaut `'/'` sur Windows où `sep` est un antislash `'\'`. Également disponible par *os.path*.

os.**extsep**
Le caractère qui sépare la base du nom d'un fichier et son extension. Par exemple, le `'.'` de `os.py`. Également disponible par *os.path*.

os.**pathsep**
Le caractère conventionnellement utilisé par le système d'exploitation pour séparer la recherche des composantes de chemin (comme dans la variable d'environnement `PATH`). Cela vaut `':'` pour POSIX, ou `';'` pour Windows. Également disponible par *os.path*.

os.**defpath**
Le chemin de recherche par défaut utilisé par *exec** et *spawn** si l'environnement n'a pas une clef `'PATH'`. Également disponible par *os.path*.

os.**linesep**
La chaîne de caractères utilisée pour séparer (ou plutôt pour terminer) les lignes sur la plate-forme actuelle. Ce peut être un caractère unique (comme `'\n'` pour POSIX,) ou plusieurs caractères (comme `'\r\n'` pour Windows). N'utilisez pas *os.linesep* comme terminateur de ligne quand vous écrivez dans un fichier ouvert en mode *texte* (par défaut). Utilisez un unique `'\n'` à la place, sur toutes les plate-formes.

os.**devnull**
Le chemin de fichier du périphérique *null*. Par exemple : `'/dev/null'` pour POSIX, `'nul'` pour Windows. Également disponible par *os.path*.

os.**RTLD_LAZY**
os.**RTLD_NOW**
os.**RTLD_GLOBAL**
os.**RTLD_LOCAL**
os.**RTLD_NODELETE**
os.**RTLD_NOLOAD**
os.**RTLD_DEEPBIND**
Marqueurs à utiliser avec les fonctions *setdlopenflags()* et *getdlopenflags()*. Voir les pages de manuel Unix *dlopen(3)* pour les différences de significations entre les marqueurs.

Nouveau dans la version 3.3.

16.1.9 Nombres aléatoires

os.**getrandom**(*size*, *flags=0*)

Obtient *size* octets aléatoires. La fonction renvoie éventuellement moins d'octets que demandé.

Ces octets peuvent être utilisés pour initialiser un générateur de nombres aléatoires dans l'espace utilisateur ou pour des raisons cryptographiques.

`getrandom()` se base sur l'entropie rassemblée depuis les pilotes des périphériques et autres sources de bruits de l'environnement. La lecture de grosses quantités de données aura un impact négatif sur les autres utilisateurs des périphériques `/dev/random` et `/dev/urandom`.

L'argument *flags* est un champ de bits qui peut contenir zéro ou plus des valeurs suivantes combinées avec un OU bit-à-bit : *os.GRND_RANDOM* et *GRND_NONBLOCK*.

Voir aussi la page de manuel Linux pour getrandom().

Disponibilité : Linux 3.17 et ultérieures.

Nouveau dans la version 3.6.

os.**urandom**(*size*)

Renvoie une chaîne de *size* octets aléatoires utilisable dans un cadre cryptographique.

Cette fonction renvoie des octets aléatoires depuis un source spécifique à l'OS. Les données renvoyées sont censées être suffisamment imprévisibles pour les applications cryptographiques, bien que la qualité dépende de l'implémentation du système.

Sous Linux, si l'appel système `getrandom()` est disponible, il est utilisé en mode bloquant : il bloque jusqu'à ce que la réserve d'entropie d'*urandom* soit initialisée (128 bits d'entropie sont collectés par le noyau). Voir la **PEP 524** pour plus d'explications. Sous Linux, la fonction *getrandom()* peut être utilisée pour obtenir des octets aléatoires en mode non-bloquant (avec l'option *GRND_NONBLOCK*) ou attendre jusqu'à ce que la réserve d'entropie d'*urandom* soit initialisée.

Sur un système de type UNIX, les octets aléatoires sont lus depuis le périphérique `/dev/urandom`. Si le périphérique `/dev/urandom` n'est pas disponible ou n'est pas lisible, l'exception *NotImplementedError* est levée.

Sous Windows, `CryptGenRandom()` est utilisée.

Voir aussi :

Le module *secrets* fournit des fonctions de plus haut niveau. Pour une interface facile à utiliser du générateur de nombres aléatoires fourni par votre plate-forme, veuillez regarder *random.SystemRandom*.

Modifié dans la version 3.6.0 : Sous Linux, `getrandom()` est maintenant utilisé en mode bloquant pour renforcer la sécurité.

Modifié dans la version 3.5.2 : Sous Linux, si l'appel système `getrandom()` bloque (la réserve d'entropie d'*urandom* n'est pas encore initialisée), réalise à la place une lecture de `/dev/urandom`.

Modifié dans la version 3.5 : Sur Linux 3.17 et plus récent, l'appel système `getrandom()` est maintenant utilisé quand il est disponible. Sur OpenBSD 5.6 et plus récent, la fonction C `getentropy()` est utilisée. Ces fonctions évitent l'utilisation interne d'un descripteur de fichier.

os.**GRND_NONBLOCK**

Par défaut, quand elle lit depuis `/dev/random`, *getrandom()* bloque si aucun octet aléatoire n'est disponible, et quand elle lit depuis `/dev/urandom`, elle bloque si la réserve d'entropie n'a pas encore été initialisée.

Si l'option *GRND_NONBLOCK* est activée, *getrandom()* ne bloque pas dans ces cas, mais lève immédiatement une *BlockingIOError*.

Nouveau dans la version 3.6.

os.**GRND_RANDOM**

Si ce bit est activé, les octets aléatoires sont puisés depuis `/dev/random` plutôt que `/dev/urandom`.

Nouveau dans la version 3.6.

16.2 `io` --- Core tools for working with streams

Source code : Lib/io.py

16.2.1 Aperçu

The *io* module provides Python's main facilities for dealing with various types of I/O. There are three main types of I/O : *text I/O*, *binary I/O* and *raw I/O*. These are generic categories, and various backing stores can be used for each of them. A concrete object belonging to any of these categories is called a *file object*. Other common terms are *stream* and *file-like object*.

Independent of its category, each concrete stream object will also have various capabilities : it can be read-only, write-only, or read-write. It can also allow arbitrary random access (seeking forwards or backwards to any location), or only sequential access (for example in the case of a socket or pipe).

All streams are careful about the type of data you give to them. For example giving a *str* object to the `write()` method of a binary stream will raise a *TypeError*. So will giving a *bytes* object to the `write()` method of a text stream.

Modifié dans la version 3.3 : Operations that used to raise *IOError* now raise *OSError*, since *IOError* is now an alias of *OSError*.

Text I/O

Text I/O expects and produces *str* objects. This means that whenever the backing store is natively made of bytes (such as in the case of a file), encoding and decoding of data is made transparently as well as optional translation of platform-specific newline characters.

The easiest way to create a text stream is with *open()*, optionally specifying an encoding :

```
f = open("myfile.txt", "r", encoding="utf-8")
```

In-memory text streams are also available as *StringIO* objects :

```
f = io.StringIO("some initial text data")
```

The text stream API is described in detail in the documentation of *TextIOBase*.

Binary I/O

Binary I/O (also called *buffered I/O*) expects *bytes-like objects* and produces *bytes* objects. No encoding, decoding, or newline translation is performed. This category of streams can be used for all kinds of non-text data, and also when manual control over the handling of text data is desired.

The easiest way to create a binary stream is with *open()* with `'b'` in the mode string :

```
f = open("myfile.jpg", "rb")
```

In-memory binary streams are also available as *BytesIO* objects :

```
f = io.BytesIO(b"some initial binary data: \x00\x01")
```

The binary stream API is described in detail in the docs of *BufferedIOBase*.

Other library modules may provide additional ways to create text or binary streams. See *socket.socket.makefile()* for example.

Raw I/O

Raw I/O (also called *unbuffered I/O*) is generally used as a low-level building-block for binary and text streams; it is rarely useful to directly manipulate a raw stream from user code. Nevertheless, you can create a raw stream by opening a file in binary mode with buffering disabled :

```
f = open("myfile.jpg", "rb", buffering=0)
```

The raw stream API is described in detail in the docs of *RawIOBase*.

16.2.2 High-level Module Interface

io.DEFAULT_BUFFER_SIZE
An int containing the default buffer size used by the module's buffered I/O classes. *open()* uses the file's blksize (as obtained by *os.stat()*) if possible.

io.open(*file*, *mode='r'*, *buffering=-1*, *encoding=None*, *errors=None*, *newline=None*, *closefd=True*, *opener=None*)
This is an alias for the builtin *open()* function.

exception io.BlockingIOError
This is a compatibility alias for the builtin *BlockingIOError* exception.

exception io.UnsupportedOperation
An exception inheriting *OSError* and *ValueError* that is raised when an unsupported operation is called on a stream.

In-memory streams

It is also possible to use a *str* or *bytes-like object* as a file for both reading and writing. For strings *StringIO* can be used like a file opened in text mode. *BytesIO* can be used like a file opened in binary mode. Both provide full read-write capabilities with random access.

Voir aussi :

sys contains the standard IO streams : *sys.stdin*, *sys.stdout*, and *sys.stderr*.

16.2.3 Class hierarchy

The implementation of I/O streams is organized as a hierarchy of classes. First *abstract base classes* (ABCs), which are used to specify the various categories of streams, then concrete classes providing the standard stream implementations.

> **Note :** The abstract base classes also provide default implementations of some methods in order to help implementation of concrete stream classes. For example, *BufferedIOBase* provides unoptimized implementations of `readinto()` and *readline()*.

At the top of the I/O hierarchy is the abstract base class *IOBase*. It defines the basic interface to a stream. Note, however, that there is no separation between reading and writing to streams; implementations are allowed to raise *UnsupportedOperation* if they do not support a given operation.

The *RawIOBase* ABC extends *IOBase*. It deals with the reading and writing of bytes to a stream. *FileIO* subclasses *RawIOBase* to provide an interface to files in the machine's file system.

The *BufferedIOBase* ABC deals with buffering on a raw byte stream (*RawIOBase*). Its subclasses, *BufferedWriter*, *BufferedReader*, and *BufferedRWPair* buffer streams that are readable, writable, and both readable and writable. *BufferedRandom* provides a buffered interface to random access streams. Another *BufferedIOBase* subclass, *BytesIO*, is a stream of in-memory bytes.

The *TextIOBase* ABC, another subclass of *IOBase*, deals with streams whose bytes represent text, and handles encoding and decoding to and from strings. *TextIOWrapper*, which extends it, is a buffered text interface to a buffered raw stream (*BufferedIOBase*). Finally, *StringIO* is an in-memory stream for text.

Argument names are not part of the specification, and only the arguments of *open()* are intended to be used as keyword arguments.

The following table summarizes the ABCs provided by the *io* module :

ABC	Inherits	Stub Methods	Mixin Methods and Properties
IOBase		`fileno`, `seek`, et `truncate`	`close`, `closed`, `__enter__`, `__exit__`, `flush`, `isatty`, `__iter__`, `__next__`, `readable`, `readline`, `readlines`, `seekable`, `tell`, `writable`, and `writelines`
RawIOBase	*IOBase*	`readinto` et `write`	Inherited *IOBase* methods, `read`, and `readall`
BufferedIOBase	*IOBase*	`detach`, `read`, `read1`, et `write`	Inherited *IOBase* methods, `readinto`, and `readinto1`
TextIOBase	*IOBase*	`detach`, `read`, `readline`, et `write`	Inherited *IOBase* methods, `encoding`, `errors`, and `newlines`

I/O Base Classes

class io.**IOBase**

The abstract base class for all I/O classes, acting on streams of bytes. There is no public constructor.

This class provides empty abstract implementations for many methods that derived classes can override selectively ; the default implementations represent a file that cannot be read, written or seeked.

Even though *IOBase* does not declare `read()` or `write()` because their signatures will vary, implementations and clients should consider those methods part of the interface. Also, implementations may raise a *ValueError* (or *UnsupportedOperation*) when operations they do not support are called.

The basic type used for binary data read from or written to a file is *bytes*. Other *bytes-like objects* are accepted as method arguments too. Text I/O classes work with *str* data.

Note that calling any method (even inquiries) on a closed stream is undefined. Implementations may raise *ValueError* in this case.

IOBase (and its subclasses) supports the iterator protocol, meaning that an *IOBase* object can be iterated over yielding the lines in a stream. Lines are defined slightly differently depending on whether the stream is a binary stream (yielding bytes), or a text stream (yielding character strings). See *readline()* below.

IOBase is also a context manager and therefore supports the `with` statement. In this example, *file* is closed after the `with` statement's suite is finished---even if an exception occurs :

```
with open('spam.txt', 'w') as file:
    file.write('Spam and eggs!')
```

IOBase provides these data attributes and methods :

close()

Flush and close this stream. This method has no effect if the file is already closed. Once the file is closed, any operation on the file (e.g. reading or writing) will raise a *ValueError*.

As a convenience, it is allowed to call this method more than once ; only the first call, however, will have an effect.

closed

`True` if the stream is closed.

fileno()
Return the underlying file descriptor (an integer) of the stream if it exists. An *OSError* is raised if the IO object does not use a file descriptor.

flush()
Flush the write buffers of the stream if applicable. This does nothing for read-only and non-blocking streams.

isatty()
Return `True` if the stream is interactive (i.e., connected to a terminal/tty device).

readable()
Return `True` if the stream can be read from. If `False`, `read()` will raise *OSError*.

readline(*size=-1*)
Read and return one line from the stream. If *size* is specified, at most *size* bytes will be read.

The line terminator is always `b'\n'` for binary files ; for text files, the *newline* argument to *open()* can be used to select the line terminator(s) recognized.

readlines(*hint=-1*)
Read and return a list of lines from the stream. *hint* can be specified to control the number of lines read : no more lines will be read if the total size (in bytes/characters) of all lines so far exceeds *hint*.

Note that it's already possible to iterate on file objects using `for line in file: ...` without calling `file.readlines()`.

seek(*offset*, *whence=SEEK_SET*)
Change the stream position to the given byte *offset*. *offset* is interpreted relative to the position indicated by *whence*. The default value for *whence* is `SEEK_SET`. Values for *whence* are :
— `SEEK_SET` or `0` -- start of the stream (the default) ; *offset* should be zero or positive
— `SEEK_CUR` or `1` -- current stream position ; *offset* may be negative
— `SEEK_END` or `2` -- end of the stream ; *offset* is usually negative
Return the new absolute position.

Nouveau dans la version 3.1 : The `SEEK_*` constants.

Nouveau dans la version 3.3 : Some operating systems could support additional values, like `os.SEEK_HOLE` or `os.SEEK_DATA`. The valid values for a file could depend on it being open in text or binary mode.

seekable()
Return `True` if the stream supports random access. If `False`, *seek()*, *tell()* and *truncate()* will raise *OSError*.

tell()
Return the current stream position.

truncate(*size=None*)
Resize the stream to the given *size* in bytes (or the current position if *size* is not specified). The current stream position isn't changed. This resizing can extend or reduce the current file size. In case of extension, the contents of the new file area depend on the platform (on most systems, additional bytes are zero-filled). The new file size is returned.

Modifié dans la version 3.5 : Windows will now zero-fill files when extending.

writable()
Return `True` if the stream supports writing. If `False`, `write()` and *truncate()* will raise *OSError*.

writelines(*lines*)
Write a list of lines to the stream. Line separators are not added, so it is usual for each of the lines provided to have a line separator at the end.

__del__()
Prepare for object destruction. *IOBase* provides a default implementation of this method that calls the instance's *close()* method.

class io.**RawIOBase**
Base class for raw binary I/O. It inherits *IOBase*. There is no public constructor.

Raw binary I/O typically provides low-level access to an underlying OS device or API, and does not try to encapsulate it in high-level primitives (this is left to Buffered I/O and Text I/O, described later in this page).

In addition to the attributes and methods from *IOBase*, *RawIOBase* provides the following methods :

read(*size=-1*)
Read up to *size* bytes from the object and return them. As a convenience, if *size* is unspecified or -1, all bytes until EOF are returned. Otherwise, only one system call is ever made. Fewer than *size* bytes may be returned if the operating system call returns fewer than *size* bytes.

If 0 bytes are returned, and *size* was not 0, this indicates end of file. If the object is in non-blocking mode and no bytes are available, `None` is returned.

The default implementation defers to *readall()* and *readinto()*.

readall()
Read and return all the bytes from the stream until EOF, using multiple calls to the stream if necessary.

readinto(*b*)
Read bytes into a pre-allocated, writable *bytes-like object* *b*, and return the number of bytes read. For example, *b* might be a *bytearray*. If the object is in non-blocking mode and no bytes are available, `None` is returned.

write(*b*)
Write the given *bytes-like object*, *b*, to the underlying raw stream, and return the number of bytes written. This can be less than the length of *b* in bytes, depending on specifics of the underlying raw stream, and especially if it is in non-blocking mode. `None` is returned if the raw stream is set not to block and no single byte could be readily written to it. The caller may release or mutate *b* after this method returns, so the implementation should only access *b* during the method call.

class io.**BufferedIOBase**
Base class for binary streams that support some kind of buffering. It inherits *IOBase*. There is no public constructor.

The main difference with *RawIOBase* is that methods *read()*, *readinto()* and *write()* will try (respectively) to read as much input as requested or to consume all given output, at the expense of making perhaps more than one system call.

In addition, those methods can raise *BlockingIOError* if the underlying raw stream is in non-blocking mode and cannot take or give enough data; unlike their *RawIOBase* counterparts, they will never return `None`.

Besides, the *read()* method does not have a default implementation that defers to *readinto()*.

A typical *BufferedIOBase* implementation should not inherit from a *RawIOBase* implementation, but wrap one, like *BufferedWriter* and *BufferedReader* do.

BufferedIOBase provides or overrides these methods and attribute in addition to those from *IOBase*:

raw
The underlying raw stream (a *RawIOBase* instance) that *BufferedIOBase* deals with. This is not part of the *BufferedIOBase* API and may not exist on some implementations.

detach()
Separate the underlying raw stream from the buffer and return it.

After the raw stream has been detached, the buffer is in an unusable state.

Some buffers, like *BytesIO*, do not have the concept of a single raw stream to return from this method. They raise *UnsupportedOperation*.

Nouveau dans la version 3.1.

read(*size=-1*)
Read and return up to *size* bytes. If the argument is omitted, `None`, or negative, data is read and returned until EOF is reached. An empty *bytes* object is returned if the stream is already at EOF.

If the argument is positive, and the underlying raw stream is not interactive, multiple raw reads may be issued to satisfy the byte count (unless EOF is reached first). But for interactive raw streams, at most one raw read will be issued, and a short result does not imply that EOF is imminent.

A *BlockingIOError* is raised if the underlying raw stream is in non blocking-mode, and has no data available at the moment.

read1([*size*])
Read and return up to *size* bytes, with at most one call to the underlying raw stream's *read()* (or *readinto()*) method. This can be useful if you are implementing your own buffering on top of a *BufferedIOBase* object.

If *size* is `-1` (the default), an arbitrary number of bytes are returned (more than zero unless EOF is reached).

readinto(*b*)
Read bytes into a pre-allocated, writable *bytes-like object* *b* and return the number of bytes read. For example, *b* might be a `bytearray`.
Like `read()`, multiple reads may be issued to the underlying raw stream, unless the latter is interactive.
A `BlockingIOError` is raised if the underlying raw stream is in non blocking-mode, and has no data available at the moment.

readinto1(*b*)
Read bytes into a pre-allocated, writable *bytes-like object* *b*, using at most one call to the underlying raw stream's `read()` (or `readinto()`) method. Return the number of bytes read.
A `BlockingIOError` is raised if the underlying raw stream is in non blocking-mode, and has no data available at the moment.
Nouveau dans la version 3.5.

write(*b*)
Write the given *bytes-like object*, *b*, and return the number of bytes written (always equal to the length of *b* in bytes, since if the write fails an `OSError` will be raised). Depending on the actual implementation, these bytes may be readily written to the underlying stream, or held in a buffer for performance and latency reasons.
When in non-blocking mode, a `BlockingIOError` is raised if the data needed to be written to the raw stream but it couldn't accept all the data without blocking.
The caller may release or mutate *b* after this method returns, so the implementation should only access *b* during the method call.

Raw File I/O

class io.**FileIO**(*name*, *mode='r'*, *closefd=True*, *opener=None*)
`FileIO` represents an OS-level file containing bytes data. It implements the `RawIOBase` interface (and therefore the `IOBase` interface, too).
The *name* can be one of two things :
— a character string or `bytes` object representing the path to the file which will be opened. In this case closefd must be `True` (the default) otherwise an error will be raised.
— an integer representing the number of an existing OS-level file descriptor to which the resulting `FileIO` object will give access. When the FileIO object is closed this fd will be closed as well, unless *closefd* is set to `False`.
The *mode* can be `'r'`, `'w'`, `'x'` or `'a'` for reading (default), writing, exclusive creation or appending. The file will be created if it doesn't exist when opened for writing or appending ; it will be truncated when opened for writing. `FileExistsError` will be raised if it already exists when opened for creating. Opening a file for creating implies writing, so this mode behaves in a similar way to `'w'`. Add a `'+'` to the mode to allow simultaneous reading and writing.
The `read()` (when called with a positive argument), `readinto()` and `write()` methods on this class will only make one system call.
Un *opener* personnalisé peut être utilisé en fournissant un appelable à *opener*. Le descripteur de fichier de cet objet fichier sera alors obtenu en appelant *opener* avec (*file*, *flags*). *opener* doit donner un descripteur de fichier ouvert (fournir `os.open` en temps qu'*opener* aura le même effet que donner `None`).
Il n'est *pas possible d'hériter du fichier* nouvellement créé.
See the `open()` built-in function for examples on using the *opener* parameter.
Modifié dans la version 3.3 : The *opener* parameter was added. The `'x'` mode was added.
Modifié dans la version 3.4 : Il n'est plus possible d'hériter de *file*.
In addition to the attributes and methods from `IOBase` and `RawIOBase`, `FileIO` provides the following data attributes :

mode
The mode as given in the constructor.

name
The file name. This is the file descriptor of the file when no name is given in the constructor.

Buffered Streams

Buffered I/O streams provide a higher-level interface to an I/O device than raw I/O does.

class io.**BytesIO**([*initial_bytes*])

A stream implementation using an in-memory bytes buffer. It inherits *BufferedIOBase*. The buffer is discarded when the *close()* method is called.

The optional argument *initial_bytes* is a *bytes-like object* that contains initial data.

BytesIO provides or overrides these methods in addition to those from *BufferedIOBase* and *IOBase* :

getbuffer()

Return a readable and writable view over the contents of the buffer without copying them. Also, mutating the view will transparently update the contents of the buffer :

```
>>> b = io.BytesIO(b"abcdef")
>>> view = b.getbuffer()
>>> view[2:4] = b"56"
>>> b.getvalue()
b'ab56ef'
```

Note : As long as the view exists, the *BytesIO* object cannot be resized or closed.

Nouveau dans la version 3.2.

getvalue()

Return *bytes* containing the entire contents of the buffer.

read1([*size*])

In *BytesIO*, this is the same as *read()*.

Modifié dans la version 3.7 : The *size* argument is now optional.

readinto1(*b*)

In *BytesIO*, this is the same as *readinto()*.

Nouveau dans la version 3.5.

class io.**BufferedReader**(*raw*, *buffer_size=DEFAULT_BUFFER_SIZE*)

A buffer providing higher-level access to a readable, sequential *RawIOBase* object. It inherits *BufferedIOBase*. When reading data from this object, a larger amount of data may be requested from the underlying raw stream, and kept in an internal buffer. The buffered data can then be returned directly on subsequent reads.

The constructor creates a *BufferedReader* for the given readable *raw* stream and *buffer_size*. If *buffer_size* is omitted, *DEFAULT_BUFFER_SIZE* is used.

BufferedReader provides or overrides these methods in addition to those from *BufferedIOBase* and *IOBase* :

peek([*size*])

Return bytes from the stream without advancing the position. At most one single read on the raw stream is done to satisfy the call. The number of bytes returned may be less or more than requested.

read([*size*])

Read and return *size* bytes, or if *size* is not given or negative, until EOF or if the read call would block in non-blocking mode.

read1([*size*])

Read and return up to *size* bytes with only one call on the raw stream. If at least one byte is buffered, only buffered bytes are returned. Otherwise, one raw stream read call is made.

Modifié dans la version 3.7 : The *size* argument is now optional.

class io.**BufferedWriter**(*raw*, *buffer_size=DEFAULT_BUFFER_SIZE*)

A buffer providing higher-level access to a writeable, sequential *RawIOBase* object. It inherits *BufferedIOBase*. When writing to this object, data is normally placed into an internal buffer. The buffer will be written out to the underlying *RawIOBase* object under various conditions, including :

— when the buffer gets too small for all pending data ;

— when *flush()* is called ;

— when a `seek()` is requested (for *BufferedRandom* objects);
— when the *BufferedWriter* object is closed or destroyed.

The constructor creates a *BufferedWriter* for the given writeable *raw* stream. If the *buffer_size* is not given, it defaults to *DEFAULT_BUFFER_SIZE*.

BufferedWriter provides or overrides these methods in addition to those from *BufferedIOBase* and *IOBase*:

flush()
Force bytes held in the buffer into the raw stream. A *BlockingIOError* should be raised if the raw stream blocks.

write(*b*)
Write the *bytes-like object*, *b*, and return the number of bytes written. When in non-blocking mode, a *BlockingIOError* is raised if the buffer needs to be written out but the raw stream blocks.

class io.**BufferedRandom**(*raw*, *buffer_size=DEFAULT_BUFFER_SIZE*)
A buffered interface to random access streams. It inherits *BufferedReader* and *BufferedWriter*, and further supports `seek()` and `tell()` functionality.

The constructor creates a reader and writer for a seekable raw stream, given in the first argument. If the *buffer_size* is omitted it defaults to *DEFAULT_BUFFER_SIZE*.

BufferedRandom is capable of anything *BufferedReader* or *BufferedWriter* can do.

class io.**BufferedRWPair**(*reader*, *writer*, *buffer_size=DEFAULT_BUFFER_SIZE*)
A buffered I/O object combining two unidirectional *RawIOBase* objects -- one readable, the other writeable -- into a single bidirectional endpoint. It inherits *BufferedIOBase*.

reader and *writer* are *RawIOBase* objects that are readable and writeable respectively. If the *buffer_size* is omitted it defaults to *DEFAULT_BUFFER_SIZE*.

BufferedRWPair implements all of *BufferedIOBase*'s methods except for *detach()*, which raises *UnsupportedOperation*.

> **Avertissement :** *BufferedRWPair* does not attempt to synchronize accesses to its underlying raw streams. You should not pass it the same object as reader and writer; use *BufferedRandom* instead.

Text I/O

class io.**TextIOBase**
Base class for text streams. This class provides a character and line based interface to stream I/O. It inherits *IOBase*. There is no public constructor.

TextIOBase provides or overrides these data attributes and methods in addition to those from *IOBase*:

encoding
The name of the encoding used to decode the stream's bytes into strings, and to encode strings into bytes.

errors
The error setting of the decoder or encoder.

newlines
A string, a tuple of strings, or `None`, indicating the newlines translated so far. Depending on the implementation and the initial constructor flags, this may not be available.

buffer
The underlying binary buffer (a *BufferedIOBase* instance) that *TextIOBase* deals with. This is not part of the *TextIOBase* API and may not exist in some implementations.

detach()
Separate the underlying binary buffer from the *TextIOBase* and return it.

After the underlying buffer has been detached, the *TextIOBase* is in an unusable state.

Some *TextIOBase* implementations, like *StringIO*, may not have the concept of an underlying buffer and calling this method will raise *UnsupportedOperation*.

Nouveau dans la version 3.1.

read(*size=-1*)
Read and return at most *size* characters from the stream as a single *str*. If *size* is negative or `None`, reads until EOF.

readline(*size=-1*)
Read until newline or EOF and return a single `str`. If the stream is already at EOF, an empty string is returned.

If *size* is specified, at most *size* characters will be read.

seek(*offset*, *whence=SEEK_SET*)
Change the stream position to the given *offset*. Behaviour depends on the *whence* parameter. The default value for *whence* is `SEEK_SET`.
— `SEEK_SET` or `0` : seek from the start of the stream (the default) ; *offset* must either be a number returned by *`TextIOBase.tell()`*, or zero. Any other *offset* value produces undefined behaviour.
— `SEEK_CUR` or `1` : "seek" to the current position ; *offset* must be zero, which is a no-operation (all other values are unsupported).
— `SEEK_END` or `2` : seek to the end of the stream ; *offset* must be zero (all other values are unsupported).
Return the new absolute position as an opaque number.

Nouveau dans la version 3.1 : The `SEEK_*` constants.

tell()
Return the current stream position as an opaque number. The number does not usually represent a number of bytes in the underlying binary storage.

write(*s*)
Write the string *s* to the stream and return the number of characters written.

class io.**TextIOWrapper**(*buffer*, *encoding=None*, *errors=None*, *newline=None*, *line_buffering=False*, *write_through=False*)
A buffered text stream over a *`BufferedIOBase`* binary stream. It inherits *`TextIOBase`*.

encoding gives the name of the encoding that the stream will be decoded or encoded with. It defaults to *`locale.getpreferredencoding(False)`*.

errors is an optional string that specifies how encoding and decoding errors are to be handled. Pass `'strict'` to raise a *`ValueError`* exception if there is an encoding error (the default of `None` has the same effect), or pass `'ignore'` to ignore errors. (Note that ignoring encoding errors can lead to data loss.) `'replace'` causes a replacement marker (such as `'?'`) to be inserted where there is malformed data. `'backslashreplace'` causes malformed data to be replaced by a backslashed escape sequence. When writing, `'xmlcharrefreplace'` (replace with the appropriate XML character reference) or `'namereplace'` (replace with `\N{...}` escape sequences) can be used. Any other error handling name that has been registered with *`codecs.register_error()`* is also valid.

newline controls how line endings are handled. It can be `None`, `''`, `'\n'`, `'\r'`, and `'\r\n'`. It works as follows :
— Lors de la lecture, si *newline* est `None`, le mode *universal newlines* est activé. Les lignes lues peuvent terminer par `'\n'`, `'\r'`, ou `'\r\n'`, qui sont remplacés par `'\n'`, avant d'être données à l'appelant. S'il vaut `''`, le mode *universal newline* est activé mais les fin de lignes ne sont pas remplacés. S'il a n'importe quel autre valeur autorisée, les lignes sont seulement terminées par la chaîne donnée, qui est rendue tel qu'elle.
— Lors de l'écriture, si *newline* est `None`, chaque `'\n'` est remplacé par le séparateur de lignes par défaut du système *`os.linesep`*. Si *newline* est `*` ou `'\n'` aucun remplacent n'est effectué. Si *newline* est un autre caractère valide, chaque `'\n'` sera remplacé par la chaîne donnée.

If *line_buffering* is `True`, `flush()` is implied when a call to write contains a newline character or a carriage return.

If *write_through* is `True`, calls to `write()` are guaranteed not to be buffered : any data written on the *`TextIOWrapper`* object is immediately handled to its underlying binary *buffer*.

Modifié dans la version 3.3 : The *write_through* argument has been added.

Modifié dans la version 3.3 : The default *encoding* is now `locale.getpreferredencoding(False)` instead of `locale.getpreferredencoding()`. Don't change temporary the locale encoding using *`locale.setlocale()`*, use the current locale encoding instead of the user preferred encoding.

`TextIOWrapper` provides these members in addition to those of *`TextIOBase`* and its parents :

line_buffering
Whether line buffering is enabled.

write_through
Whether writes are passed immediately to the underlying binary buffer.

Nouveau dans la version 3.7.

reconfigure(**[, encoding][, errors][, newline][, line_buffering][, write_through]*)
Reconfigure this text stream using new settings for *encoding*, *errors*, *newline*, *line_buffering* and *write_through*.

Parameters not specified keep current settings, except `errors='strict'` is used when *encoding* is specified but *errors* is not specified.

It is not possible to change the encoding or newline if some data has already been read from the stream. On the other hand, changing encoding after write is possible.

This method does an implicit stream flush before setting the new parameters.

Nouveau dans la version 3.7.

class io.**StringIO**(*initial_value=''*, *newline='\n'*)
An in-memory stream for text I/O. The text buffer is discarded when the *close()* method is called.

The initial value of the buffer can be set by providing *initial_value*. If newline translation is enabled, newlines will be encoded as if by *write()*. The stream is positioned at the start of the buffer.

The *newline* argument works like that of *TextIOWrapper*. The default is to consider only `\n` characters as ends of lines and to do no newline translation. If *newline* is set to `None`, newlines are written as `\n` on all platforms, but universal newline decoding is still performed when reading.

StringIO provides this method in addition to those from *TextIOBase* and its parents :

getvalue()
Return a `str` containing the entire contents of the buffer. Newlines are decoded as if by *read()*, although the stream position is not changed.

Exemple d'utilisation :

```
import io

output = io.StringIO()
output.write('First line.\n')
print('Second line.', file=output)

# Retrieve file contents -- this will be
# 'First line.\nSecond line.\n'
contents = output.getvalue()

# Close object and discard memory buffer --
# .getvalue() will now raise an exception.
output.close()
```

class io.**IncrementalNewlineDecoder**
A helper codec that decodes newlines for *universal newlines* mode. It inherits *codecs.IncrementalDecoder*.

16.2.4 Performances

This section discusses the performance of the provided concrete I/O implementations.

Binary I/O

By reading and writing only large chunks of data even when the user asks for a single byte, buffered I/O hides any inefficiency in calling and executing the operating system's unbuffered I/O routines. The gain depends on the OS and the kind of I/O which is performed. For example, on some modern OSes such as Linux, unbuffered disk I/O can be as fast as buffered I/O. The bottom line, however, is that buffered I/O offers predictable performance regardless of the platform and the backing device. Therefore, it is almost always preferable to use buffered I/O rather than unbuffered I/O for binary data.

Text I/O

Text I/O over a binary storage (such as a file) is significantly slower than binary I/O over the same storage, because it requires conversions between unicode and binary data using a character codec. This can become noticeable handling huge amounts of text data like large log files. Also, `TextIOWrapper.tell()` and `TextIOWrapper.seek()` are both quite slow due to the reconstruction algorithm used.

`StringIO`, however, is a native in-memory unicode container and will exhibit similar speed to *`BytesIO`*.

Fils d'exécution

`FileIO` objects are thread-safe to the extent that the operating system calls (such as `read(2)` under Unix) they wrap are thread-safe too.

Binary buffered objects (instances of *`BufferedReader`*, *`BufferedWriter`*, *`BufferedRandom`* and *`BufferedRWPair`*) protect their internal structures using a lock ; it is therefore safe to call them from multiple threads at once.

`TextIOWrapper` objects are not thread-safe.

Reentrancy

Binary buffered objects (instances of *`BufferedReader`*, *`BufferedWriter`*, *`BufferedRandom`* and *`BufferedRWPair`*) are not reentrant. While reentrant calls will not happen in normal situations, they can arise from doing I/O in a *`signal`* handler. If a thread tries to re-enter a buffered object which it is already accessing, a *`RuntimeError`* is raised. Note this doesn't prohibit a different thread from entering the buffered object.

The above implicitly extends to text files, since the *`open()`* function will wrap a buffered object inside a *`TextIOWrapper`*. This includes standard streams and therefore affects the built-in function *`print()`* as well.

16.3 `time` — Accès au temps et conversions

Ce module fournit différentes fonctions liées au temps. Pour les fonctionnalités associées, voir aussi les modules *`datetime`* et *`calendar`*.

Bien que ce module soit toujours disponible, toutes les fonctions ne sont pas disponibles sur toutes les plateformes. La plupart des fonctions définies dans ce module délèguent à des fonctions de même nom de la bibliothèque C. Il peut parfois être utile de consulter la documentation de la plate-forme, car la sémantique de ces fonctions peut varier.

Vous trouvez ci-dessous, mises en ordre, quelques explications relative à la terminologie et aux conventions.

— L'*epoch* est le point de départ du temps et dépend de la plate-forme. Pour Unix, *epoch* est le 1er janvier 1970 à 00 :00 :00 (UTC). Pour savoir comment est définie *epoch* sur une plate-forme donnée, regardez `time.gmtime(0)`.

— Le terme *secondes depuis *epoch** désigne le nombre total de secondes écoulées depuis *epoch*, souvent en excluant les secondes intercalaires (leap seconds). Les secondes intercalaires sont exclues de ce total sur toutes les plates-formes conformes POSIX.

— Les fonctions de ce module peuvent ne pas gérer les dates et heures antérieures à *epoch* ou dans un avenir lointain. Le seuil du futur est déterminé par la bibliothèque C ; pour les systèmes 32 bits, il s'agit généralement de 2038.

— Function *`strptime()`* can parse 2-digit years when given `%y` format code. When 2-digit years are parsed, they are converted according to the POSIX and ISO C standards : values 69--99 are mapped to 1969--1999, and values 0--68 are mapped to 2000--2068.

— UTC désigne le temps universel coordonné (*Coordinated Universal Time* en anglais), anciennement l'heure de Greenwich (ou GMT). L'acronyme UTC n'est pas une erreur mais un compromis entre l'anglais et le français.

— Le DST (*Daylight Saving Time*) correspond à l'heure d'été, un ajustement du fuseau horaire d'une heure (généralement) pendant une partie de l'année. Les règles de DST sont magiques (déterminées par la loi locale) et peuvent changer d'année en année. La bibliothèque C possède une table contenant les règles locales (souvent, elle est lue dans un fichier système par souci de souplesse) et constitue la seule source fiable.
— La précision des diverses fonctions en temps réel peut être inférieure à celle suggérée par les unités dans lesquelles leur valeur ou leur argument est exprimé. Par exemple, sur la plupart des systèmes Unix, l'horloge ne « bat » que 50 ou 100 fois par seconde.
— D'autre part, la précision de *time()* et *sleep()* est meilleure que leurs équivalents Unix : les temps sont exprimés en nombres à virgule flottante, *time()* renvoie le temps le plus précis disponible (en utilisant `gettimeofday()` d'Unix si elle est disponible), et *sleep()* accepte le temps avec une fraction non nulle (`select()` d'Unix est utilisée pour l'implémenter, si elle est disponible).
— La valeur temporelle renvoyée par *gmtime()*, *localtime()* et *strptime()*, et acceptée par *asctime()*, *mktime()* et *strftime()*, est une séquence de 9 nombres entiers. Les valeurs de retour de *gmtime()*, *localtime()* et *strptime()* proposent également des noms d'attributs pour des champs individuels.
Voir *struct_time* pour une description de ces objets.
Modifié dans la version 3.3 : Le type *struct_time* a été étendu pour fournir les attributs `tm_gmtoff` et `tm_zone` lorsque la plateforme prend en charge les membres `struct tm` correspondants.
Modifié dans la version 3.6 : Les attributs *struct_time* `tm_gmtoff` et `tm_zone` sont maintenant disponibles sur toutes les plateformes.
— Utilisez les fonctions suivantes pour convertir des représentations temporelles :

De	À	Utilisez
secondes depuis *epoch*	*struct_time* en UTC	*gmtime()*
secondes depuis *epoch*	*struct_time* en heure locale	*localtime()*
struct_time en UTC	secondes depuis *epoch*	*calendar.timegm()*
struct_time en heure locale	secondes depuis *epoch*	*mktime()*

16.3.1 Fonctions

`time.`**`asctime`**`([t])`
Convertit un *tuple* ou *struct_time* représentant une heure renvoyée par *gmtime()* ou *localtime()* en une chaîne de la forme suivante : `'Sun Jun 20 23:21:05 1993'`. Si *t* n'est pas fourni, l'heure actuelle renvoyée par *localtime()* est utilisée. Les informations sur les paramètres régionaux ne sont pas utilisées par *asctime()*.

Note : Contrairement à la fonction C du même nom, *asctime()* n'ajoute pas de caractère de fin de ligne.

`time.`**`clock`**`()`
Sous UNIX, renvoie le temps processeur actuel, en secondes, sous la forme d'un nombre à virgule flottante exprimé en secondes. La précision, et en fait la définition même de la signification de "temps processeur", dépend de celle de la fonction C du même nom.
Sous Windows, cette fonction renvoie les secondes réelles (type horloge murale) écoulées depuis le premier appel à cette fonction, en tant que nombre à virgule flottante, en fonction de la fonction *Win32* `QueryPerformanceCounter()`. La résolution est généralement meilleure qu'une microseconde.
Deprecated since version 3.3, will be removed in version 3.8 : Le comportement de cette fonction dépend de la plate-forme : utilisez plutôt *perf_counter()* ou *process_time()*, selon vos besoins, pour avoir un comportement bien défini.

`time.`**`pthread_getcpuclockid`**`(thread_id)`
Renvoie le *clk_id* de l'horloge du temps CPU spécifique au fil d'exécution pour le *thread_id* spécifié.
Utilisez *threading.get_ident()* ou l'attribut *ident* de *threading.Thread* pour obtenir une valeur appropriée pour *thread_id*.

Avertissement : Passer un *thread_id* invalide ou arrivé à expiration peut entraîner un comportement indéfini, tel qu'une erreur de segmentation.

Disponibilité : Unix (regardez la page man pour `pthread_getcpuclockid(3)` pour plus d'information).

Nouveau dans la version 3.7.

`time.`**`clock_getres`**(*clk_id*)

Renvoie la résolution (précision) de l'horloge *clk_id*. Référez-vous à *Constantes d'identification d'horloge* pour une liste des valeurs acceptées pour *clk_id*.

Disponibilité : Unix.

Nouveau dans la version 3.3.

`time.`**`clock_gettime`**(*clk_id*) → float

Renvoie l'heure de l'horloge *clk_id*. Référez-vous à *Constantes d'identification d'horloge* pour une liste des valeurs acceptées pour *clk_id*.

Disponibilité : Unix.

Nouveau dans la version 3.3.

`time.`**`clock_gettime_ns`**(*clk_id*) → int

Similaire à `clock_gettime()` mais le temps renvoyé est exprimé en nanosecondes.

Disponibilité : Unix.

Nouveau dans la version 3.7.

`time.`**`clock_settime`**(*clk_id*, *time : float*)

Définit l'heure de l'horloge *clk_id*. Actuellement, `CLOCK_REALTIME` est la seule valeur acceptée pour *clk_id*.

Disponibilité : Unix.

Nouveau dans la version 3.3.

`time.`**`clock_settime_ns`**(*clk_id*, *time : int*)

Similaire à `clock_settime()` mais définit l'heure avec des nanosecondes.

Disponibilité : Unix.

Nouveau dans la version 3.7.

`time.`**`ctime`**([*secs*])

Convertit une heure exprimée en secondes depuis *epoch* en une chaîne représentant l'heure locale. Si *secs* n'est pas fourni ou vaut `None`, l'heure actuelle renvoyée par `time()` est utilisée. `ctime(secs)` est équivalent à `asctime(localtime(secs))`. Les informations sur les paramètres régionaux ne sont pas utilisées par `ctime()`.

`time.`**`get_clock_info`**(*name*)

Renvoie des informations sur l'horloge spécifiée en tant qu'objet d'espace de nom. Les noms d'horloge pris en charge et les fonctions correspondantes permettant de lire leur valeur sont les suivants :

— `'clock'` : `time.clock()`
— `'monotonic'` : `time.monotonic()`
— `'perf_counter'` : `time.perf_counter()`
— `'process_time'` : `time.process_time()`
— `'thread_time'` : `time.thread_time()`
— `'time'` : `time.time()`

Le résultat a les attributs suivants :

— *adjustable* : `True` si l'horloge peut être changée automatiquement (par exemple par un démon NTP) ou manuellement par l'administrateur système, `False` autrement
— *implementation* : nom de la fonction C sous-jacente utilisée pour obtenir la valeur d'horloge. Voir *Constantes d'identification d'horloge* pour les valeurs possibles.
— *monotonic* : `True` si l'horloge ne peut pas revenir en arrière, `False` autrement
— *resolution* : La résolution de l'horloge en secondes (`float`)

Nouveau dans la version 3.3.

`time.`**`gmtime`**([*secs*])

Convertit un temps exprimé en secondes depuis *epoch* en un `struct_time` au format UTC dans lequel le drapeau *dst* est toujours égal à zéro. Si *secs* n'est pas fourni ou vaut `None`, l'heure actuelle renvoyée par

time() est utilisée. Les fractions de seconde sont ignorées. Voir ci-dessus pour une description de l'objet *struct_time*. Voir *calendar.timegm()* pour l'inverse de cette fonction.

time.**localtime**([*secs*])
Comme *gmtime()* mais convertit le résultat en heure locale. Si *secs* n'est pas fourni ou vaut *None*, l'heure actuelle renvoyée par *time()* est utilisée. Le drapeau *dst* est mis à 1 lorsque l'heure d'été s'applique à l'heure indiquée.

time.**mktime**(*t*)
C'est la fonction inverse de *localtime()*. Son argument est soit un *struct_time* soit un 9-tuple (puisque le drapeau *dst* est nécessaire ; utilisez −1 comme drapeau *dst* s'il est inconnu) qui exprime le temps **local**, pas UTC. Il retourne un nombre à virgule flottante, pour compatibilité avec *time()*. Si la valeur d'entrée ne peut pas être représentée comme une heure valide, soit *OverflowError* ou *ValueError* sera levée (selon que la valeur non valide est interceptée par Python ou par les bibliothèque C sous-jacentes). La date la plus proche pour laquelle il peut générer une heure dépend de la plate-forme.

time.**monotonic**() → float
Renvoie la valeur (en quelques fractions de secondes) d'une horloge monotone, c'est-à-dire une horloge qui ne peut pas revenir en arrière. L'horloge n'est pas affectée par les mises à jour de l'horloge système. Le point de référence de la valeur renvoyée n'est pas défini, de sorte que seule la différence entre les résultats d'appels consécutifs est valide.

Nouveau dans la version 3.3.

Modifié dans la version 3.5 : La fonction est maintenant toujours disponible et toujours à l'échelle du système.

time.**monotonic_ns**() → int
Similaire à monotonique(), mais le temps de retour est exprimé en nanosecondes.

Nouveau dans la version 3.7.

time.**perf_counter**() → float
Renvoie la valeur (en quelques fractions de secondes) d'un compteur de performance, c'est-à-dire une horloge avec la résolution disponible la plus élevée possible pour mesurer une courte durée. Cela inclut le temps écoulé pendant le sommeil et concerne l'ensemble du système. Le point de référence de la valeur renvoyée n'est pas défini, de sorte que seule la différence entre les résultats d'appels consécutifs est valide.

Nouveau dans la version 3.3.

time.**perf_counter_ns**() → int
Similaire à *perf_counter()*, mais renvoie le temps en nanosecondes.

Nouveau dans la version 3.7.

time.**process_time**() → float
Renvoie la valeur (en quelques fractions de secondes) de la somme des temps système et utilisateur du processus en cours. Il ne comprend pas le temps écoulé pendant le sommeil. C'est un processus par définition. Le point de référence de la valeur renvoyée n'est pas défini, de sorte que seule la différence entre les résultats d'appels consécutifs est valide.

Nouveau dans la version 3.3.

time.**process_time_ns**() → int
Similaire à *process_time()* mais renvoie le temps en nanosecondes.

Nouveau dans la version 3.7.

time.**sleep**(*secs*)
Suspend l'exécution du thread appelant pendant le nombre de secondes indiqué. L'argument peut être un nombre à virgule flottante pour indiquer un temps de sommeil plus précis. Le temps de suspension réel peut être inférieur à celui demandé, car tout signal capturé mettra fin à la commande *sleep()* après l'exécution de la routine de capture de ce signal. En outre, le temps de suspension peut être plus long que celui demandé par un montant arbitraire en raison de la planification d'une autre activité dans le système.

Modifié dans la version 3.5 : La fonction dort maintenant au moins *secondes* même si le sommeil est interrompu par un signal, sauf si le gestionnaire de signaux lève une exception (voir **PEP 475** pour la justification).

time.**strftime**(*format*[, *t*])
Convertit un *tuple* ou *struct_time* représentant une heure renvoyée par *gmtime()* ou *localtime()* en une chaîne spécifiée par l'argument *format*. Si *t* n'est pas fourni, l'heure actuelle renvoyée par *localtime()*

est utilisée. *format* doit être une chaîne. Si l'un des champs de *t* se situe en dehors de la plage autorisée, une `ValueError` est levée .

0 est un argument légal pour toute position dans le *tuple* temporel ; s'il est normalement illégal, la valeur est forcée à une valeur correcte.

Les directives suivantes peuvent être incorporées dans la chaîne *format*. Ils sont affichés sans la spécification facultative de largeur de champ ni de précision, et sont remplacés par les caractères indiqués dans le résultat de `strftime()` :

Directive	Signification	Notes
`%a`	Nom abrégé du jour de la semaine selon les paramètres régionaux.	
`%A`	Le nom de semaine complet de la région.	
`%b`	Nom abrégé du mois de la région.	
`%B`	Nom complet du mois de la région.	
`%c`	Représentation appropriée de la date et de l'heure selon les paramètres régionaux.	
`%d`	Jour du mois sous forme décimale [01,31].	
`%H`	Heure (horloge sur 24 heures) sous forme de nombre décimal [00,23].	
`%I`	Heure (horloge sur 12 heures) sous forme de nombre décimal [01,12].	
`%j`	Jour de l'année sous forme de nombre décimal [001,366].	
`%m`	Mois sous forme décimale [01,12].	
`%M`	Minutes sous forme décimale [00,59].	
`%p`	L'équivalent local de AM ou PM.	(1)
`%S`	Deuxième sous forme de nombre décimal [00,61].	(2)
`%U`	Numéro de semaine de l'année (dimanche en tant que premier jour de la semaine) sous forme décimale [00,53]. Tous les jours d'une nouvelle année précédant le premier dimanche sont considérés comme appartenant à la semaine 0.	(3)
`%w`	Jour de la semaine sous forme de nombre décimal [0 (dimanche), 6].	
`%W`	Numéro de semaine de l'année (lundi comme premier jour de la semaine) sous forme décimale [00,53]. Tous les jours d'une nouvelle année précédant le premier lundi sont considérés comme appartenant à la semaine 0.	(3)
`%x`	Représentation de la date appropriée par les paramètres régionaux.	
`%X`	Représentation locale de l'heure.	
`%y`	Année sans siècle comme un nombre décimal [00, 99].	
`%Y`	Année complète sur quatre chiffres.	
`%z`	Décalage de fuseau horaire indiquant une différence de temps positive ou négative par rapport à UTC / GMT de la forme *+HHMM* ou *-HHMM*, où H représente les chiffres des heures décimales et M, les chiffres des minutes décimales [*-23 :59*, *+23 :59*].	
`%Z`	Nom du fuseau horaire (pas de caractères s'il n'y a pas de fuseau horaire).	
`%%`	Un caractère `'%'` littéral.	

Notes :

(1) Lorsqu'elle est utilisée avec la fonction `strptime()`, la directive `%p` n'affecte le champ d'heure en sortie que si la directive `%I` est utilisée pour analyser l'heure.

(2) La plage est en réalité de `0` à `61` ; La valeur `60` est valide dans les *timestamps* représentant des leap seconds et la valeur `61` est prise en charge pour des raisons historiques.

(3) Lorsqu'elles sont utilisées avec la fonction `strptime()`, `%U` et `%W` ne sont utilisées que dans les calculs lorsque le jour de la semaine et l'année sont spécifiés.

Voici un exemple de format de date compatible avec celui spécifié dans la norme de courrier électronique Internet suivante **RFC 2822**. [1]

1. L'utilisation de `%Z` est maintenant obsolète, mais l'échappement `%z` qui donne le décalage horaire jusqu'à la minute et dépendant des paramètres régionaux n'est pas pris en charge par toutes les bibliothèques C ANSI. En outre, une lecture stricte du standard **RFC 822** de 1982 milite pour une année à deux chiffres (%y plutôt que %Y), mais la pratique a migré vers des années à 4 chiffres de long avant l'année 2000. Après cela, la **RFC 822** est devenue obsolète et l'année à 4 chiffres a été recommandée pour la première fois par la **RFC 1123** puis rendue obligatoire par la **RFC 2822**.

```
>>> from time import gmtime, strftime
>>> strftime("%a, %d %b %Y %H:%M:%S +0000", gmtime())
'Thu, 28 Jun 2001 14:17:15 +0000'
```

Des directives supplémentaires peuvent être prises en charge sur certaines plates-formes, mais seules celles énumérées ici ont une signification normalisée par ANSI C. Pour voir la liste complète des codes de format pris en charge sur votre plate-forme, consultez la documentation *strftime(3)*.

Sur certaines plates-formes, une spécification facultative de largeur et de précision de champ peut suivre immédiatement le `'%'` initial d'une directive dans l'ordre suivant ; ce n'est pas non plus portable. La largeur du champ est normalement 2 sauf pour `%j` où il est 3.

`time.`**`strptime`**(*string*[, *format*])

Analyse une chaîne représentant une heure selon un format. La valeur renvoyée est une *struct_time* tel que renvoyé par *gmtime()* ou *localtime()*.

Le paramètre *format* utilise les mêmes directives que celles utilisées par *strftime()* ; La valeur par défaut est `"%a %b %d %H:%M:%S %Y"` qui correspond à la mise en forme renvoyée par *ctime()*. Si *string* ne peut pas être analysé selon *format*, ou s'il contient trop de données après l'analyse, une exception *ValueError* est levée. Les valeurs par défaut utilisées pour renseigner les données manquantes lorsque des valeurs plus précises ne peuvent pas être inférées sont `(1900, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 1, -1)`. *string* et *format* doivent être des chaînes.

Par exemple :

```
>>> import time
>>> time.strptime("30 Nov 00", "%d %b %y")
time.struct_time(tm_year=2000, tm_mon=11, tm_mday=30, tm_hour=0, tm_min=0,
                 tm_sec=0, tm_wday=3, tm_yday=335, tm_isdst=-1)
```

La prise en charge de la directive `%Z` est basée sur les valeurs contenues dans `tzname` et sur le fait de savoir si `daylight` est vrai. Pour cette raison, il est spécifique à la plate-forme, à l'exception de la reconnaissance des heures UTC et GMT, qui sont toujours connues (et considérées comme des fuseaux horaires ne respectant pas l'heure d'été).

Seules les directives spécifiées dans la documentation sont prises en charge. Parce que `strftime()` peut être implémenté différemment sur chaque plate-forme, il peut parfois offrir plus de directives que celles listées. Mais `strptime()` est indépendant de toute plate-forme et ne supporte donc pas nécessairement toutes les directives disponibles qui ne sont pas documentées comme gérées.

`class` `time.`**`struct_time`**

Le type de la séquence de valeur temporelle renvoyé par *gmtime()*, *localtime()* et *strptime()*. Semblable à un *named tuple* : ses valeurs sont accessibles par index et par nom d'attribut. Les valeurs suivantes sont présentes :

Index	Attribut	Valeurs
0	`tm_year`	(par exemple, 1993)
1	`tm_mon`	plage [1, 12]
2	`tm_mday`	plage [1, 31]
3	`tm_hour`	plage [0, 23]
4	`tm_min`	plage [0, 59]
5	`tm_sec`	plage [0, 61] ; voir **(2)** dans la description *strftime()*
6	`tm_wday`	plage [0, 6], Lundi valant 0
7	`tm_yday`	plage [1, 366]
8	`tm_isdst`	`0`, `1` or `-1` ; voir en bas
N/A	`tm_zone`	abréviation du nom du fuseau horaire
N/A	`tm_gmtoff`	décalage à l'est de UTC en secondes

Notez que contrairement à la structure C, la valeur du mois est une plage de [1, 12], pas de [0, 11].

Dans les appels à *mktime()*, `tm_isdst` peut être défini sur 1 lorsque l'heure d'été est en vigueur et sur 0 lorsque ce n'est pas le cas. Une valeur de `-1` indique que cela n'est pas connu et entraînera généralement le remplissage de l'état correct.

Lorsqu'un *tuple* de longueur incorrecte est passé à une fonction acceptant une *struct_time*, ou comportant des éléments de type incorrect, une exception *TypeError* est levé.

time.**time**() → float
Renvoie le temps en secondes depuis *epoch* sous forme de nombre à virgule flottante. La date spécifique de *epoch* et le traitement des secondes intercalaires (leap seconds) dépendent de la plate-forme. Sous Windows et la plupart des systèmes Unix, *epoch* est le 1er janvier 1970, 00 :00 :00 (UTC) et les secondes intercalaires ne sont pas comptées dans le temps en secondes depuis *epoch*. Ceci est communément appelé Heure Unix. Pour savoir quelle est *epoch* sur une plate-forme donnée, consultez `gmtime(0)`.

Notez que même si l'heure est toujours renvoyée sous forme de nombre à virgule flottante, tous les systèmes ne fournissent pas l'heure avec une précision supérieure à 1 seconde. Bien que cette fonction renvoie normalement des valeurs croissantes, elle peut renvoyer une valeur inférieure à celle d'un appel précédent si l'horloge système a été réglée entre les deux appels.

Le nombre renvoyé par *time()* peut être converti en un format d'heure plus courant (année, mois, jour, heure, etc.) en UTC en le transmettant à la fonction *gmtime()* ou dans heure locale en le transmettant à la fonction *localtime()*. Dans les deux cas, un objet *struct_time* est renvoyé, à partir duquel les composants de la date du calendrier peuvent être consultés en tant qu'attributs.

time.**thread_time**() → float
Renvoie la valeur (en quelques fractions de secondes) de la somme des temps processeur système et utilisateur du thread en cours. Il ne comprend pas le temps écoulé pendant le sommeil. Il est spécifique au thread par définition. Le point de référence de la valeur renvoyée est indéfini, de sorte que seule la différence entre les résultats d'appels consécutifs dans le même thread est valide.

Disponibilité : Systèmes Windows, Linux, Unix prenant en charge `CLOCK_THREAD_CPUTIME_ID`.

Nouveau dans la version 3.7.

time.**thread_time_ns**() → int
Similaire à *thread_time()* mais renvoie le temps en nanosecondes.

Nouveau dans la version 3.7.

time.**time_ns**() → int
Similar to *time()* but returns time as an integer number of nanoseconds since the *epoch*.

Nouveau dans la version 3.7.

time.**tzset**()
Réinitialise les règles de conversion de temps utilisées par les routines de la bibliothèque. La variable d'environnement `TZ` spécifie comment cela est effectué. La fonction définira également les variables `tzname` (à partir de la variable d'environnement `TZ`), `timezone` (secondes non DST à l'ouest de l'UTC), `altzone` (secondes DST à l'ouest de UTC) et `daylight` (à 0 si ce fuseau horaire ne comporte aucune règle d'heure d'été, ou non nul s'il existe une heure, passée, présente ou future lorsque l'heure d'été est appliquée).

Disponibilité : Unix.

Note : Bien que dans de nombreux cas, la modification de la variable d'environnement `TZ` puisse affecter la sortie de fonctions telles que *localtime()* sans appeler *tzset()*, ce comportement n'est pas garanti.

La variable d'environnement `TZ` ne doit contenir aucun espace.

Le format standard de la variable d'environnement `TZ` est (espaces ajoutés pour plus de clarté) :

```
std offset [dst [offset [,start[/time], end[/time]]]]
```

Où les composants sont :

std et dst Trois alphanumériques ou plus donnant les abréviations du fuseau horaire. Ceux-ci seront propagés dans *time.tzname*

offset Le décalage a la forme suivante : `± hh[:mm[:ss]]`. Cela indique la valeur ajoutée à l'heure locale pour arriver à UTC. S'il est précédé d'un `'-'`, le fuseau horaire est à l'est du Premier Méridien ; sinon, c'est l'ouest. Si aucun décalage ne suit *dst*, l'heure d'été est supposée être en avance d'une heure sur l'heure standard.

start[/time], end[/time] Indique quand passer à DST et en revenir. Le format des dates de début et de fin est l'un des suivants :

Jn Le jour Julien *n* (1 <= *n* <= 365). Les jours bissextiles ne sont pas comptabilisés. Par conséquent, le 28 février est le 59e jour et le 1er Mars est le 60e jour de toutes les années.

n Le jour Julien de base zéro (0 <= *n* <= 365). Les jours bissextiles sont comptés et il est possible de se référer au 29 février.

Mm.n.d Le *d* jour (0 <= *d* <= 6) de la semaine *n* du mois *m* de l'année (1 <= *n* <= 5, 1 <= *m* <= 12, où semaine 5 signifie "le *dernier* jour du mois *m*" pouvant se produire au cours de la quatrième ou de la cinquième semaine). La semaine 1 est la première semaine au cours de laquelle le *jour* se produit. Le jour zéro est un dimanche.

`time` a le même format que `offset` sauf qu'aucun signe de direction (`'-'` ou `'+'`) n'est autorisé. La valeur par défaut, si l'heure n'est pas spécifiée, est 02 :00 :00.

```
>>> os.environ['TZ'] = 'EST+05EDT,M4.1.0,M10.5.0'
>>> time.tzset()
>>> time.strftime('%X %x %Z')
'02:07:36 05/08/03 EDT'
>>> os.environ['TZ'] = 'AEST-10AEDT-11,M10.5.0,M3.5.0'
>>> time.tzset()
>>> time.strftime('%X %x %Z')
'16:08:12 05/08/03 AEST'
```

Sur de nombreux systèmes Unix (y compris *BSD, Linux, Solaris et Darwin), il est plus pratique d'utiliser la base de données *zoneinfo* (*tzfile (5)*) du système pour spécifier les règles de fuseau horaire. Pour ce faire, définissez la variable d'environnement `TZ` sur le chemin du fichier de fuseau horaire requis, par rapport à la racine de la base de données du système *zoneinfo*, généralement situé à `/usr/share/zoneinfo`. Par exemple, `'US/Eastern'`, `'Australia/Melbourne'`, `'Egypt'` ou `'Europe/Amsterdam'`.

```
>>> os.environ['TZ'] = 'US/Eastern'
>>> time.tzset()
>>> time.tzname
('EST', 'EDT')
>>> os.environ['TZ'] = 'Egypt'
>>> time.tzset()
>>> time.tzname
('EET', 'EEST')
```

16.3.2 Constantes d'identification d'horloge

Ces constantes sont utilisées comme paramètres pour *clock_getres()* et *clock_gettime()*.

`time.`**CLOCK_BOOTTIME**
Identique à *CLOCK_MONOTONIC*, sauf qu'elle inclut également toute suspension du système.
Cela permet aux applications d'obtenir une horloge monotone tenant compte de la suspension sans avoir à gérer les complications de *CLOCK_REALTIME*, qui peuvent présenter des discontinuités si l'heure est modifiée à l'aide de `settimeofday()` ou similaire.
Disponibilité : Linux 2.6.39 et ultérieures.
Nouveau dans la version 3.7.

`time.`**CLOCK_HIGHRES**
Le système d'exploitation Solaris dispose d'une horloge `CLOCK_HIGHRES` qui tente d'utiliser une source matérielle optimale et peut donner une résolution proche de la nanoseconde. `CLOCK_HIGHRES` est l'horloge haute résolution non ajustable.
Disponibilité : Solaris.
Nouveau dans la version 3.3.

`time.`**CLOCK_MONOTONIC**
Horloge qui ne peut pas être réglée et représente l'heure monotone depuis un point de départ non spécifié.
Disponibilité : Unix.
Nouveau dans la version 3.3.

`time.`**CLOCK_MONOTONIC_RAW**
Similaire à *CLOCK_MONOTONIC*, mais donne accès à une heure matérielle brute qui n'est pas soumise aux ajustements NTP.

Disponibilité : Linux 2.6.28 et ultérieur, MacOS 10.12 et ultérieur.

Nouveau dans la version 3.3.

`time.`**`CLOCK_PROCESS_CPUTIME_ID`**
Minuterie haute résolution par processus du CPU.

Disponibilité : Unix.

Nouveau dans la version 3.3.

`time.`**`CLOCK_PROF`**
Minuterie haute résolution par processus du CPU.

Disponibilité : FreeBSD, NetBSD 7 ou version ultérieure, OpenBSD.

Nouveau dans la version 3.7.

`time.`**`CLOCK_THREAD_CPUTIME_ID`**
Horloge de temps CPU spécifique au thread.

Disponibilité : Unix.

Nouveau dans la version 3.3.

`time.`**`CLOCK_UPTIME`**
Heure dont la valeur absolue correspond à l'heure à laquelle le système a été exécuté et non suspendu, fournissant une mesure précise du temps de disponibilité, à la fois absolue et à intervalle.

Disponibilité : FreeBSD, OpenBSD 5.5 ou version ultérieure.

Nouveau dans la version 3.7.

La constante suivante est le seul paramètre pouvant être envoyé à *`clock_settime()`*.

`time.`**`CLOCK_REALTIME`**
Horloge en temps réel à l'échelle du système. Le réglage de cette horloge nécessite des privilèges appropriés.

Disponibilité : Unix.

Nouveau dans la version 3.3.

16.3.3 Constantes de fuseau horaire

`time.`**`altzone`**
Décalage du fuseau horaire DST local, en secondes à l'ouest de UTC, s'il en est défini un. Cela est négatif si le fuseau horaire DST local est à l'est de UTC (comme en Europe occidentale, y compris le Royaume-Uni). Utilisez ceci uniquement si `daylight` est différent de zéro. Voir note ci-dessous.

`time.`**`daylight`**
Non nul si un fuseau horaire DST est défini. Voir note ci-dessous.

`time.`**`timezone`**
Décalage du fuseau horaire local (hors heure d'été), en secondes à l'ouest de l'UTC (négatif dans la plupart des pays d'Europe occidentale, positif aux États-Unis, nul au Royaume-Uni). Voir note ci-dessous.

`time.`**`tzname`**
Un *tuple* de deux chaînes : la première est le nom du fuseau horaire local autre que DST, la seconde est le nom du fuseau horaire DST local. Si aucun fuseau horaire DST n'est défini, la deuxième chaîne ne doit pas être utilisée. Voir note ci-dessous.

Note : Pour les constantes de fuseau horaire ci-dessus (*`altzone`*, *`daylight`*, *`timezone`* et *`tzname`*), la valeur est déterminée par les règles de fuseau horaire en vigueur au moment du chargement du module ou la dernière fois *`tzset()`* est appelé et peut être incorrect pour des temps passés. Il est recommandé d'utiliser `tm_gmtoff` et `tm_zone` résulte de *`localtime()`* pour obtenir des informations sur le fuseau horaire.

Voir aussi :

Module *`datetime`* Interface plus orientée objet vers les dates et les heures.

Module *locale* Services d'internationalisation. Les paramètres régionaux affectent l'interprétation de nombreux spécificateurs de format dans *strftime()* et *strptime()*.

Module *calendar* Fonctions générales liées au calendrier. *timegm()* est l'inverse de *gmtime()* à partir de ce module.

Notes

16.4 argparse -- Parseur d'arguments, d'options, et de sous-commandes de ligne de commande

Nouveau dans la version 3.2.

Code source : Lib/argparse.py

Tutoriel

Cette page est la référence de l'API. Pour une introduction plus en douceur à l'analyse des arguments de la ligne de commande, regardez le tutoriel argparse.

Le module *argparse* facilite l'écriture d'interfaces en ligne de commande agréables à l'emploi. Le programme définit les arguments requis et *argparse* s'arrange pour analyser ceux provenant de *sys.argv*. Le module *argparse* génère aussi automatiquement les messages d'aide, le mode d'emploi, et lève des erreurs lorsque les utilisateurs fournissent au programme des arguments invalides.

16.4.1 Exemple

Le code suivant est un programme Python acceptant une liste de nombre entiers et en donnant soit la somme, soit le maximum :

```
import argparse

parser = argparse.ArgumentParser(description='Process some integers.')
parser.add_argument('integers', metavar='N', type=int, nargs='+',
                    help='an integer for the accumulator')
parser.add_argument('--sum', dest='accumulate', action='store_const',
                    const=sum, default=max,
                    help='sum the integers (default: find the max)')

args = parser.parse_args()
print(args.accumulate(args.integers))
```

En supposant que le code Python ci-dessus est sauvegardé dans un fichier nommé `prog.py`, il peut être lancé en ligne de commande et fournit des messages d'aide utiles :

```
$ python prog.py -h
usage: prog.py [-h] [--sum] N [N ...]

Process some integers.

positional arguments:
 N           an integer for the accumulator

optional arguments:
 -h, --help  show this help message and exit
 --sum       sum the integers (default: find the max)
```

Lorsqu'il est lancé avec les arguments appropriés, il affiche la somme ou le maximum des entiers fournis en ligne de commande :

```
$ python prog.py 1 2 3 4
4

$ python prog.py 1 2 3 4 --sum
10
```

Si des arguments invalides sont passés, il lève une erreur :

```
$ python prog.py a b c
usage: prog.py [-h] [--sum] N [N ...]
prog.py: error: argument N: invalid int value: 'a'
```

Les sections suivantes vous guident au travers de cet exemple.

Créer un analyseur (*parser* en anglais)

La première étape dans l'utilisation de *argparse* est de créer un objet *ArgumentParser* :

```
>>> parser = argparse.ArgumentParser(description='Process some integers.')
```

L'objet *ArgumentParser* contiendra toutes les informations nécessaires pour interpréter la ligne de commande comme des types de données de Python.

Ajouter des arguments

Alimenter un *ArgumentParser* avec des informations sur les arguments du programme s'effectue en faisant des appels à la méthode *add_argument()*. En général ces appels disent à l'*ArgumentParser* comment prendre les chaînes de caractères de la ligne de commande et les transformer en objets. Cette information est stockée et utilisée lorsque *parse_args()* est appelée. Par exemple :

```
>>> parser.add_argument('integers', metavar='N', type=int, nargs='+',
...                     help='an integer for the accumulator')
>>> parser.add_argument('--sum', dest='accumulate', action='store_const',
...                     const=sum, default=max,
...                     help='sum the integers (default: find the max)')
```

Ensuite, appeler *parse_args()* va renvoyer un objet avec deux attributs, `integers` et `accumulate`. L'attribut `integers` est une liste d'un ou plusieurs entiers, et l'attribut `accumulate` est soit la fonction *sum()*, si `--sum` était fourni à la ligne de commande, soit la fonction *max()* dans le cas contraire.

Analyse des arguments

ArgumentParser analyse les arguments avec la méthode *parse_args()*. Cette méthode inspecte la ligne de commande, convertit chaque argument au type approprié et invoque l'action requise. Dans la plupart des cas, le résultat est la construction d'un objet *Namespace* à partir des attributs analysés dans la ligne de commande :

```
>>> parser.parse_args(['--sum', '7', '-1', '42'])
Namespace(accumulate=<built-in function sum>, integers=[7, -1, 42])
```

Dans un script, *parse_args()* est généralement appelée sans arguments et l'objet *ArgumentParser* détermine automatiquement les arguments de la ligne de commande à partir de *sys.argv*.

16.4.2 Objets `ArgumentParser`

class argparse.**ArgumentParser**(*prog=None*, *usage=None*, *description=None*, *epilog=None*, *parents=[]*, *formatter_class=argparse.HelpFormatter*, *prefix_chars='-'*, *fromfile_prefix_chars=None*, *argument_default=None*, *conflict_handler='error'*, *add_help=True*, *allow_abbrev=True*)

Crée un nouvel objet `ArgumentParser`. Tous les paramètres doivent être passés en arguments nommés. Chaque paramètre a sa propre description détaillée ci-dessous, mais en résumé ils sont :

- *prog* – Le nom du programme (par défaut : `sys.argv[0]`)
- *usage* – La chaîne décrivant l'utilisation du programme (par défaut : générée à partir des arguments ajoutés à l'analyseur)
- *description* – Texte à afficher avant l'aide des arguments (par défaut : vide)
- *epilog* – Texte à afficher après l'aide des arguments (par défaut : vide)
- *parents* – Liste d'objets `ArgumentParser` contenant des arguments qui devraient aussi être inclus
- *formatter_class* – Classe pour personnaliser la sortie du message d'aide
- *prefix_chars* – Jeu de caractères qui précède les arguments optionnels (par défaut : `'-'`)
- *fromfile_prefix_chars* – Jeu de caractères qui précède les fichiers d'où des arguments additionnels doivent être lus (par défaut : `None`)
- *argument_default* – Valeur globale par défaut pour les arguments (par défaut : `None`)
- *conflict_handler* – Stratégie pour résoudre les conflits entre les arguments optionnels (non-nécessaire en général)
- *add_help* – Ajoute une option d'aide `-h/--help` à l'analyseur (par défaut : `True`)
- *allow_abbrev* – Permet l'acceptation d'abréviations non-ambigües pour les options longues (par défaut : `True`)

Modifié dans la version 3.5 : Le paramètre *allow_abbrev* est ajouté.

Les sections suivantes décrivent comment chacune de ces options sont utilisées.

Le paramètre *prog*

Par défaut, l'objet `ArgumentParser` utilise `sys.argv[0]` pour déterminer comment afficher le nom du programme dans les messages d'aide. Cette valeur par défaut est presque toujours souhaitable, car elle produit un message d'aide qui correspond à la méthode utilisée pour lancer le programme sur la ligne de commande. Par exemple, si on a un fichier nommé `myprogram.py` avec le code suivant :

```
import argparse
parser = argparse.ArgumentParser()
parser.add_argument('--foo', help='foo help')
args = parser.parse_args()
```

Le message d'aide pour ce programme affiche `myprogram.py` pour le nom du programme (peu importe d'où le programme est lancé) :

```
$ python myprogram.py --help
usage: myprogram.py [-h] [--foo FOO]

optional arguments:
 -h, --help  show this help message and exit
 --foo FOO   foo help
$ cd ..
$ python subdir/myprogram.py --help
usage: myprogram.py [-h] [--foo FOO]

optional arguments:
 -h, --help  show this help message and exit
 --foo FOO   foo help
```

Pour changer ce comportement par défaut, une valeur alternative est passée par l'argument `prog=` du constructeur d'`ArgumentParser` :

```
>>> parser = argparse.ArgumentParser(prog='myprogram')
>>> parser.print_help()
usage: myprogram [-h]

optional arguments:
 -h, --help  show this help message and exit
```

Prenez note que le nom du programme, peu importe s'il provient de `sys.argv[0]` ou de l'argument `prog=`, est accessible aux messages d'aide grâce au spécificateur de formatage `%(prog)s`.

```
>>> parser = argparse.ArgumentParser(prog='myprogram')
>>> parser.add_argument('--foo', help='foo of the %(prog)s program')
>>> parser.print_help()
usage: myprogram [-h] [--foo FOO]

optional arguments:
 -h, --help  show this help message and exit
 --foo FOO   foo of the myprogram program
```

Le paramètre *usage*

Par défaut, l'objet *ArgumentParser* construit le message relatif à l'utilisation à partir des arguments qu'il contient :

```
>>> parser = argparse.ArgumentParser(prog='PROG')
>>> parser.add_argument('--foo', nargs='?', help='foo help')
>>> parser.add_argument('bar', nargs='+', help='bar help')
>>> parser.print_help()
usage: PROG [-h] [--foo [FOO]] bar [bar ...]

positional arguments:
 bar          bar help

optional arguments:
 -h, --help   show this help message and exit
 --foo [FOO]  foo help
```

Le message par défaut peut être remplacé grâce à l'argument nommé `usage=` :

```
>>> parser = argparse.ArgumentParser(prog='PROG', usage='%(prog)s [options]')
>>> parser.add_argument('--foo', nargs='?', help='foo help')
>>> parser.add_argument('bar', nargs='+', help='bar help')
>>> parser.print_help()
usage: PROG [options]

positional arguments:
 bar          bar help

optional arguments:
 -h, --help   show this help message and exit
 --foo [FOO]  foo help
```

Le spécificateur de formatage `%(prog)s` est disponible pour insérer le nom du programme dans vos messages d'utilisation.

Le paramètre *description*

La plupart des appels au constructeur d'*ArgumentParser* utilisent l'argument nommé description=. Cet argument donne une brève description de ce que fait le programme et de comment il fonctionne. Dans les messages d'aide, cette description est affichée entre le prototype de ligne de commande et les messages d'aide des arguments :

```
>>> parser = argparse.ArgumentParser(description='A foo that bars')
>>> parser.print_help()
usage: argparse.py [-h]

A foo that bars

optional arguments:
 -h, --help  show this help message and exit
```

Par défaut, la description est sujette au retour à la ligne automatique pour se conformer à l'espace disponible. Pour changer ce comportement, voyez l'argument *formatter_class*.

Le paramètre *epilog*

Certains programmes aiment afficher un texte supplémentaire après la description des arguments. Un tel texte peut être spécifié grâce à l'argument epilog= du constructeur d'*ArgumentParser* :

```
>>> parser = argparse.ArgumentParser(
...     description='A foo that bars',
...     epilog="And that's how you'd foo a bar")
>>> parser.print_help()
usage: argparse.py [-h]

A foo that bars

optional arguments:
 -h, --help  show this help message and exit

And that's how you'd foo a bar
```

De même que pour l'argument *description*, le texte passé à epilog= est sujet au retour à la ligne automatique. Ce comportement peut être ajusté grâce à l'argument *formatter_class* du constructeur d'*ArgumentParser*.

Le paramètre *parents*

Parfois, plusieurs analyseurs partagent un jeu commun d'arguments. Plutôt que de répéter les définitions de ces arguments, un analyseur commun qui contient tous les arguments partagés peut être utilisé, puis passé à l'argument parents= du constructeur d'*ArgumentParser*. L'argument parents= accepte une liste d'objets *ArgumentParser*, accumule toutes les actions positionnelles et optionnelles de ces objets, puis les ajoute à l'instance d'*ArgumentParser* en cours de création :

```
>>> parent_parser = argparse.ArgumentParser(add_help=False)
>>> parent_parser.add_argument('--parent', type=int)

>>> foo_parser = argparse.ArgumentParser(parents=[parent_parser])
>>> foo_parser.add_argument('foo')
>>> foo_parser.parse_args(['--parent', '2', 'XXX'])
Namespace(foo='XXX', parent=2)

>>> bar_parser = argparse.ArgumentParser(parents=[parent_parser])
>>> bar_parser.add_argument('--bar')
>>> bar_parser.parse_args(['--bar', 'YYY'])
Namespace(bar='YYY', parent=None)
```

Prenez note que la majorité des analyseurs parents doivent spécifier `add_help=False`. Autrement, le constructeur d'*`ArgumentParser`* va voir plus d'une option `-h/--help` (une pour le parent et une pour l'instance en cours de création) et va lever une erreur.

Note : Vous devez initialiser complètement les analyseurs avant de les passer à `parents=`. Si vous changez les analyseurs parents après la création de l'analyseur enfant, ces changements ne seront pas répercutés sur l'enfant.

Le paramètre *formatter_class*

Les objets *`ArgumentParser`* permettent la personnalisation de la mise en page des messages d'aide en spécifiant une classe de formatage alternative. Il y a actuellement quatre classes de formatage :

class argparse.**RawDescriptionHelpFormatter**
class argparse.**RawTextHelpFormatter**
class argparse.**ArgumentDefaultsHelpFormatter**
class argparse.**MetavarTypeHelpFormatter**

`RawDescriptionHelpFormatter` et *`RawTextHelpFormatter`* vous donnent plus de contrôle sur comment les descriptions textuelles sont affichées. Par défaut, les contenus de *description* et *epilog* des objets *`ArgumentParser`* font l'objet du retour à la ligne automatique dans les messages d'aide :

```
>>> parser = argparse.ArgumentParser(
...     prog='PROG',
...     description='''this description
...         was indented weird
...             but that is okay''',
...     epilog='''
...             likewise for this epilog whose whitespace will
...         be cleaned up and whose words will be wrapped
...         across a couple lines''')
>>> parser.print_help()
usage: PROG [-h]

this description was indented weird but that is okay

optional arguments:
 -h, --help  show this help message and exit

likewise for this epilog whose whitespace will be cleaned up and whose words
will be wrapped across a couple lines
```

Passer *`RawDescriptionHelpFormatter`* à `formatter_class=` indique que les textes de *description* et d'*epilog* ont déjà été formatés correctement et qu'ils ne doivent pas faire l'objet d'un retour à la ligne automatique :

```
>>> parser = argparse.ArgumentParser(
...     prog='PROG',
...     formatter_class=argparse.RawDescriptionHelpFormatter,
...     description=textwrap.dedent('''\
...         Please do not mess up this text!
...         --------------------------------
...             I have indented it
...             exactly the way
...             I want it
...         '''))
>>> parser.print_help()
usage: PROG [-h]

Please do not mess up this text!
--------------------------------
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
   I have indented it
   exactly the way
   I want it

optional arguments:
 -h, --help  show this help message and exit
```

RawTextHelpFormatter conserve les espaces pour toutes les catégories de textes d'aide, y compris les descriptions des arguments. Notez bien que plusieurs retours à la ligne consécutifs sont remplacés par un seul. Si vous voulez garder plusieurs sauts de ligne, ajoutez des espaces entre les caractères de changement de ligne.

ArgumentDefaultsHelpFormatter ajoute automatiquement l'information sur les valeurs par défaut aux messages d'aide de tous les arguments :

```
>>> parser = argparse.ArgumentParser(
...     prog='PROG',
...     formatter_class=argparse.ArgumentDefaultsHelpFormatter)
>>> parser.add_argument('--foo', type=int, default=42, help='FOO!')
>>> parser.add_argument('bar', nargs='*', default=[1, 2, 3], help='BAR!')
>>> parser.print_help()
usage: PROG [-h] [--foo FOO] [bar [bar ...]]

positional arguments:
 bar         BAR! (default: [1, 2, 3])

optional arguments:
 -h, --help  show this help message and exit
 --foo FOO   FOO! (default: 42)
```

MetavarTypeHelpFormatter utilise le nom du *type* de l'argument pour chacun des arguments comme nom d'affichage pour leurs valeurs (contrairement au formateur standard qui utilise *dest*) :

```
>>> parser = argparse.ArgumentParser(
...     prog='PROG',
...     formatter_class=argparse.MetavarTypeHelpFormatter)
>>> parser.add_argument('--foo', type=int)
>>> parser.add_argument('bar', type=float)
>>> parser.print_help()
usage: PROG [-h] [--foo int] float

positional arguments:
  float

optional arguments:
  -h, --help  show this help message and exit
  --foo int
```

Le paramètre *prefix_chars*

La majorité des options sur la ligne de commande utilisent - comme préfixe (par exemple : `-f/--foo`). Pour les analyseurs qui doivent accepter des caractères préfixes autres ou additionnels (par exemple pour les options `+f` ou `/foo`), vous devez les spécifier en utilisant l'argument `prefix_chars=` du constructeur d'`ArgumentParser` :

```
>>> parser = argparse.ArgumentParser(prog='PROG', prefix_chars='-+')
>>> parser.add_argument('+f')
>>> parser.add_argument('++bar')
>>> parser.parse_args('+f X ++bar Y'.split())
Namespace(bar='Y', f='X')
```

La valeur par défaut de `prefix_chars=` est `'-'`. Passer un jeu de caractères qui n'inclut pas `-` provoquera le refus des options comme `-f/--foo`.

Le paramètre *fromfile_prefix_chars*

Parfois, par exemple quand on traite une liste d'arguments particulièrement longue, il est logique de stocker la liste d'arguments dans un fichier plutôt que de la saisir sur la ligne de commande. Si un jeu de caractères est passé à l'argument `fromfile_prefix_chars=` du constructeur de *`ArgumentParser`*, alors les arguments qui commencent par l'un des caractères spécifiés seront traités comme des fichiers et seront remplacés par les arguments contenus dans ces fichiers. Par exemple :

```
>>> with open('args.txt', 'w') as fp:
...     fp.write('-f\nbar')
>>> parser = argparse.ArgumentParser(fromfile_prefix_chars='@')
>>> parser.add_argument('-f')
>>> parser.parse_args(['-f', 'foo', '@args.txt'])
Namespace(f='bar')
```

Par défaut, les arguments lus à partir d'un fichier doivent être chacun sur une nouvelle ligne (voir aussi *`convert_arg_line_to_args()`*) et ils sont traités comme s'ils étaient au même emplacement que le fichier original référençant les arguments de la ligne de commande. Ainsi dans l'exemple ci-dessus, l'expression `['-f', 'foo', '@args.txt']` est équivalente à l'expression `['-f', 'foo', '-f', 'bar']`.

Par défaut, l'argument `fromfile_prefix_chars=` est `None`, ce qui signifie que les arguments ne seront pas traités en tant que références à des fichiers.

Le paramètre *argument_default*

Généralement, les valeurs par défaut des arguments sont spécifiées soit en passant la valeur désirée à *`add_argument()`* soit par un appel à la méthode *`set_defaults()`*. Cette méthode accepte un ensemble de paires nom-valeur. Il est parfois pertinent de configurer une valeur par défaut pour tous les arguments d'un analyseur. On peut activer ce comportement en passant la valeur désirée à l'argument nommé `argument_default=` du constructeur de *`ArgumentParser`*. Par exemple, pour supprimer globalement la création d'attributs pendant l'appel de *`parse_args()`*, on fournit `argument_default=SUPPRESS` :

```
>>> parser = argparse.ArgumentParser(argument_default=argparse.SUPPRESS)
>>> parser.add_argument('--foo')
>>> parser.add_argument('bar', nargs='?')
>>> parser.parse_args(['--foo', '1', 'BAR'])
Namespace(bar='BAR', foo='1')
>>> parser.parse_args([])
Namespace()
```

Le paramètre *allow_abbrev*

En temps normal, lorsque vous passez une liste d'arguments à la méthode *`parse_args()`* d'*`ArgumentParser`* *elle accepte les abréviations* des options longues.

Cette fonctionnalité peut être désactivée en passant `False` à `allow_abbrev` :

```
>>> parser = argparse.ArgumentParser(prog='PROG', allow_abbrev=False)
>>> parser.add_argument('--foobar', action='store_true')
>>> parser.add_argument('--foonley', action='store_false')
>>> parser.parse_args(['--foon'])
usage: PROG [-h] [--foobar] [--foonley]
PROG: error: unrecognized arguments: --foon
```

Nouveau dans la version 3.5.

Le paramètre *conflict_handler*

Les objets *ArgumentParser* ne peuvent pas avoir plus d'une option avec la même chaîne d'option. Par défaut, les objets *ArgumentParser* lèvent une exception si on essaie de créer un argument avec une chaîne d'option qui est déjà utilisée :

```
>>> parser = argparse.ArgumentParser(prog='PROG')
>>> parser.add_argument('-f', '--foo', help='old foo help')
>>> parser.add_argument('--foo', help='new foo help')
Traceback (most recent call last):
 ..
ArgumentError: argument --foo: conflicting option string(s): --foo
```

Parfois, par exemple si on utilise des analyseurs *parents*, il est souhaitable de surcharger les anciens arguments qui partagent la même chaîne d'option. Pour obtenir ce comportement, vous devez passer `'resolve'` à l'argument `conflict_handler=` du constructeur d'*ArgumentParser* :

```
>>> parser = argparse.ArgumentParser(prog='PROG', conflict_handler='resolve')
>>> parser.add_argument('-f', '--foo', help='old foo help')
>>> parser.add_argument('--foo', help='new foo help')
>>> parser.print_help()
usage: PROG [-h] [-f FOO] [--foo FOO]

optional arguments:
 -h, --help  show this help message and exit
 -f FOO      old foo help
 --foo FOO   new foo help
```

Prenez note que les objets *ArgumentParser* n'enlèvent une action que si toutes ses chaînes d'options sont surchargées. Ainsi dans l'exemple ci-dessus, l'action `-f/--foo` du parent est conservée comme l'action `-f` puisque `--foo` est la seule chaîne d'options qui a été surchargée.

Le paramètre *add_help*

Par défaut, les objets `ArgumentParser` ajoutent une option qui offre l'affichage du message d'aide de l'analyseur. Par exemple, prenons le fichier `myprogram.py` qui contient le code suivant :

```
import argparse
parser = argparse.ArgumentParser()
parser.add_argument('--foo', help='foo help')
args = parser.parse_args()
```

Si `-h` ou `--help` est passé sur la ligne de commande, le message d'aide de l'`ArgumentParser` sera affiché :

```
$ python myprogram.py --help
usage: myprogram.py [-h] [--foo FOO]

optional arguments:
 -h, --help  show this help message and exit
 --foo FOO   foo help
```

Il est parfois utile de désactiver l'ajout de cette option d'aide. Pour ce faire, vous devez passer `False` à l'argument `add_help=` du constructeur d'*ArgumentParser* :

```
>>> parser = argparse.ArgumentParser(prog='PROG', add_help=False)
>>> parser.add_argument('--foo', help='foo help')
>>> parser.print_help()
usage: PROG [--foo FOO]

optional arguments:
 --foo FOO  foo help
```

En général, l'option d'aide est `-h/--help`. L'exception à cette règle est quand une valeur est passée à `prefix_chars=` et qu'elle n'inclue pas `-`, auquel cas, `-h` et `--help` ne sont pas des options valides. Dans ce cas, le premier caractère de `prefix_chars` est utilisé comme préfixe des options d'aide :

```
>>> parser = argparse.ArgumentParser(prog='PROG', prefix_chars='+/')
>>> parser.print_help()
usage: PROG [+h]

optional arguments:
  +h, ++help  show this help message and exit
```

16.4.3 La méthode *add_argument()*

`ArgumentParser.`**`add_argument`**(*name or flags...*[, *action*][, *nargs*][, *const*][, *default*][, *type*][, *choices*][, *required*][, *help*][, *metavar*][, *dest*])

Définie comment une option de ligne de commande doit être analysée. Chacun des paramètres est décrit plus en détails ci-bas, mais en résumé ils sont :

- *name_or_flags* – un nom ou une liste de chaînes d'options. Par exemple : `foo` ou `-f, --foo`.
- *action* – Type élémentaire de l'action à entreprendre quand cet argument est reconnu sur la ligne de commande.
- *nargs* – Nombre d'arguments de la ligne de commande à capturer.
- *const* – Valeur constante requise par certains choix d'*action* et de *nargs*.
- *default* – Valeur produite si l'argument est absent de la ligne de commande.
- *type* – Type vers lequel l'argument sur la ligne de commande doit être converti.
- *choices* – Conteneur qui contient toutes les valeurs permises pour cet argument.
- *required* – `True` si l'option sur la ligne de commande est obligatoire (ne s'applique qu'aux arguments optionnels).
- *help* – Brève description de ce que fait l'argument.
- *metavar* – Nom de l'argument dans les messages d'utilisations.
- *dest* – Nom de l'attribut qui sera ajouté à l'objet retourné par *`parse_args()`*.

Les sections suivantes décrivent comment chacune de ces options sont utilisées.

Les paramètres *name* et *flags*

La méthode *`add_argument()`* doit savoir si c'est un argument optionnel (tel que `-f` ou `--foo`) ou plutôt un argument positionnel (tel qu'une liste de noms de fichiers) qui est attendu. Le premier argument passé à *`add_argument()`* doit donc être soit une série de noms d'options tels qu'ils apparaissent sur la ligne de commande, soit simplement un nom si on désire un argument positionnel. Par exemple, un argument optionnel est créé comme suit :

```
>>> parser.add_argument('-f', '--foo')
```

alors qu'un argument positionnel est créé comme suit :

```
>>> parser.add_argument('bar')
```

Lors le l'appel de *`parse_args()`*, les arguments qui commencent par le préfixe `-` sont présumés optionnels et tous les autres sont présumés positionnels :

```
>>> parser = argparse.ArgumentParser(prog='PROG')
>>> parser.add_argument('-f', '--foo')
>>> parser.add_argument('bar')
>>> parser.parse_args(['BAR'])
Namespace(bar='BAR', foo=None)
>>> parser.parse_args(['BAR', '--foo', 'FOO'])
Namespace(bar='BAR', foo='FOO')
>>> parser.parse_args(['--foo', 'FOO'])
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
usage: PROG [-h] [-f FOO] bar
PROG: error: the following arguments are required: bar
```

Le paramètre *action*

Les objets *ArgumentParser* associent les arguments de la ligne de commande avec des actions. Ces actions peuvent soumettre les arguments de la ligne de commande auxquels elles sont associées à un traitement arbitraire, mais la majorité des actions se contentent d'ajouter un attribut à l'objet renvoyé par *parse_args()*. L'argument nommé `action` indique comment l'argument de la ligne de commande sera traité. Les actions natives sont :

— `'store'` – Stocke la valeur de l'argument sans autre traitement. Ceci est l'action par défaut. Par exemple :

```
>>> parser = argparse.ArgumentParser()
>>> parser.add_argument('--foo')
>>> parser.parse_args('--foo 1'.split())
Namespace(foo='1')
```

— `'store_const'` – Stocke la valeur passée à l'argument nommé *const*. L'action `'store_const'` est typiquement utilisée avec des arguments optionnels qui représentent un drapeau ou une condition similaire. Par exemple :

```
>>> parser = argparse.ArgumentParser()
>>> parser.add_argument('--foo', action='store_const', const=42)
>>> parser.parse_args(['--foo'])
Namespace(foo=42)
```

— `'store_true'` et `'store_false'` – Ces actions sont des cas particuliers de `'store_const'` pour lesquelles la valeur stockée est `True` et `False`, respectivement. Aussi, ces actions ont comme valeur par défaut `False` et `True`, respectivement. Par exemple :

```
>>> parser = argparse.ArgumentParser()
>>> parser.add_argument('--foo', action='store_true')
>>> parser.add_argument('--bar', action='store_false')
>>> parser.add_argument('--baz', action='store_false')
>>> parser.parse_args('--foo --bar'.split())
Namespace(foo=True, bar=False, baz=True)
```

— `'append'` – Stocke une liste et ajoute la valeur de l'argument à la liste. Ceci est pratique pour les options qui peuvent être répétées sur la ligne de commande :

```
>>> parser = argparse.ArgumentParser()
>>> parser.add_argument('--foo', action='append')
>>> parser.parse_args('--foo 1 --foo 2'.split())
Namespace(foo=['1', '2'])
```

— `'append_const'` – Stocke une liste et ajoute la valeur passée à l'argument nommé *const* à la fin de la liste. Notez que la valeur par défaut de l'argument nommé *const* est `None`. L'action `'append_const'` est pratique quand plusieurs arguments ont besoin de stocker des constantes dans la même liste. Par exemple :

```
>>> parser = argparse.ArgumentParser()
>>> parser.add_argument('--str', dest='types', action='append_const',␣
↪const=str)
>>> parser.add_argument('--int', dest='types', action='append_const',␣
↪const=int)
>>> parser.parse_args('--str --int'.split())
Namespace(types=[<class 'str'>, <class 'int'>])
```

— `'count'` – Compte le nombre d'occurrences de l'argument nommé. Ceci est pratique, par exemple, pour augmenter le niveau de verbosité :

```
>>> parser = argparse.ArgumentParser()
>>> parser.add_argument('--verbose', '-v', action='count', default=0)
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
>>> parser.parse_args(['-vvv'])
Namespace(verbose=3)
```

Note, the *default* will be `None` unless explicitly set to *0*.

— `'help'` – Affiche le message d'aide complet pour toutes les options de l'analyseur puis termine l'exécution. Une action `help` est automatiquement ajoutée à l'analyseur par défaut. Consultez *`ArgumentParser`* pour les détails de la création du contenu de l'aide.

— `'version'` – Affiche la version du programme puis termine l'exécution. Cette action requiert l'argument nommé `version=` dans l'appel à *`add_argument()`* :

```
>>> import argparse
>>> parser = argparse.ArgumentParser(prog='PROG')
>>> parser.add_argument('--version', action='version', version='%(prog)s 2.0')
>>> parser.parse_args(['--version'])
PROG 2.0
```

You may also specify an arbitrary action by passing an Action subclass or other object that implements the same interface. The recommended way to do this is to extend *`Action`*, overriding the `__call__` method and optionally the `__init__` method.

Un exemple d'action personnalisée :

```
>>> class FooAction(argparse.Action):
...     def __init__(self, option_strings, dest, nargs=None, **kwargs):
...         if nargs is not None:
...             raise ValueError("nargs not allowed")
...         super(FooAction, self).__init__(option_strings, dest, **kwargs)
...     def __call__(self, parser, namespace, values, option_string=None):
...         print('%r %r %r' % (namespace, values, option_string))
...         setattr(namespace, self.dest, values)
...
>>> parser = argparse.ArgumentParser()
>>> parser.add_argument('--foo', action=FooAction)
>>> parser.add_argument('bar', action=FooAction)
>>> args = parser.parse_args('1 --foo 2'.split())
Namespace(bar=None, foo=None) '1' None
Namespace(bar='1', foo=None) '2' '--foo'
>>> args
Namespace(bar='1', foo='2')
```

Pour plus d'information, voir *`Action`*.

Le paramètre *nargs*

En général, les objets `ArgumentParser` associent un seul argument de la ligne de commande à une seule action à entreprendre. L'argument nommé `nargs` associe un nombre différent d'arguments de la ligne de commande à une action. Les valeurs reconnues sont :

— `N` (un entier). `N` arguments de la ligne de commande seront capturés ensemble et stockés dans une liste. Par exemple :

```
>>> parser = argparse.ArgumentParser()
>>> parser.add_argument('--foo', nargs=2)
>>> parser.add_argument('bar', nargs=1)
>>> parser.parse_args('c --foo a b'.split())
Namespace(bar=['c'], foo=['a', 'b'])
```

Prenez note que `nargs=1` produit une liste avec un seul élément. Ceci est différent du comportement par défaut qui produit l'élément directement (comme un scalaire).

— `'?'`. Un argument sera capturé de la ligne de commande et produit directement. Si aucun argument n'est présent sur la ligne de commande, la valeur de *default* est produite. Prenez note que pour les arguments

optionnels, il est aussi possible que la chaîne d'option soit présente mais qu'elle ne soit pas suivie d'un argument. Dans ce cas, la valeur de *const* est produite. Voici quelques exemples pour illustrer ceci :

```
>>> parser = argparse.ArgumentParser()
>>> parser.add_argument('--foo', nargs='?', const='c', default='d')
>>> parser.add_argument('bar', nargs='?', default='d')
>>> parser.parse_args(['XX', '--foo', 'YY'])
Namespace(bar='XX', foo='YY')
>>> parser.parse_args(['XX', '--foo'])
Namespace(bar='XX', foo='c')
>>> parser.parse_args([])
Namespace(bar='d', foo='d')
```

`nargs='?'` est fréquemment utilisé pour accepter des fichiers d'entrée et de sortie optionnels :

```
>>> parser = argparse.ArgumentParser()
>>> parser.add_argument('infile', nargs='?', type=argparse.FileType('r'),
...                     default=sys.stdin)
>>> parser.add_argument('outfile', nargs='?', type=argparse.FileType('w'),
...                     default=sys.stdout)
>>> parser.parse_args(['input.txt', 'output.txt'])
Namespace(infile=<_io.TextIOWrapper name='input.txt' encoding='UTF-8'>,
          outfile=<_io.TextIOWrapper name='output.txt' encoding='UTF-8'>)
>>> parser.parse_args([])
Namespace(infile=<_io.TextIOWrapper name='<stdin>' encoding='UTF-8'>,
          outfile=<_io.TextIOWrapper name='<stdout>' encoding='UTF-8'>)
```

— `'*'`. Tous les arguments présents sur la ligne de commande sont capturés dans une liste. Prenez note qu'il n'est pas logique d'avoir plus d'un argument positionnel avec `nargs='*'`, mais il est par contre possible d'avoir plusieurs arguments optionnels qui spécifient `nargs='*'`. Par exemple :

```
>>> parser = argparse.ArgumentParser()
>>> parser.add_argument('--foo', nargs='*')
>>> parser.add_argument('--bar', nargs='*')
>>> parser.add_argument('baz', nargs='*')
>>> parser.parse_args('a b --foo x y --bar 1 2'.split())
Namespace(bar=['1', '2'], baz=['a', 'b'], foo=['x', 'y'])
```

— `'+'`. Comme pour `'*'`, tous les arguments présents sur la ligne de commande sont capturés dans une liste. De plus, un message d'erreur est produit s'il n'y a pas au moins un argument présent sur la ligne de commande. Par exemple :

```
>>> parser = argparse.ArgumentParser(prog='PROG')
>>> parser.add_argument('foo', nargs='+')
>>> parser.parse_args(['a', 'b'])
Namespace(foo=['a', 'b'])
>>> parser.parse_args([])
usage: PROG [-h] foo [foo ...]
PROG: error: the following arguments are required: foo
```

— `argparse.REMAINDER`. All the remaining command-line arguments are gathered into a list. This is commonly useful for command line utilities that dispatch to other command line utilities :

```
>>> parser = argparse.ArgumentParser(prog='PROG')
>>> parser.add_argument('--foo')
>>> parser.add_argument('command')
>>> parser.add_argument('args', nargs=argparse.REMAINDER)
>>> print(parser.parse_args('--foo B cmd --arg1 XX ZZ'.split()))
Namespace(args=['--arg1', 'XX', 'ZZ'], command='cmd', foo='B')
```

Si l'argument nommé `nargs` n'est pas fourni, le nombre d'arguments capturés est déterminé par l'*action*. En général, c'est un seul argument de la ligne de commande qui est capturé et il est produit directement.

Le paramètre *const*

L'argument `const` d'*`add_argument()`* est utilisé pour stocker une constante qui n'est pas lue depuis la ligne de commande mais qui est requise par certaines actions d'*`ArgumentParser`*. Les deux utilisations les plus communes sont :

— quand *`add_argument()`* est appelée avec `action='store_const'` ou `action='append_const'`. Ces actions ajoutent la valeur de `const` à l'un des attributs de l'objet renvoyé par *`parse_args()`*. Consultez la description d'*action* pour voir quelques exemples ;

— quand la méthode *`add_argument()`* est appelée avec des chaînes d'options (telles que `-f` ou `--foo`) et `nargs='?'`. Ceci crée un argument optionnel qui peut être suivi de zéro ou un argument de ligne de commande. Quand la ligne de commande est analysée, si la chaîne d'option est trouvée mais qu'elle n'est pas suivie par un argument, la valeur de `const` est utilisée. Consultez la description de *nargs* pour voir quelques exemples.

Pour les actions `'store_const'` et `'append_const'`, l'argument nommé `const` doit être spécifié. Pour toutes les autres actions, il est optionnel et sa valeur par défaut est `None`.

Le paramètre *default*

Tous les arguments optionnels et certains arguments positionnels peuvent être omis à la ligne de commande. L'argument nommé `default` de la méthode *`add_argument()`* (qui vaut `None` par défaut), indique quelle valeur sera utilisé si l'argument est absent de la ligne de commande. Pour les arguments optionnels, la valeur de `default` est utilisée si la chaîne d'option n'est pas présente sur la ligne de commande :

```
>>> parser = argparse.ArgumentParser()
>>> parser.add_argument('--foo', default=42)
>>> parser.parse_args(['--foo', '2'])
Namespace(foo='2')
>>> parser.parse_args([])
Namespace(foo=42)
```

Si la valeur de `default` est une chaîne, l'analyseur analyse cette valeur comme si c'était un argument de la ligne de commande. En particulier, l'analyseur applique la conversion spécifiée par l'argument *type* (si elle est fournie) avant d'affecter l'attribut à l'objet *`Namespace`* renvoyé. Autrement, l'analyseur utilise la valeur telle qu'elle :

```
>>> parser = argparse.ArgumentParser()
>>> parser.add_argument('--length', default='10', type=int)
>>> parser.add_argument('--width', default=10.5, type=int)
>>> parser.parse_args()
Namespace(length=10, width=10.5)
```

Pour les arguments positionnels pour lesquels *nargs* est `?` ou `*`, la valeur de `default` est utilisée quand l'argument est absent de la ligne de commande :

```
>>> parser = argparse.ArgumentParser()
>>> parser.add_argument('foo', nargs='?', default=42)
>>> parser.parse_args(['a'])
Namespace(foo='a')
>>> parser.parse_args([])
Namespace(foo=42)
```

Si vous passez `default=argparse.SUPPRESS`, aucun attribut ne sera ajouté à l'objet `Namespace` quand l'argument est absent de la ligne de commande :

```
>>> parser = argparse.ArgumentParser()
>>> parser.add_argument('--foo', default=argparse.SUPPRESS)
>>> parser.parse_args([])
Namespace()
>>> parser.parse_args(['--foo', '1'])
Namespace(foo='1')
```

Le paramètre *type*

Par défaut, les objets *ArgumentParser* capturent les arguments de la ligne de commande comme des chaînes. Très souvent par contre, on désire interpréter les chaînes de la ligne de commande comme un autre type, tel que *float* ou *int*. L'argument nommé `type` d'*add_argument()* nous permet de faire les vérifications et les conversions de type nécessaires. Les types et les fonctions natives peuvent être utilisés directement pour la valeur de l'argument `type` :

```
>>> parser = argparse.ArgumentParser()
>>> parser.add_argument('foo', type=int)
>>> parser.add_argument('bar', type=open)
>>> parser.parse_args('2 temp.txt'.split())
Namespace(bar=<_io.TextIOWrapper name='temp.txt' encoding='UTF-8'>, foo=2)
```

Consultez la rubrique de l'argument nommé *default* pour plus d'information sur quand l'argument `type` est appliqué aux arguments par défaut.

Pour faciliter l'utilisation de types de fichiers variés, le module `argparse` fournit le type fabrique `FileType` qui accepte les arguments `mode=`, `bufsize=`, `encoding=` et `errors=` de la fonction *open()*. Par exemple, `FileType('w')` peut être utilisé pour créer un fichier en mode écriture :

```
>>> parser = argparse.ArgumentParser()
>>> parser.add_argument('bar', type=argparse.FileType('w'))
>>> parser.parse_args(['out.txt'])
Namespace(bar=<_io.TextIOWrapper name='out.txt' encoding='UTF-8'>)
```

`type=` peut prendre n'importe quelle fonction ou objet appelable qui prend une seule chaîne de caractère comme argument et qui renvoie la valeur convertie :

```
>>> def perfect_square(string):
...     value = int(string)
...     sqrt = math.sqrt(value)
...     if sqrt != int(sqrt):
...         msg = "%r is not a perfect square" % string
...         raise argparse.ArgumentTypeError(msg)
...     return value
...
>>> parser = argparse.ArgumentParser(prog='PROG')
>>> parser.add_argument('foo', type=perfect_square)
>>> parser.parse_args(['9'])
Namespace(foo=9)
>>> parser.parse_args(['7'])
usage: PROG [-h] foo
PROG: error: argument foo: '7' is not a perfect square
```

L'argument nommé *choices* est parfois plus facile d'utilisation pour les vérificateurs de type qui comparent la valeur à une gamme prédéfinie :

```
>>> parser = argparse.ArgumentParser(prog='PROG')
>>> parser.add_argument('foo', type=int, choices=range(5, 10))
>>> parser.parse_args(['7'])
Namespace(foo=7)
>>> parser.parse_args(['11'])
usage: PROG [-h] {5,6,7,8,9}
PROG: error: argument foo: invalid choice: 11 (choose from 5, 6, 7, 8, 9)
```

Voir le chapitre *choices* pour plus de détails.

Le paramètre *choices*

Certains arguments de la ligne de commande doivent être choisis parmi un ensemble fermé de valeurs. Ceux-ci peuvent être gérés en passant un conteneur à l'argument nommé *choices* de la méthode *add_argument()*. Quand la ligne de commande est analysée, les valeurs de l'argument sont comparées et un message d'erreur est affiché si l'argument n'est pas parmi les valeurs acceptables :

```
>>> parser = argparse.ArgumentParser(prog='game.py')
>>> parser.add_argument('move', choices=['rock', 'paper', 'scissors'])
>>> parser.parse_args(['rock'])
Namespace(move='rock')
>>> parser.parse_args(['fire'])
usage: game.py [-h] {rock,paper,scissors}
game.py: error: argument move: invalid choice: 'fire' (choose from 'rock',
'paper', 'scissors')
```

Prenez note que le test d'inclusion dans le conteur *choices* est fait après la conversion de *type*. Le type des objets dans le conteneur *choices* doivent donc correspondre au *type* spécifié :

```
>>> parser = argparse.ArgumentParser(prog='doors.py')
>>> parser.add_argument('door', type=int, choices=range(1, 4))
>>> print(parser.parse_args(['3']))
Namespace(door=3)
>>> parser.parse_args(['4'])
usage: doors.py [-h] {1,2,3}
doors.py: error: argument door: invalid choice: 4 (choose from 1, 2, 3)
```

Any object that supports the `in` operator can be passed as the *choices* value, so *dict* objects, *set* objects, custom containers, etc. are all supported.

Le paramètre *required*

En général, le module *argparse* prend pour acquis que les drapeaux comme `-f` et `--bar` annoncent un argument *optionnel* qui peut toujours être omis de la ligne de commande. Pour rendre une option *obligatoire*, `True` peut être passé à l'argument nommé `required=` d'*add_argument()* :

```
>>> parser = argparse.ArgumentParser()
>>> parser.add_argument('--foo', required=True)
>>> parser.parse_args(['--foo', 'BAR'])
Namespace(foo='BAR')
>>> parser.parse_args([])
usage: argparse.py [-h] [--foo FOO]
argparse.py: error: option --foo is required
```

Tel qu'illustré' dans l'exemple, quand l'option est marquée comme `required`, *parse_args()* mentionne une erreur si l'option est absente de la ligne de commande.

Note : En général, les options obligatoires manifestent un style boiteux, car les utilisateurs s'attendent que les *options* soient *optionnelles*. Elles devraient donc être évitées si possible.

Le paramètre *help*

La valeur de `help` est une chaîne qui contient une brève description de l'argument. Quand un utilisateur demande de l'aide (en général par l'utilisation de `-h` ou `--help` sur la ligne de commande), ces descriptions d'aide seront affichées pour chacun des arguments :

```
>>> parser = argparse.ArgumentParser(prog='frobble')
>>> parser.add_argument('--foo', action='store_true',
...                     help='foo the bars before frobbling')
>>> parser.add_argument('bar', nargs='+',
...                     help='one of the bars to be frobbled')
>>> parser.parse_args(['-h'])
usage: frobble [-h] [--foo] bar [bar ...]

positional arguments:
 bar     one of the bars to be frobbled

optional arguments:
 -h, --help  show this help message and exit
 --foo   foo the bars before frobbling
```

La chaîne `help` peut contenir des spécificateurs de formatage afin d'éviter la répétition de contenu tel que le nom du programme et la valeur par défaut de l'argument (voir *default*). Les spécificateurs de formatage disponibles incluent entre autres le nom du programme, `%(prog)s`, et la plupart des arguments nommés d'*`add_argument()`*, tels que `%(default)s`, `%(type)s`, etc. :

```
>>> parser = argparse.ArgumentParser(prog='frobble')
>>> parser.add_argument('bar', nargs='?', type=int, default=42,
...                     help='the bar to %(prog)s (default: %(default)s)')
>>> parser.print_help()
usage: frobble [-h] [bar]

positional arguments:
 bar     the bar to frobble (default: 42)

optional arguments:
 -h, --help  show this help message and exit
```

Comme la chaîne d'aide utilise le caractère `%` pour le formatage, si vous désirez afficher un `%` littéral dans la chaîne d'aide, vous devez en faire l'échappement avec `%%`.

`argparse` peut supprimer la rubrique d'aide de certaines options. Pour ce faire, passez `argparse.SUPPRESS` à `help` :

```
>>> parser = argparse.ArgumentParser(prog='frobble')
>>> parser.add_argument('--foo', help=argparse.SUPPRESS)
>>> parser.print_help()
usage: frobble [-h]

optional arguments:
  -h, --help  show this help message and exit
```

Le paramètre *metavar*

Quand un objet *ArgumentParser* construit le message d'aide, il doit pouvoir faire référence à chacun des arguments attendus. Par défaut, les objets ArgumentParser utilisent la valeur de *dest* pour le nom de chaque objet. Par défaut, la valeur de *dest* est utilisée telle quelle pour les actions d'arguments positionnels et elle (*dest*) est convertie en majuscules pour les actions d'arguments optionnels. Ainsi, un argument positionnel unique avec dest='bar' sera affiché comme bar et un argument positionnel unique --foo qui prend un seul argument sur la ligne de commande sera affiché comme FOO. Par exemple :

```
>>> parser = argparse.ArgumentParser()
>>> parser.add_argument('--foo')
>>> parser.add_argument('bar')
>>> parser.parse_args('X --foo Y'.split())
Namespace(bar='X', foo='Y')
>>> parser.print_help()
usage:  [-h] [--foo FOO] bar

positional arguments:
 bar

optional arguments:
 -h, --help  show this help message and exit
 --foo FOO
```

Un nom alternatif peut être fourni à metavar :

```
>>> parser = argparse.ArgumentParser()
>>> parser.add_argument('--foo', metavar='YYY')
>>> parser.add_argument('bar', metavar='XXX')
>>> parser.parse_args('X --foo Y'.split())
Namespace(bar='X', foo='Y')
>>> parser.print_help()
usage:  [-h] [--foo YYY] XXX

positional arguments:
 XXX

optional arguments:
 -h, --help  show this help message and exit
 --foo YYY
```

Prenez note que metavar ne change que le nom *affiché*. Le nom de l'attribut ajouté à l'objet renvoyé par *parse_args()* est toujours déterminé par la valeur de *dest*.

Certaines valeurs de nargs peuvent provoquer l'affichage de metavar plus d'une fois. Passer un n-uplet à metavar indique les différents noms à afficher pour chacun des arguments :

```
>>> parser = argparse.ArgumentParser(prog='PROG')
>>> parser.add_argument('-x', nargs=2)
>>> parser.add_argument('--foo', nargs=2, metavar=('bar', 'baz'))
>>> parser.print_help()
usage: PROG [-h] [-x X X] [--foo bar baz]

optional arguments:
 -h, --help     show this help message and exit
 -x X X
 --foo bar baz
```

Le paramètre *dest*

La plupart des actions d'*ArgumentParser* ajoutent une valeur dans un attribut de l'objet renvoyé par *parse_args()*. Le nom de l'attribut est déterminé par l'argument nommé dest d'*add_argument()*. Pour les arguments positionnels, dest est généralement le premier argument d'*add_argument()* :

```
>>> parser = argparse.ArgumentParser()
>>> parser.add_argument('bar')
>>> parser.parse_args(['XXX'])
Namespace(bar='XXX')
```

Pour les actions d'arguments optionnels, la valeur de dest est généralement inférée à partir des chaînes d'option. *ArgumentParser* génère la valeur de dest en prenant la première chaîne d'option longue et en retirant le préfixe --. Si une chaîne d'option longue n'est pas fournie, dest sera dérivée de la première chaîne d'option courte sans le préfixe -. Tous les - subséquents seront convertis en _ pour s'assurer que le chaîne est un nom d'attribut valide. Les exemples suivants illustrent ce comportement :

```
>>> parser = argparse.ArgumentParser()
>>> parser.add_argument('-f', '--foo-bar', '--foo')
>>> parser.add_argument('-x', '-y')
>>> parser.parse_args('-f 1 -x 2'.split())
Namespace(foo_bar='1', x='2')
>>> parser.parse_args('--foo 1 -y 2'.split())
Namespace(foo_bar='1', x='2')
```

dest vous permet de fournir un nom d'attribut personnalisé :

```
>>> parser = argparse.ArgumentParser()
>>> parser.add_argument('--foo', dest='bar')
>>> parser.parse_args('--foo XXX'.split())
Namespace(bar='XXX')
```

Classes Action

Les classes Action implémentent l'API Action, un appelable qui retourne un appelable qui traite les arguments de la ligne de commande. Tout objet qui suit cette API peut être passé comme paramètre action d'add_argument().

class argparse.**Action**(*option_strings*, *dest*, *nargs=None*, *const=None*, *default=None*, *type=None*, *choices=None*, *required=False*, *help=None*, *metavar=None*)

Les objets Action sont utilisés par un ArgumentParser pour représenter l'information nécessaire à l'analyse d'un seul argument à partir d'une ou plusieurs chaînes de la ligne de commande. La classe Action doit accepter les deux arguments positionnels d'*ArgumentParser.add_argument()* ainsi que tous ses arguments nommés, sauf action.

Les instances d'Action (ou la valeur de retour de l'appelable passé au paramètre action) doivent définir les attributs nécessaires : *dest*, *option_strings*, *default*, *type*, *required*, *help*, etc. La façon la plus simple de s'assurer que ces attributs sont définis est d'appeler Action.__init__.

Les instances d'Action doivent être appelables et donc les sous-classes doivent surcharger la méthode __call__. Cette méthode doit accepter quatre paramètres :

- parser – L'objet ArgumentParser qui contient cette action.
- namespace – L'objet *Namespace* qui sera renvoyé par *parse_args()*. La majorité des actions ajoutent un attribut à cet objet avec *setattr()*.
- values – Les arguments de la ligne de commande associés à l'action après les avoir soumis à la conversion de type. Les conversions de types sont spécifiées grâce à l'argument nommé *type* d'*add_argument()*.
- option_string – La chaîne d'option utilisée pour invoquer cette action. L'argument option_string est optionnel et est absent si l'action est associée à un argument positionnel.

La méthode __call__ peut réaliser un traitement arbitraire, mais en général elle affect des attributs sur namespace en fonction de dest et de values.

16.4.4 La méthode *parse_args()*

ArgumentParser.**parse_args**(*args=None*, *namespace=None*)

Convertie les chaînes d'arguments en objets et les assigne comme attributs de l'objet `namespace`. Retourne l'objet `namespace` rempli.

Les appels à *add_argument()* qui ont été faits déterminent exactement quels objets sont créés et comment ils sont affectés. Consultez la rubrique d'*add_argument()* pour les détails.

— *args* – Liste de chaînes à analyser. La valeur par défaut est récupérée dans : *sys.argv*.

— *namespace* – Un objet pour recevoir les attributs. Par défaut : une nouvelle instance (vide) de *Namespace*.

Syntaxe de la valeur des options

La méthode *parse_args()* offre plusieurs façons d'indiquer la valeur d'une option si elle en prend une. Dans le cas le plus simple, l'option et sa valeur sont passées en tant que deux arguments distincts :

```
>>> parser = argparse.ArgumentParser(prog='PROG')
>>> parser.add_argument('-x')
>>> parser.add_argument('--foo')
>>> parser.parse_args(['-x', 'X'])
Namespace(foo=None, x='X')
>>> parser.parse_args(['--foo', 'FOO'])
Namespace(foo='FOO', x=None)
```

Pour les options longues (les options qui ont un nom plus long qu'un seul caractère), l'option et sa valeur peuvent être passées comme un seul argument de la ligne de commande en utilisant = comme séparateur :

```
>>> parser.parse_args(['--foo=FOO'])
Namespace(foo='FOO', x=None)
```

Pour les options courtes (les options qui utilisent un seul caractère), l'option et sa valeur peuvent être concaténées :

```
>>> parser.parse_args(['-xX'])
Namespace(foo=None, x='X')
```

Plusieurs options courtes peuvent être groupées ensemble après un seul préfixe - pour autant que seule la dernière (ou aucune) nécessite une valeur :

```
>>> parser = argparse.ArgumentParser(prog='PROG')
>>> parser.add_argument('-x', action='store_true')
>>> parser.add_argument('-y', action='store_true')
>>> parser.add_argument('-z')
>>> parser.parse_args(['-xyzZ'])
Namespace(x=True, y=True, z='Z')
```

Arguments invalides

Quand elle fait l'analyse de la ligne de commande, la méthode *parse_args()* vérifie plusieurs erreurs possibles : entre autres, options ambigües, types invalides, options invalides, nombre incorrect d'arguments positionnels, etc. Quand une erreur est rencontrée, elle affiche l'erreur accompagnée du message d'aide puis termine l'exécution :

```
>>> parser = argparse.ArgumentParser(prog='PROG')
>>> parser.add_argument('--foo', type=int)
>>> parser.add_argument('bar', nargs='?')

>>> # invalid type
>>> parser.parse_args(['--foo', 'spam'])
usage: PROG [-h] [--foo FOO] [bar]
PROG: error: argument --foo: invalid int value: 'spam'
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
>>> # invalid option
>>> parser.parse_args(['--bar'])
usage: PROG [-h] [--foo FOO] [bar]
PROG: error: no such option: --bar

>>> # wrong number of arguments
>>> parser.parse_args(['spam', 'badger'])
usage: PROG [-h] [--foo FOO] [bar]
PROG: error: extra arguments found: badger
```

Arguments contenant –

La méthode *parse_args()* tente de signaler une erreur quand l'utilisateur s'est clairement trompé. Par contre, certaines situations sont intrinsèquement ambigües. Par exemple, l'argument de la ligne de commande `-1` peut aussi bien être une tentative de spécifier une option qu'une tentative de passer un argument positionnel. La méthode *parse_args()* est prudente : les arguments positionnels ne peuvent commencer par - que s'ils ont l'apparence d'un nombre négatif et que l'analyseur ne contient aucune option qui a l'apparence d'un nombre négatif :

```
>>> parser = argparse.ArgumentParser(prog='PROG')
>>> parser.add_argument('-x')
>>> parser.add_argument('foo', nargs='?')

>>> # no negative number options, so -1 is a positional argument
>>> parser.parse_args(['-x', '-1'])
Namespace(foo=None, x='-1')

>>> # no negative number options, so -1 and -5 are positional arguments
>>> parser.parse_args(['-x', '-1', '-5'])
Namespace(foo='-5', x='-1')

>>> parser = argparse.ArgumentParser(prog='PROG')
>>> parser.add_argument('-1', dest='one')
>>> parser.add_argument('foo', nargs='?')

>>> # negative number options present, so -1 is an option
>>> parser.parse_args(['-1', 'X'])
Namespace(foo=None, one='X')

>>> # negative number options present, so -2 is an option
>>> parser.parse_args(['-2'])
usage: PROG [-h] [-1 ONE] [foo]
PROG: error: no such option: -2

>>> # negative number options present, so both -1s are options
>>> parser.parse_args(['-1', '-1'])
usage: PROG [-h] [-1 ONE] [foo]
PROG: error: argument -1: expected one argument
```

Si l'utilisateur a des arguments positionnels qui commencent par - et qui n'ont pas l'apparence d'un nombre négatif, il peut insérer le pseudo-argument `'--'` qui indique à *parse_args()* de traiter tout ce qui suit comme un argument positionnel :

```
>>> parser.parse_args(['--', '-f'])
Namespace(foo='-f', one=None)
```

Arguments abrégés (Par comparaison de leurs préfixes)

Par défaut, la méthode *parse_args()* accepte que les options longues soient *abrégées* par un préfixe pour autant que l'abréviation soit non-ambigüe, c'est-à-dire qu'elle ne corresponde qu'à une seule option :

```
>>> parser = argparse.ArgumentParser(prog='PROG')
>>> parser.add_argument('-bacon')
>>> parser.add_argument('-badger')
>>> parser.parse_args('-bac MMM'.split())
Namespace(bacon='MMM', badger=None)
>>> parser.parse_args('-bad WOOD'.split())
Namespace(bacon=None, badger='WOOD')
>>> parser.parse_args('-ba BA'.split())
usage: PROG [-h] [-bacon BACON] [-badger BADGER]
PROG: error: ambiguous option: -ba could match -badger, -bacon
```

Une erreur est générée pour les arguments qui peuvent produire plus d'une option. Ce comportement peut être désactivé en passant `False` à *Le paramètre allow_abbrev*.

Au-delà de `sys.argv`

Il est parfois désirable de demander à un objet `ArgumentParser` de faire l'analyse d'arguments autres que ceux de *sys.argv*. On peut faire ce traitement en passant une liste de chaînes à *parse_args()*. Cette approche est pratique pour faire des tests depuis l'invite de commande :

```
>>> parser = argparse.ArgumentParser()
>>> parser.add_argument(
...     'integers', metavar='int', type=int, choices=range(10),
...     nargs='+', help='an integer in the range 0..9')
>>> parser.add_argument(
...     '--sum', dest='accumulate', action='store_const', const=sum,
...     default=max, help='sum the integers (default: find the max)')
>>> parser.parse_args(['1', '2', '3', '4'])
Namespace(accumulate=<built-in function max>, integers=[1, 2, 3, 4])
>>> parser.parse_args(['1', '2', '3', '4', '--sum'])
Namespace(accumulate=<built-in function sum>, integers=[1, 2, 3, 4])
```

L'objet namespace

class argparse.**Namespace**

Classe rudimentaire qui est utilisé par défaut par *parse_args()* pour créer un objet qui stock les attributs. Cet objet est renvoyé par `ArgumentParser.parse_args`.

Cette classe est délibérément rudimentaire : une sous-classe d'*object* avec une représentation textuelle intelligible. Si vous préférez une vue *dict-compatible*, vous devez utiliser *vars()* (un idiome Python classique) :

```
>>> parser = argparse.ArgumentParser()
>>> parser.add_argument('--foo')
>>> args = parser.parse_args(['--foo', 'BAR'])
>>> vars(args)
{'foo': 'BAR'}
```

Il est parfois utile de demander à *ArgumentParser* de faire l'affectation des attributs sur un objet existant plutôt que de faire la création d'un nouvel objet *Namespace*. Ceci peut être réalisé avec l'argument nommé `namespace=` :

```
>>> class C:
...     pass
...
>>> c = C()
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
>>> parser = argparse.ArgumentParser()
>>> parser.add_argument('--foo')
>>> parser.parse_args(args=['--foo', 'BAR'], namespace=c)
>>> c.foo
'BAR'
```

16.4.5 Autres outils

Sous commandes

ArgumentParser.**add_subparsers**([*title*][, *description*][, *prog*][, *parser_class*][, *action*][, *option_string*][, *dest*][, *required*][, *help*][, *metavar*])

Certains programmes divisent leurs fonctionnalités entre un nombre de sous-commandes. Par exemple : le programme `svn` peut être invoqué comme `svn checkout`, `svn update` et `svn commit`. Séparer les fonctionnalités de cette façon est judicieux quand le programme effectue plusieurs fonctions différentes qui requièrent différents types de lignes de commandes. *`ArgumentParser`* prend en charge la création de ce genre de sous-commandes grâce à la méthode *`add_subparsers()`*. La méthode *`add_subparsers()`* est généralement appelée sans argument et elle renvoie un objet `Action` spécial. Cet objet possède une seule méthode, `add_parser()`, qui prend le nom d'une commande et n'importe quels arguments du constructeur d'*`ArgumentParser`*; elle renvoie un objet *`ArgumentParser`* qui peut être modifié normalement.

Description des paramètres

— `title` – titre du groupe de ce sous-analyseur dans la sortie d'aide; par défaut : `"subcommands"` si `description` est fournie, sinon utilise la valeur de `title` de la section sur les arguments positionnels;
— `description` – description du groupe de ce sous-analyseur dans la sortie d'aide; par défaut : `None`;
— `prog` – nom du programme dans le message d'utilisation de l'aide des sous-commandes; par défaut : le nom du programme et les arguments positionnels qui arrivent avant l'argument de ce sous-analyseur;
— `parser_class` – classe utilisée pour créer les instances de sous-analyseurs; par défaut : la classe de l'analyseur courant (par exemple `ArgumentParser`);
— *action* – action à entreprendre quand cet argument est reconnu sur la ligne de commande;
— *dest* – nom de l'attribut sous lequel la sous-commande est stockée; par défaut : `None` et aucune valeur n'est stockée;
— *required* - Whether or not a subcommand must be provided, by default `False` (added in 3.7)
— *help* – message d'aide pour le groupe du sous-analyseur dans la sortie d'aide; par défaut : `None`;
— *metavar* – chaîne qui représente les sous-commandes disponibles dans les messages d'aide; par défaut : `None`, ce qui entraine la génération d'une chaîne suivant le format `'{cmd1, cmd2, ...}'`.

Quelques exemples d'utilisation :

```
>>> # create the top-level parser
>>> parser = argparse.ArgumentParser(prog='PROG')
>>> parser.add_argument('--foo', action='store_true', help='foo help')
>>> subparsers = parser.add_subparsers(help='sub-command help')
>>>
>>> # create the parser for the "a" command
>>> parser_a = subparsers.add_parser('a', help='a help')
>>> parser_a.add_argument('bar', type=int, help='bar help')
>>>
>>> # create the parser for the "b" command
>>> parser_b = subparsers.add_parser('b', help='b help')
>>> parser_b.add_argument('--baz', choices='XYZ', help='baz help')
>>>
>>> # parse some argument lists
>>> parser.parse_args(['a', '12'])
Namespace(bar=12, foo=False)
>>> parser.parse_args(['--foo', 'b', '--baz', 'Z'])
Namespace(baz='Z', foo=True)
```

Prenez note que l'objet renvoyé par *`parse_args()`* ne contient que les attributs reconnus par l'analyseur principal et le sous-analyseur sélectionné par la ligne de commande. Les autres sous-analyseurs n'ont pas d'in-

fluence sur l'objet renvoyé. Ainsi dans l'exemple précédent, quand la commande `a` est spécifiée, seuls les attributs `foo` et `bar` sont présents ; quand la commande `b` est spécifiée, seuls les attributs `foo` et `baz` sont présents.

De même, quand le message d'aide est demandé depuis l'un des sous-analyseurs, seul le message d'aide de cet analyseur est affiché. Le message d'aide n'inclut pas le message de l'analyseur parent ni celui des sous-analyseurs au même niveau. Il est toutefois possible de fournir un message d'aide pour chacun des sous-analyseurs grâce à l'argument `help=` d'`add_parser()` tel qu'illustré ci-dessus.

```
>>> parser.parse_args(['--help'])
usage: PROG [-h] [--foo] {a,b} ...

positional arguments:
  {a,b}   sub-command help
    a     a help
    b     b help

optional arguments:
  -h, --help  show this help message and exit
  --foo   foo help

>>> parser.parse_args(['a', '--help'])
usage: PROG a [-h] bar

positional arguments:
  bar     bar help

optional arguments:
  -h, --help  show this help message and exit

>>> parser.parse_args(['b', '--help'])
usage: PROG b [-h] [--baz {X,Y,Z}]

optional arguments:
  -h, --help     show this help message and exit
  --baz {X,Y,Z}  baz help
```

La méthode *`add_subparsers()`* accepte les arguments nommés `title` et `description`. Quand au moins l'un des deux est présent, les commandes du sous-analyseur sont affichées dans leur propre groupe dans la sortie d'aide. Par exemple :

```
>>> parser = argparse.ArgumentParser()
>>> subparsers = parser.add_subparsers(title='subcommands',
...                                    description='valid subcommands',
...                                    help='additional help')
>>> subparsers.add_parser('foo')
>>> subparsers.add_parser('bar')
>>> parser.parse_args(['-h'])
usage:  [-h] {foo,bar} ...

optional arguments:
  -h, --help  show this help message and exit

subcommands:
  valid subcommands

  {foo,bar}   additional help
```

De plus, `add_parser` accepte l'argument additionnel `aliases` qui permet à plusieurs chaînes de faire référence au même sous-analyseur. L'exemple suivant, à la manière de `svn`, utilise `co` comme une abréviation de `checkout` :

```
>>> parser = argparse.ArgumentParser()
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
>>> subparsers = parser.add_subparsers()
>>> checkout = subparsers.add_parser('checkout', aliases=['co'])
>>> checkout.add_argument('foo')
>>> parser.parse_args(['co', 'bar'])
Namespace(foo='bar')
```

Une façon efficace de traiter les sous-commandes est de combiner l'utilisation de la méthode *add_subparsers()* avec des appels à *set_defaults()* pour que chaque sous-analyseur sache quelle fonction Python doit être exécutée. Par exemple :

```
>>> # sub-command functions
>>> def foo(args):
...     print(args.x * args.y)
...
>>> def bar(args):
...     print('((%s))' % args.z)
...
>>> # create the top-level parser
>>> parser = argparse.ArgumentParser()
>>> subparsers = parser.add_subparsers()
>>>
>>> # create the parser for the "foo" command
>>> parser_foo = subparsers.add_parser('foo')
>>> parser_foo.add_argument('-x', type=int, default=1)
>>> parser_foo.add_argument('y', type=float)
>>> parser_foo.set_defaults(func=foo)
>>>
>>> # create the parser for the "bar" command
>>> parser_bar = subparsers.add_parser('bar')
>>> parser_bar.add_argument('z')
>>> parser_bar.set_defaults(func=bar)
>>>
>>> # parse the args and call whatever function was selected
>>> args = parser.parse_args('foo 1 -x 2'.split())
>>> args.func(args)
2.0
>>>
>>> # parse the args and call whatever function was selected
>>> args = parser.parse_args('bar XYZYX'.split())
>>> args.func(args)
((XYZYX))
```

Ainsi, vous pouvez laisser à *parse_args()* la responsabilité de faire l'appel à la bonne fonction après avoir analysé les arguments. Associer fonctions et actions est en général la façon la plus facile de gérer des actions différentes pour chacun de vos sous-analyseurs. Par contre, si vous avez besoin de consulter le nom de du sous-analyseur qui a été invoqué, vous pouvez utiliser l'argument nommé `dest` d'*add_subparsers()* :

```
>>> parser = argparse.ArgumentParser()
>>> subparsers = parser.add_subparsers(dest='subparser_name')
>>> subparser1 = subparsers.add_parser('1')
>>> subparser1.add_argument('-x')
>>> subparser2 = subparsers.add_parser('2')
>>> subparser2.add_argument('y')
>>> parser.parse_args(['2', 'frobble'])
Namespace(subparser_name='2', y='frobble')
```

Modifié dans la version 3.7 : New *required* keyword argument.

Objets `FileType`

class argparse.**FileType**(*mode='r'*, *bufsize=-1*, *encoding=None*, *errors=None*)

Le type fabrique *FileType* crée des objets qui peuvent être passés à l'argument `type` d'*ArgumentParser.add_argument()*. Les arguments qui ont comme `type` un objet *FileType* ouvrent les arguments de la ligne de commande en tant que fichiers avec les options spécifiées : mode, taille du tampon, encodage et gestion des erreurs (voir la fonction *open()* pour plus de détails) :

```
>>> parser = argparse.ArgumentParser()
>>> parser.add_argument('--raw', type=argparse.FileType('wb', 0))
>>> parser.add_argument('out', type=argparse.FileType('w', encoding='UTF-8'))
>>> parser.parse_args(['--raw', 'raw.dat', 'file.txt'])
Namespace(out=<_io.TextIOWrapper name='file.txt' mode='w' encoding='UTF-8'>,␣
↪raw=<_io.FileIO name='raw.dat' mode='wb'>)
```

Les objets `FileType` reconnaissent le pseudo-argument `'-'` et en font automatiquement la conversion vers `sys.stdin` pour les objets *FileType* ouverts en lecture et vers `sys.stdout` pour les objets *FileType* ouverts en écriture :

```
>>> parser = argparse.ArgumentParser()
>>> parser.add_argument('infile', type=argparse.FileType('r'))
>>> parser.parse_args(['-'])
Namespace(infile=<_io.TextIOWrapper name='<stdin>' encoding='UTF-8'>)
```

Nouveau dans la version 3.4 : Les arguments nommés `encodings` et `errors`.

Groupes d'arguments

ArgumentParser.**add_argument_group**(*title=None*, *description=None*)

Par défaut, *ArgumentParser* sépare les arguments de la ligne de commande entre les groupes « arguments positionnels » et « arguments optionnels » au moment d'afficher les messages d'aide. S'il existe un meilleur regroupement conceptuel des arguments, les groupes adéquats peuvent être créés avec la méthode *add_argument_group()* :

```
>>> parser = argparse.ArgumentParser(prog='PROG', add_help=False)
>>> group = parser.add_argument_group('group')
>>> group.add_argument('--foo', help='foo help')
>>> group.add_argument('bar', help='bar help')
>>> parser.print_help()
usage: PROG [--foo FOO] bar

group:
  bar    bar help
  --foo FOO  foo help
```

La méthode *add_argument_group()* renvoie un objet représentant le groupe d'arguments. Cet objet possède une méthode *add_argument()* semblable à celle d'*ArgumentParser*. Quand un argument est ajouté au groupe, l'analyseur le traite comme un argument normal, mais il affiche le nouvel argument dans un groupe séparé dans les messages d'aide. Afin de personnaliser l'affichage, la méthode *add_argument_group()* accepte les arguments `title` et `description` :

```
>>> parser = argparse.ArgumentParser(prog='PROG', add_help=False)
>>> group1 = parser.add_argument_group('group1', 'group1 description')
>>> group1.add_argument('foo', help='foo help')
>>> group2 = parser.add_argument_group('group2', 'group2 description')
>>> group2.add_argument('--bar', help='bar help')
>>> parser.print_help()
usage: PROG [--bar BAR] foo

group1:
  group1 description
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
  foo    foo help

group2:
  group2 description

  --bar BAR  bar help
```

Prenez note que tout argument qui n'est pas dans l'un de vos groupes est affiché dans l'une des sections usuelles *positional arguments* et *optional arguments*.

Exclusion mutuelle

`ArgumentParser.`**`add_mutually_exclusive_group`**`(`*required=False*`)`

Crée un groupe mutuellement exclusif. Le module *argparse* vérifie qu'au plus un des arguments du groupe mutuellement exclusif est présent sur la ligne de commande :

```
>>> parser = argparse.ArgumentParser(prog='PROG')
>>> group = parser.add_mutually_exclusive_group()
>>> group.add_argument('--foo', action='store_true')
>>> group.add_argument('--bar', action='store_false')
>>> parser.parse_args(['--foo'])
Namespace(bar=True, foo=True)
>>> parser.parse_args(['--bar'])
Namespace(bar=False, foo=False)
>>> parser.parse_args(['--foo', '--bar'])
usage: PROG [-h] [--foo | --bar]
PROG: error: argument --bar: not allowed with argument --foo
```

La méthode *add_mutually_exclusive_group()* accepte aussi l'argument `required` pour indiquer qu'au moins un des arguments mutuellement exclusifs est nécessaire :

```
>>> parser = argparse.ArgumentParser(prog='PROG')
>>> group = parser.add_mutually_exclusive_group(required=True)
>>> group.add_argument('--foo', action='store_true')
>>> group.add_argument('--bar', action='store_false')
>>> parser.parse_args([])
usage: PROG [-h] (--foo | --bar)
PROG: error: one of the arguments --foo --bar is required
```

Prenez note que présentement les groupes d'arguments mutuellement exclusifs n'acceptent pas les arguments `title` et `description` d'*add_argument_group()*.

Valeurs par défaut de l'analyseur

`ArgumentParser.`**`set_defaults`**`(`***kwargs*`)`

Dans la majorité des cas, les attributs de l'objet renvoyé par *parse_args()* sont entièrement définis par l'inspection des arguments de la ligne de commande et par les actions des arguments. La méthode *set_defaults()* permet l'ajout d'attributs additionnels qui sont définis sans nécessiter l'inspection de la ligne de commande :

```
>>> parser = argparse.ArgumentParser()
>>> parser.add_argument('foo', type=int)
>>> parser.set_defaults(bar=42, baz='badger')
>>> parser.parse_args(['736'])
Namespace(bar=42, baz='badger', foo=736)
```

Prenez note que les valeurs par défaut au niveau de l'analyseur ont précédence sur les valeurs par défaut au niveau de l'argument :

```
>>> parser = argparse.ArgumentParser()
>>> parser.add_argument('--foo', default='bar')
>>> parser.set_defaults(foo='spam')
>>> parser.parse_args([])
Namespace(foo='spam')
```

Les valeurs par défaut au niveau de l'analyseur sont particulièrement utiles quand on travaille avec plusieurs analyseurs. Voir la méthode *add_subparsers()* pour un exemple de cette utilisation.

ArgumentParser.**get_default**(*dest*)
Renvoie la valeur par défaut d'un attribut de l'objet Namespace tel qu'il a été défini soit par *add_argument()* ou par *set_defaults()* :

```
>>> parser = argparse.ArgumentParser()
>>> parser.add_argument('--foo', default='badger')
>>> parser.get_default('foo')
'badger'
```

Afficher l'aide

Pour la majorité des applications, *parse_args()* se charge du formatage et de l'affichage des messages d'erreur et d'utilisation. Plusieurs méthodes de formatage sont toutefois disponibles :

ArgumentParser.**print_usage**(*file=None*)
Affiche une brève description sur la façon d'invoquer l'*ArgumentParser* depuis la ligne de commande. Si file est None, utilise *sys.stdout*.

ArgumentParser.**print_help**(*file=None*)
Affiche un message d'aide qui inclut l'utilisation du programme et l'information sur les arguments répertoriés dans l'*ArgumentParser*. Si file est None, utilise *sys.stdout*.

Des variantes de ces méthodes sont fournies pour renvoyer la chaîne plutôt que de l'afficher :

ArgumentParser.**format_usage**()
Renvoie une chaîne contenant une brève description sur la façon d'invoquer l'*ArgumentParser* depuis la ligne de commande.

ArgumentParser.**format_help**()
Renvoie une chaîne représentant un message d'aide qui inclut des informations sur l'utilisation du programme et sur les arguments définis dans l'*ArgumentParser*.

Parsing partiel

ArgumentParser.**parse_known_args**(*args=None*, *namespace=None*)

Parfois, un script n'analyse que de quelques-uns des arguments de la ligne de commande avant de passer les arguments non-traités à un autre script ou un autre programme. La méthode *parse_known_args()* est utile dans ces cas. Elle fonctionne similairement à *parse_args()*, mais elle ne lève pas d'erreur quand des arguments non-reconnus sont présents. Au lieu, elle renvoie une paire de valeurs : l'objet Namespace rempli et la liste des arguments non-traités.

```
>>> parser = argparse.ArgumentParser()
>>> parser.add_argument('--foo', action='store_true')
>>> parser.add_argument('bar')
>>> parser.parse_known_args(['--foo', '--badger', 'BAR', 'spam'])
(Namespace(bar='BAR', foo=True), ['--badger', 'spam'])
```

Avertissement : Les règles d'*acceptation des abréviations* sont applicables à `parse_known_args()`. L'analyseur peut ainsi capturer une option même si elle n'est que le préfixe d'une option reconnue plutôt que de la laisser dans la liste des arguments non-traités.

Personnaliser le *parsing* de fichiers

`ArgumentParser.`**`convert_arg_line_to_args`**(*arg_line*)

Les arguments qui proviennent d'un fichier sont lus un par ligne. La méthode *`convert_arg_line_to_args()`* peut être surchargée pour accomplir un traitement plus élaboré. Voir aussi l'argument nommé `fromfile_prefix_chars` du constructeur d'*`ArgumentParser`*.

La méthode `convert_arg_line_to_args` accepte un seul argument, `arg_line`, qui est une chaîne lue dans le fichier d'arguments. Elle renvoie une liste d'arguments analysés dans cette chaîne. La méthode est appelée une fois pour chaque ligne lue du fichier d'arguments. L'ordre est préservé.

Une surcharge utile de cette méthode est de permettre à chaque mot délimité par des espaces d'être traité comme un argument. L'exemple suivant illustre comment réaliser ceci :

```
class MyArgumentParser(argparse.ArgumentParser):
    def convert_arg_line_to_args(self, arg_line):
        return arg_line.split()
```

Méthodes d'interruptions

`ArgumentParser.`**`exit`**(*status=0*, *message=None*)

This method terminates the program, exiting with the specified *status* and, if given, it prints a *message* before that.

`ArgumentParser.`**`error`**(*message*)

Cette méthode affiche un message d'utilisation qui inclut la chaîne `message` sur la sortie d'erreur standard puis termine l'exécution avec le code de fin d'exécution 2.

Analyse entremêlée

`ArgumentParser.`**`parse_intermixed_args`**(*args=None*, *namespace=None*)

`ArgumentParser.`**`parse_known_intermixed_args`**(*args=None*, *namespace=None*)

De nombreuses commandes Unix permettent à l'utilisateur d'entremêler les arguments optionnels et les arguments positionnels. Les méthodes *`parse_intermixed_args()`* et *`parse_known_intermixed_args()`* permettent ce style d'analyse.

Ces analyseurs n'offrent pas toutes les fonctionnalités d'`argparse` et ils lèvent une exception si une fonctionnalité non prise en charge est utilisée. En particulier, les sous-analyseurs, `argparse.REMAINDER` et les groupes mutuellement exclusifs qui contiennent à la fois des arguments optionnels et des arguments positionnels ne sont pas pris en charge.

L'exemple suivant illustre la différence entre *`parse_known_args()`* et *`parse_intermixed_args()`* : le premier renvoie `['2', '3']` comme arguments non-traités alors que le second capture tous les arguments positionnels dans `rest` :

```
>>> parser = argparse.ArgumentParser()
>>> parser.add_argument('--foo')
>>> parser.add_argument('cmd')
>>> parser.add_argument('rest', nargs='*', type=int)
>>> parser.parse_known_args('doit 1 --foo bar 2 3'.split())
(Namespace(cmd='doit', foo='bar', rest=[1]), ['2', '3'])
>>> parser.parse_intermixed_args('doit 1 --foo bar 2 3'.split())
Namespace(cmd='doit', foo='bar', rest=[1, 2, 3])
```

parse_known_intermixed_args() renvoie une paire de valeurs : l'objet `Namespace` rempli et une liste de chaînes d'arguments non-traités. *parse_intermixed_args()* lève une erreur s'il reste des chaînes d'arguments non-traités.

Nouveau dans la version 3.7.

16.4.6 Mettre à jour du code `optparse`

Initialement, le module *argparse* tentait de rester compatible avec *optparse*. Hélas, il était difficile de faire des améliorations à *optparse* de façon transparente, en particulier pour les changements requis pour gérer les nouveaux spécificateurs de `nargs=` et les messages d'utilisation améliorés. Après avoir porté ou surchargé tout le code d'*optparse*, la rétro-compatibilité pouvait difficilement être conservée.

Le module *argparse* fournit plusieurs améliorations par rapport au module *optparse* de la bibliothèque standard :

— Gère les arguments positionnels.
— Prise en charge des sous commandes.
— Permet d'utiliser les alternatives + ou / comme préfixes d'option.
— Prend en charge la répétition de valeurs (zéro ou plus, un ou plus).
— Fournit des messages d'aide plus complets.
— Fournit une interface plus simple pour les types et actions personnalisés

Le portage partiel d'*optparse* à *argparse* :

— Remplacer tous les appels à *optparse.OptionParser.add_option()* par des appels à *ArgumentParser.add_argument()*.
— Remplacer `(options, args) = parser.parse_args()` par `args = parser.parse_args()` et ajouter des appels à *ArgumentParser.add_argument()* pour les arguments positionnels. Prenez note que les valeurs précédemment appelées `options` sont appelées `args` dans le contexte d'*argparse*.
— Remplacer *optparse.OptionParser.disable_interspersed_args()* en appelant *parse_intermixed_args()* plutôt que *parse_args()*.
— Remplacer les actions de rappel (*callback actions* en anglais) et les arguments nommés `callback_*` par des arguments `type` et `actions`.
— Remplacer les chaînes représentant le nom des types pour l'argument nommé `type` par les objets types correspondants (par exemple : `int`, `float`, `complex`, etc).
— Remplacer `optparse.Values` par *Namespace*; et `optparse.OptionError` et `optparse.OptionValueError` par `ArgumentError`.
— Remplacer les chaînes avec des arguments de formatage implicite (tels que `%default` ou `%prog`) par la syntaxe standard de Python pour l'interpolation d'un dictionnaire dans les chaînes de formatage (c'est-à-dire `%(default)s` et `%(prog)s`).
— Remplacer l'argument `version` du constructeur d'`OptionParser` par un appel à `parser.add_argument('--version', action='version', version='<la version>')`.

16.5 `getopt` – Analyseur de style C pour les options de ligne de commande

Code source : Lib/getopt.py

Note : Le module *getopt* est un analyseur pour les options de ligne de commande dont l'API est conçue pour être familière aux utilisateurs de la fonction C `getopt()`. Les utilisateurs qui ne connaissent pas la fonction `getopt()` ou qui aimeraient écrire moins de code, obtenir une meilleure aide et de meilleurs messages d'erreur devraient utiliser le module *argparse*.

Ce module aide les scripts à analyser les arguments de ligne de commande contenus dans `sys.argv`. Il prend en charge les mêmes conventions que la fonction UNIX `getopt()` (y compris les significations spéciales des arguments

de la forme - et --). De longues options similaires à celles prises en charge par le logiciel GNU peuvent également être utilisées via un troisième argument facultatif.

Ce module fournit deux fonctions et une exception :

getopt.**getopt**(*args*, *shortopts*, *longopts=[]*)
Analyse les options de ligne de commande et la liste des paramètres. *args* est la liste d'arguments à analyser, sans la référence principale au programme en cours d'exécution. En général, cela signifie `sys.argv[1:]` (donc que le premier argument contenant le nom du programme n'est pas dans la liste). *shortopts* est la chaîne de lettres d'options que le script doit reconnaître, avec des options qui requièrent un argument suivi d'un signe deux-points (`:`, donc le même format que la version Unix de `getopt()` utilise).

Note : Contrairement au `getopt()` GNU, après un argument n'appartenant pas à une option, aucun argument ne sera considéré comme appartenant à une option. Ceci est similaire à la façon dont les systèmes UNIX non-GNU fonctionnent.

---

longopts, si spécifié, doit être une liste de chaînes avec les noms des options longues qui doivent être prises en charge. Le premier `'--'` ne dois pas figurer dans le nom de l'option. Les options longues qui requièrent un argument doivent être suivies d'un signe égal (`'='`). Les arguments facultatifs ne sont pas pris en charge. Pour accepter uniquement les options longues, *shortopts* doit être une chaîne vide. Les options longues sur la ligne de commande peuvent être reconnues tant qu'elles fournissent un préfixe du nom de l'option qui correspond exactement à l'une des options acceptées. Par exemple, si *longopts* est `['foo', 'frob']`, l'option `--fo` correspondra à `--foo`, mais `--f` ne correspondra pas de façon unique, donc *GetoptError* sera levé.

La valeur de retour se compose de deux éléments : le premier est une liste de paires `(option, value)`, la deuxième est la liste des arguments de programme laissés après que la liste d'options est été dépouillée (il s'agit d'une tranche de fin de *args*). Chaque paire option-valeur retournée a l'option comme premier élément, préfixée avec un trait d'union pour les options courtes (par exemple, `'-x'`) ou deux tirets pour les options longues (par exemple, `'--long-option'`), et l'argument option comme deuxième élément, ou une chaîne vide si le option n'a aucun argument. Les options se trouvent dans la liste dans l'ordre dans lequel elles ont été trouvées, permettant ainsi plusieurs occurrences. Les options longues et courtes peuvent être mélangées.

getopt.**gnu_getopt**(*args*, *shortopts*, *longopts=[]*)
Cette fonction fonctionne comme *getopt()*, sauf que le mode de *scan* GNU est utilisé par défaut. Cela signifie que les arguments option et non-option peuvent être **intermixés**. La fonction *getopt()* arrête le traitement des options dès qu'un argument de non-option est rencontré.

Si le premier caractère de la chaîne d'options est +, ou si la variable d'environnement `POSIXLY_CORRECT` est définie, le traitement des options s'arrête dès qu'un argument non-option est rencontré.

exception getopt.**GetoptError**
Cette exception est levée lorsqu'une option non reconnue est trouvée dans la liste d'arguments ou lorsqu'une option nécessitant un argument n'en a pas reçu. L'argument de l'exception est une chaîne de caractères indiquant la cause de l'erreur. Pour les options longues, un argument donné à une option qui n'en exige pas un entraîne également le levage de cette exception. Les attributs `msg` et `opt` donnent le message d'erreur et l'option connexe. S'il n'existe aucune option spécifique à laquelle l'exception se rapporte, `opt` est une chaîne vide.

exception getopt.**error**
Alias pour *GetoptError*; pour la rétrocompatibilité.

Un exemple utilisant uniquement les options de style UNIX :

```
>>> import getopt
>>> args = '-a -b -cfoo -d bar a1 a2'.split()
>>> args
['-a', '-b', '-cfoo', '-d', 'bar', 'a1', 'a2']
>>> optlist, args = getopt.getopt(args, 'abc:d:')
>>> optlist
[('-a', ''), ('-b', ''), ('-c', 'foo'), ('-d', 'bar')]
>>> args
['a1', 'a2']
```

L'utilisation de noms d'options longs est tout aussi simple :

```
>>> s = '--condition=foo --testing --output-file abc.def -x a1 a2'
>>> args = s.split()
>>> args
['--condition=foo', '--testing', '--output-file', 'abc.def', '-x', 'a1', 'a2']
>>> optlist, args = getopt.getopt(args, 'x', [
...     'condition=', 'output-file=', 'testing'])
>>> optlist
[('--condition', 'foo'), ('--testing', ''), ('--output-file', 'abc.def'), ('-x', '
↪')]
>>> args
['a1', 'a2']
```

Dans un script, l'utilisation typique ressemble à ceci :

```
import getopt, sys

def main():
    try:
        opts, args = getopt.getopt(sys.argv[1:], "ho:v", ["help", "output="])
    except getopt.GetoptError as err:
        # print help information and exit:
        print(err)  # will print something like "option -a not recognized"
        usage()
        sys.exit(2)
    output = None
    verbose = False
    for o, a in opts:
        if o == "-v":
            verbose = True
        elif o in ("-h", "--help"):
            usage()
            sys.exit()
        elif o in ("-o", "--output"):
            output = a
        else:
            assert False, "unhandled option"
    # ...

if __name__ == "__main__":
    main()
```

Notez qu'une interface de ligne de commande équivalente peut être produite avec moins de code et des messages d'erreur et d'aide plus informatifs à l'aide du module *argparse* module :

```
import argparse

if __name__ == '__main__':
    parser = argparse.ArgumentParser()
    parser.add_argument('-o', '--output')
    parser.add_argument('-v', dest='verbose', action='store_true')
    args = parser.parse_args()
    # ... do something with args.output ...
    # ... do something with args.verbose ..
```

Voir aussi :

Module *argparse* Option de ligne de commande alternative et bibliothèque d'analyse d'arguments.

16.6 `logging` — Fonctionnalités de journalisation pour Python

Code source : Lib/logging/__init__.py

Important

Cette page contient les informations de référence de l'API. Pour des tutoriels et des discussions sur des sujets plus avancés, voir
- — Tutoriel basique
- — Tutoriel avancé
- — Recettes pour la journalisation

Ce module définit les fonctions et les classes qui mettent en œuvre un système flexible d'enregistrement des événements pour les applications et les bibliothèques.

Le principal avantage de l'API de journalisation fournie par un module de bibliothèque standard est que tous les modules Python peuvent participer à la journalisation, de sorte que le journal de votre application peut inclure vos propres messages intégrés aux messages de modules tiers.

Le module offre beaucoup de fonctionnalités et de flexibilité. Si vous n'êtes pas familiarisé avec la journalisation, la meilleure façon de vous y familiariser est de consulter les tutoriels (voir les liens à droite).

Les classes de base définies par le module, ainsi que leurs fonctions, sont énumérées ci-dessous.
- — Les enregistreurs (*loggers* en anglais) exposent l'interface que le code de l'application utilise directement.
- — Les gestionnaires (*handlers*) envoient les entrées de journal (créées par les *loggers*) vers les destinations voulues.
- — Les filtres (*filters*) fournissent un moyen de choisir finement quelles entrées de journal doivent être sorties.
- — Les formateurs (*formatters*) spécifient la structure de l'entrée de journal dans la sortie finale.

16.6.1 Objets Enregistreurs

Les enregistreurs ont les attributs et les méthodes suivants. Notez que les enregistreurs ne doivent *JAMAIS* être instanciés directement, mais toujours par la fonction au niveau du module `logging.getLogger(name)`. Plusieurs appels à *`getLogger()`* avec le même nom renvoient toujours une référence au même objet enregistreur.

Le nom `name` est potentiellement une valeur avec plusieurs niveaux de hiérarchie, séparés par des points, comme `truc.machin.bidule` (bien qu'il puisse aussi être simplement `truc`, par exemple). Les enregistreurs qui sont plus bas dans la liste hiérarchique sont les enfants des enregistreurs plus haut dans la liste. Par exemple, pour un enregistreur nommé `truc`, les enregistreurs portant les noms `truc.machin`, `truc.machin.bidule` et `truc.chose` sont tous des descendants de `truc`. La hiérarchie des noms d'enregistreurs est analogue à la hiérarchie des paquets Python, et est identique à celle-ci si vous organisez vos enregistreurs par module en utilisant la construction recommandée `logging.getLogger(__name__)`. C'est ainsi parce que dans un module, `__name__` est le nom du module dans l'espace de noms des paquets Python.

class logging.**Logger**

propagate

Si cet attribut est évalué comme vrai, les événements enregistrés dans cet enregistreur seront transmis aux gestionnaires des enregistreurs de niveau supérieur (parents), en plus des gestionnaires attachés à cet enregistreur. Les messages sont transmis directement aux gestionnaires des enregistreurs parents — ni le niveau ni les filtres des enregistreurs ancestraux en question ne sont pris en compte.

S'il s'évalue comme faux, les messages de journalisation ne sont pas transmis aux gestionnaires des enregistreurs parents.

Le constructeur fixe cet attribut à `True`.

Note : Si vous associez un gestionnaire à un enregistreur *et* à un ou plusieurs de ses parents, il peut émettre le même enregistrement plusieurs fois. En général, vous ne devriez pas avoir besoin d'attacher un gestionnaire à plus d'un enregistreur — si vous l'attachez simplement à l'enregistreur approprié qui est le plus haut dans la hiérarchie des enregistreurs, alors il voit tous les événements enregistrés par tous les enregistreurs descendants, à condition que leur paramètre de propagation soit laissé à `True`. Un scénario courant est d'attacher les gestionnaires uniquement à l'enregistreur racine, et de laisser la propagation s'occuper du reste.

setLevel(*level*)

Fixe le seuil de cet enregistreur au niveau *level*. Les messages de journalisation qui sont moins graves que *level* sont ignorés ; les messages qui ont une gravité égale à *level* ou plus élevée sont émis par le ou les gestionnaires de cet enregistreur, à moins que le niveau d'un gestionnaire n'ait été fixé à un niveau de gravité plus élevé que *level*.

Lorsqu'un enregistreur est créé, le niveau est fixé à `NOTSET` (ce qui entraîne le traitement de tous les messages lorsque l'enregistreur est l'enregistreur racine, ou la délégation au parent lorsque l'enregistreur est un enregistreur non racine). Notez que l'enregistreur racine est créé avec le niveau `WARNING`.

Le terme « délégation au parent » signifie que si un enregistreur a un niveau de `NOTSET`, sa chaîne d'enregistreurs parents est parcourue jusqu'à ce qu'un parent ayant un niveau autre que `NOTSET` soit trouvé, ou que la racine soit atteinte.

Si un ancêtre est trouvé avec un niveau autre que NOTSET, alors le niveau de ce parent est traité comme le niveau effectif de l'enregistreur où la recherche de l'ancêtre a commencé, et est utilisé pour déterminer comment un événement d'enregistrement est traité.

Si la racine est atteinte, et qu'elle a un niveau de NOTSET, alors tous les messages sont traités. Sinon, le niveau de la racine est utilisé comme niveau effectif.

Voir *Niveaux de journalisation* pour la liste des niveaux.

Modifié dans la version 3.2 : Le paramètre *level* accepte maintenant une représentation du niveau en chaîne de caractères (comme `'INFO'`) en alternative aux constantes entières comme `INFO`. Notez, cependant, que les niveaux sont stockés en interne sous forme d'entiers, et des méthodes telles que *`getEffectiveLevel()`* et *`isEnabledFor()`* renvoient/s'attendent à recevoir des entiers.

isEnabledFor(*level*)

Indicates if a message of severity *level* would be processed by this logger. This method checks first the module-level level set by `logging.disable(level)` and then the logger's effective level as determined by *`getEffectiveLevel()`*.

getEffectiveLevel()

Indique le niveau effectif pour cet enregistreur. Si une valeur autre que `NOTSET` a été définie en utilisant *`setLevel()`*, elle est renvoyée. Sinon, la hiérarchie est parcourue vers la racine jusqu'à ce qu'une valeur autre que `NOTSET` soit trouvée, et cette valeur est renvoyée. La valeur renvoyée est un entier, généralement l'un de `logging.DEBUG`, `logging.INFO`, etc.

getChild(*suffix*)

Renvoie un enregistreur qui est un enfant de cet enregistreur, tel que déterminé par le suffixe. Ainsi, `logging.getLogger('abc').getChild('def.ghi')` renvoie le même enregistreur que celui renvoyé par `logging.getLogger('abc.def.ghi')`. C'est une méthode de pure commodité, utile lorsque l'enregistreur parent est nommé en utilisant par exemple `__name__` plutôt qu'une chaîne de caractères littérale.

Nouveau dans la version 3.2.

debug(*msg*, **args*, ***kwargs*)

Logs a message with level `DEBUG` on this logger. The *msg* is the message format string, and the *args* are the arguments which are merged into *msg* using the string formatting operator. (Note that this means that you can use keywords in the format string, together with a single dictionary argument.)

There are three keyword arguments in *kwargs* which are inspected : *exc_info*, *stack_info*, and *extra*.

If *exc_info* does not evaluate as false, it causes exception information to be added to the logging message. If an exception tuple (in the format returned by *`sys.exc_info()`*) or an exception instance is provided, it is used ; otherwise, *`sys.exc_info()`* is called to get the exception information.

The second optional keyword argument is *stack_info*, which defaults to `False`. If true, stack information is added to the logging message, including the actual logging call. Note that this is not the same stack

information as that displayed through specifying *exc_info* : The former is stack frames from the bottom of the stack up to the logging call in the current thread, whereas the latter is information about stack frames which have been unwound, following an exception, while searching for exception handlers.

You can specify *stack_info* independently of *exc_info*, e.g. to just show how you got to a certain point in your code, even when no exceptions were raised. The stack frames are printed following a header line which says :

```
Stack (most recent call last):
```

This mimics the `Traceback (most recent call last):` which is used when displaying exception frames.

The third keyword argument is *extra* which can be used to pass a dictionary which is used to populate the __dict__ of the LogRecord created for the logging event with user-defined attributes. These custom attributes can then be used as you like. For example, they could be incorporated into logged messages. For example :

```
FORMAT = '%(asctime)-15s %(clientip)s %(user)-8s %(message)s'
logging.basicConfig(format=FORMAT)
d = {'clientip': '192.168.0.1', 'user': 'fbloggs'}
logger = logging.getLogger('tcpserver')
logger.warning('Protocol problem: %s', 'connection reset', extra=d)
```

would print something like

```
2006-02-08 22:20:02,165 192.168.0.1 fbloggs  Protocol problem: connection␣
↪reset
```

The keys in the dictionary passed in *extra* should not clash with the keys used by the logging system. (See the *Formatter* documentation for more information on which keys are used by the logging system.)

If you choose to use these attributes in logged messages, you need to exercise some care. In the above example, for instance, the *Formatter* has been set up with a format string which expects 'clientip' and 'user' in the attribute dictionary of the LogRecord. If these are missing, the message will not be logged because a string formatting exception will occur. So in this case, you always need to pass the *extra* dictionary with these keys.

While this might be annoying, this feature is intended for use in specialized circumstances, such as multi-threaded servers where the same code executes in many contexts, and interesting conditions which arise are dependent on this context (such as remote client IP address and authenticated user name, in the above example). In such circumstances, it is likely that specialized *Formatter*s would be used with particular *Handler*s.

Nouveau dans la version 3.2 : The *stack_info* parameter was added.

Modifié dans la version 3.5 : The *exc_info* parameter can now accept exception instances.

info (*msg*, **args*, ***kwargs*)
Logs a message with level `INFO` on this logger. The arguments are interpreted as for *debug()*.

warning (*msg*, **args*, ***kwargs*)
Logs a message with level `WARNING` on this logger. The arguments are interpreted as for *debug()*.

Note : There is an obsolete method `warn` which is functionally identical to `warning`. As `warn` is deprecated, please do not use it - use `warning` instead.

---

error (*msg*, **args*, ***kwargs*)
Logs a message with level `ERROR` on this logger. The arguments are interpreted as for *debug()*.

critical (*msg*, **args*, ***kwargs*)
Logs a message with level `CRITICAL` on this logger. The arguments are interpreted as for *debug()*.

log (*level*, *msg*, **args*, ***kwargs*)
Logs a message with integer level *level* on this logger. The other arguments are interpreted as for *debug()*.

exception (*msg*, **args*, ***kwargs*)
Logs a message with level `ERROR` on this logger. The arguments are interpreted as for *debug()*. Exception info is added to the logging message. This method should only be called from an exception handler.

addFilter(*filter*)
Adds the specified filter *filter* to this logger.

removeFilter(*filter*)
Removes the specified filter *filter* from this logger.

filter(*record*)
Apply this logger's filters to the record and return `True` if the record is to be processed. The filters are consulted in turn, until one of them returns a false value. If none of them return a false value, the record will be processed (passed to handlers). If one returns a false value, no further processing of the record occurs.

addHandler(*hdlr*)
Adds the specified handler *hdlr* to this logger.

removeHandler(*hdlr*)
Removes the specified handler *hdlr* from this logger.

findCaller(*stack_info=False*)
Finds the caller's source filename and line number. Returns the filename, line number, function name and stack information as a 4-element tuple. The stack information is returned as `None` unless *stack_info* is `True`.

handle(*record*)
Handles a record by passing it to all handlers associated with this logger and its ancestors (until a false value of *propagate* is found). This method is used for unpickled records received from a socket, as well as those created locally. Logger-level filtering is applied using *`filter()`*.

makeRecord(*name*, *level*, *fn*, *lno*, *msg*, *args*, *exc_info*, *func=None*, *extra=None*, *sinfo=None*)
This is a factory method which can be overridden in subclasses to create specialized *`LogRecord`* instances.

hasHandlers()
Checks to see if this logger has any handlers configured. This is done by looking for handlers in this logger and its parents in the logger hierarchy. Returns `True` if a handler was found, else `False`. The method stops searching up the hierarchy whenever a logger with the 'propagate' attribute set to false is found - that will be the last logger which is checked for the existence of handlers.

Nouveau dans la version 3.2.

Modifié dans la version 3.7 : Loggers can now be pickled and unpickled.

16.6.2 Niveaux de journalisation

Les valeurs numériques des niveaux de journalisation sont données dans le tableau suivant. Celles-ci n'ont d'intérêt que si vous voulez définir vos propres niveaux, avec des valeurs spécifiques par rapport aux niveaux prédéfinis. Si vous définissez un niveau avec la même valeur numérique, il écrase la valeur prédéfinie ; le nom prédéfini est perdu.

Niveau	Valeur numérique
`CRITICAL`	50
`ERROR`	40
`WARNING`	30
`INFO`	20
`DEBUG`	10
`NOTSET`	0

16.6.3 Handler Objects

Handlers have the following attributes and methods. Note that *Handler* is never instantiated directly; this class acts as a base for more useful subclasses. However, the `__init__()` method in subclasses needs to call *Handler.__init__()*.

class logging.**Handler**

__init__(*level=NOTSET*)
Initializes the *Handler* instance by setting its level, setting the list of filters to the empty list and creating a lock (using *createLock()*) for serializing access to an I/O mechanism.

createLock()
Initializes a thread lock which can be used to serialize access to underlying I/O functionality which may not be threadsafe.

acquire()
Acquires the thread lock created with *createLock()*.

release()
Releases the thread lock acquired with *acquire()*.

setLevel(*level*)
Sets the threshold for this handler to *level*. Logging messages which are less severe than *level* will be ignored. When a handler is created, the level is set to `NOTSET` (which causes all messages to be processed).
Voir *Niveaux de journalisation* pour la liste des niveaux.
Modifié dans la version 3.2 : The *level* parameter now accepts a string representation of the level such as 'INFO' as an alternative to the integer constants such as `INFO`.

setFormatter(*fmt*)
Sets the *Formatter* for this handler to *fmt*.

addFilter(*filter*)
Adds the specified filter *filter* to this handler.

removeFilter(*filter*)
Removes the specified filter *filter* from this handler.

filter(*record*)
Apply this handler's filters to the record and return `True` if the record is to be processed. The filters are consulted in turn, until one of them returns a false value. If none of them return a false value, the record will be emitted. If one returns a false value, the handler will not emit the record.

flush()
Ensure all logging output has been flushed. This version does nothing and is intended to be implemented by subclasses.

close()
Tidy up any resources used by the handler. This version does no output but removes the handler from an internal list of handlers which is closed when *shutdown()* is called. Subclasses should ensure that this gets called from overridden *close()* methods.

handle(*record*)
Conditionally emits the specified logging record, depending on filters which may have been added to the handler. Wraps the actual emission of the record with acquisition/release of the I/O thread lock.

handleError(*record*)
This method should be called from handlers when an exception is encountered during an *emit()* call. If the module-level attribute `raiseExceptions` is `False`, exceptions get silently ignored. This is what is mostly wanted for a logging system - most users will not care about errors in the logging system, they are more interested in application errors. You could, however, replace this with a custom handler if you wish. The specified record is the one which was being processed when the exception occurred. (The default value of `raiseExceptions` is `True`, as that is more useful during development).

format(*record*)
Do formatting for a record - if a formatter is set, use it. Otherwise, use the default formatter for the module.

emit(*record*)
Do whatever it takes to actually log the specified logging record. This version is intended to be implemented by subclasses and so raises a *NotImplementedError*.

For a list of handlers included as standard, see *logging.handlers*.

16.6.4 Formatter Objects

Formatter objects have the following attributes and methods. They are responsible for converting a *LogRecord* to (usually) a string which can be interpreted by either a human or an external system. The base *Formatter* allows a formatting string to be specified. If none is supplied, the default value of `'%(message)s'` is used, which just includes the message in the logging call. To have additional items of information in the formatted output (such as a timestamp), keep reading.

A Formatter can be initialized with a format string which makes use of knowledge of the *LogRecord* attributes - such as the default value mentioned above making use of the fact that the user's message and arguments are pre-formatted into a *LogRecord*'s *message* attribute. This format string contains standard Python %-style mapping keys. See section *Formatage de chaines à la printf* for more information on string formatting.

The useful mapping keys in a *LogRecord* are given in the section on *LogRecord attributes*.

class logging.**Formatter**(*fmt=None*, *datefmt=None*, *style='%'*)

Returns a new instance of the *Formatter* class. The instance is initialized with a format string for the message as a whole, as well as a format string for the date/time portion of a message. If no *fmt* is specified, `'%(message)s'` is used. If no *datefmt* is specified, a format is used which is described in the *formatTime()* documentation.

The *style* parameter can be one of '%', '{' or '$' and determines how the format string will be merged with its data : using one of %-formatting, *str.format()* or *string.Template*. See formatting-styles for more information on using {- and $-formatting for log messages.

Modifié dans la version 3.2 : The *style* parameter was added.

format(*record*)

The record's attribute dictionary is used as the operand to a string formatting operation. Returns the resulting string. Before formatting the dictionary, a couple of preparatory steps are carried out. The *message* attribute of the record is computed using *msg % args*. If the formatting string contains `'(asctime)'`, *formatTime()* is called to format the event time. If there is exception information, it is formatted using *formatException()* and appended to the message. Note that the formatted exception information is cached in attribute *exc_text*. This is useful because the exception information can be pickled and sent across the wire, but you should be careful if you have more than one *Formatter* subclass which customizes the formatting of exception information. In this case, you will have to clear the cached value after a formatter has done its formatting, so that the next formatter to handle the event doesn't use the cached value but recalculates it afresh.

If stack information is available, it's appended after the exception information, using *formatStack()* to transform it if necessary.

formatTime(*record*, *datefmt=None*)

This method should be called from *format()* by a formatter which wants to make use of a formatted time. This method can be overridden in formatters to provide for any specific requirement, but the basic behavior is as follows : if *datefmt* (a string) is specified, it is used with *time.strftime()* to format the creation time of the record. Otherwise, the format '%Y-%m-%d %H :%M :%S,uuu' is used, where the uuu part is a millisecond value and the other letters are as per the *time.strftime()* documentation. An example time in this format is `2003-01-23 00:29:50,411`. The resulting string is returned.

This function uses a user-configurable function to convert the creation time to a tuple. By default, *time.localtime()* is used ; to change this for a particular formatter instance, set the `converter` attribute to a function with the same signature as *time.localtime()* or *time.gmtime()*. To change it for all formatters, for example if you want all logging times to be shown in GMT, set the `converter` attribute in the `Formatter` class.

Modifié dans la version 3.3 : Previously, the default format was hard-coded as in this example : `2010-09-06 22:38:15,292` where the part before the comma is handled by a strptime format string (`'%Y-%m-%d %H:%M:%S'`), and the part after the comma is a millisecond value. Because strptime does not have a format placeholder for milliseconds, the millisecond value is appended using another format string, `'%s,%03d'` --- and both of these format strings have been hardcoded into this method. With the change, these strings are defined as class-level attributes which can be overridden at the instance

level when desired. The names of the attributes are `default_time_format` (for the strptime format string) and `default_msec_format` (for appending the millisecond value).

formatException(*exc_info*)
Formats the specified exception information (a standard exception tuple as returned by *sys.exc_info()*) as a string. This default implementation just uses *traceback.print_exception()*. The resulting string is returned.

formatStack(*stack_info*)
Formats the specified stack information (a string as returned by *traceback.print_stack()*, but with the last newline removed) as a string. This default implementation just returns the input value.

16.6.5 Filter Objects

`Filters` can be used by `Handlers` and `Loggers` for more sophisticated filtering than is provided by levels. The base filter class only allows events which are below a certain point in the logger hierarchy. For example, a filter initialized with 'A.B' will allow events logged by loggers 'A.B', 'A.B.C', 'A.B.C.D', 'A.B.D' etc. but not 'A.BB', 'B.A.B' etc. If initialized with the empty string, all events are passed.

class logging.**Filter**(*name=''*)
Returns an instance of the *Filter* class. If *name* is specified, it names a logger which, together with its children, will have its events allowed through the filter. If *name* is the empty string, allows every event.

filter(*record*)
Is the specified record to be logged? Returns zero for no, nonzero for yes. If deemed appropriate, the record may be modified in-place by this method.

Note that filters attached to handlers are consulted before an event is emitted by the handler, whereas filters attached to loggers are consulted whenever an event is logged (using *debug()*, *info()*, etc.), before sending an event to handlers. This means that events which have been generated by descendant loggers will not be filtered by a logger's filter setting, unless the filter has also been applied to those descendant loggers.

You don't actually need to subclass `Filter`: you can pass any instance which has a `filter` method with the same semantics.

Modifié dans la version 3.2 : You don't need to create specialized `Filter` classes, or use other classes with a `filter` method: you can use a function (or other callable) as a filter. The filtering logic will check to see if the filter object has a `filter` attribute: if it does, it's assumed to be a `Filter` and its *filter()* method is called. Otherwise, it's assumed to be a callable and called with the record as the single parameter. The returned value should conform to that returned by *filter()*.

Although filters are used primarily to filter records based on more sophisticated criteria than levels, they get to see every record which is processed by the handler or logger they're attached to: this can be useful if you want to do things like counting how many records were processed by a particular logger or handler, or adding, changing or removing attributes in the LogRecord being processed. Obviously changing the LogRecord needs to be done with some care, but it does allow the injection of contextual information into logs (see filters-contextual).

16.6.6 LogRecord Objects

LogRecord instances are created automatically by the *Logger* every time something is logged, and can be created manually via *makeLogRecord()* (for example, from a pickled event received over the wire).

class logging.**LogRecord**(*name*, *level*, *pathname*, *lineno*, *msg*, *args*, *exc_info*, *func=None*, *sinfo=None*)
Contains all the information pertinent to the event being logged.

The primary information is passed in `msg` and `args`, which are combined using `msg % args` to create the `message` field of the record.

Paramètres
— **name** -- The name of the logger used to log the event represented by this LogRecord. Note that this name will always have this value, even though it may be emitted by a handler attached to a different (ancestor) logger.

— **level** -- The numeric level of the logging event (one of DEBUG, INFO etc.) Note that this is converted to *two* attributes of the LogRecord : `levelno` for the numeric value and `levelname` for the corresponding level name.
— **pathname** -- The full pathname of the source file where the logging call was made.
— **lineno** -- The line number in the source file where the logging call was made.
— **msg** -- The event description message, possibly a format string with placeholders for variable data.
— **args** -- Variable data to merge into the *msg* argument to obtain the event description.
— **exc_info** -- An exception tuple with the current exception information, or `None` if no exception information is available.
— **func** -- The name of the function or method from which the logging call was invoked.
— **sinfo** -- A text string representing stack information from the base of the stack in the current thread, up to the logging call.

getMessage()
Returns the message for this *LogRecord* instance after merging any user-supplied arguments with the message. If the user-supplied message argument to the logging call is not a string, *str()* is called on it to convert it to a string. This allows use of user-defined classes as messages, whose __str__ method can return the actual format string to be used.

Modifié dans la version 3.2 : The creation of a `LogRecord` has been made more configurable by providing a factory which is used to create the record. The factory can be set using *getLogRecordFactory()* and *setLogRecordFactory()* (see this for the factory's signature).

This functionality can be used to inject your own values into a LogRecord at creation time. You can use the following pattern :

```
old_factory = logging.getLogRecordFactory()

def record_factory(*args, **kwargs):
    record = old_factory(*args, **kwargs)
    record.custom_attribute = 0xdecafbad
    return record

logging.setLogRecordFactory(record_factory)
```

With this pattern, multiple factories could be chained, and as long as they don't overwrite each other's attributes or unintentionally overwrite the standard attributes listed above, there should be no surprises.

16.6.7 LogRecord attributes

The LogRecord has a number of attributes, most of which are derived from the parameters to the constructor. (Note that the names do not always correspond exactly between the LogRecord constructor parameters and the LogRecord attributes.) These attributes can be used to merge data from the record into the format string. The following table lists (in alphabetical order) the attribute names, their meanings and the corresponding placeholder in a %-style format string.

If you are using {}-formatting (*str.format()*), you can use `{attrname}` as the placeholder in the format string. If you are using $-formatting (*string.Template*), use the form `${attrname}`. In both cases, of course, replace `attrname` with the actual attribute name you want to use.

In the case of {}-formatting, you can specify formatting flags by placing them after the attribute name, separated from it with a colon. For example : a placeholder of `{msecs:03d}` would format a millisecond value of `4` as `004`. Refer to the *str.format()* documentation for full details on the options available to you.

Attribute name	Format	Description
args	You shouldn't need to format this yourself.	The tuple of arguments merged into `msg` to produce `message`, or a dict whose values are used for the merge (when there is only one argument, and it is a dictionary).
asctime	`%(asctime)s`	Human-readable time when the *LogRecord* was created. By default this is of the form '2003-07-08 16 :49 :45,896' (the numbers after the comma are millisecond portion of the time).
created	`%(created)f`	Time when the *LogRecord* was created (as returned by *time.time()*).
exc_info	You shouldn't need to format this yourself.	Exception tuple (à la `sys.exc_info`) or, if no exception has occurred, `None`.
filename	`%(filename)s`	Filename portion of `pathname`.
funcName	`%(funcName)s`	Name of function containing the logging call.
levelname	`%(levelname)s`	Text logging level for the message (`'DEBUG'`, `'INFO'`, `'WARNING'`, `'ERROR'`, `'CRITICAL'`).
levelno	`%(levelno)s`	Numeric logging level for the message (`DEBUG`, `INFO`, `WARNING`, `ERROR`, `CRITICAL`).
lineno	`%(lineno)d`	Source line number where the logging call was issued (if available).
message	`%(message)s`	The logged message, computed as `msg % args`. This is set when *Formatter.format()* is invoked.
module	`%(module)s`	Module (name portion of `filename`).
msecs	`%(msecs)d`	Millisecond portion of the time when the *LogRecord* was created.
msg	You shouldn't need to format this yourself.	The format string passed in the original logging call. Merged with `args` to produce `message`, or an arbitrary object (see arbitrary-object-messages).
name	`%(name)s`	Name of the logger used to log the call.
pathname	`%(pathname)s`	Full pathname of the source file where the logging call was issued (if available).
process	`%(process)d`	Process ID (if available).
processName	`%(processName)s`	Process name (if available).
relativeCreated	`%(relativeCreated)d`	Time in milliseconds when the LogRecord was created, relative to the time the logging module was loaded.
stack_info	You shouldn't need to format this yourself.	Stack frame information (where available) from the bottom of the stack in the current thread, up to and including the stack frame of the logging call which resulted in the creation of this record.
thread	`%(thread)d`	Thread ID (if available).
threadName	`%(threadName)s`	Thread name (if available).

Modifié dans la version 3.1 : *processName* was added.

16.6.8 LoggerAdapter Objects

LoggerAdapter instances are used to conveniently pass contextual information into logging calls. For a usage example, see the section on adding contextual information to your logging output.

class logging.**LoggerAdapter**(*logger*, *extra*)

Returns an instance of *LoggerAdapter* initialized with an underlying *Logger* instance and a dict-like object.

process(*msg*, *kwargs*)

Modifies the message and/or keyword arguments passed to a logging call in order to insert contextual information. This implementation takes the object passed as *extra* to the constructor and adds it to *kwargs* using key 'extra'. The return value is a (*msg*, *kwargs*) tuple which has the (possibly modified) versions of the arguments passed in.

In addition to the above, *LoggerAdapter* supports the following methods of *Logger* : *debug()*, *info()*, *warning()*, *error()*, *exception()*, *critical()*, *log()*, *isEnabledFor()*, *getEffectiveLevel()*, *setLevel()* and *hasHandlers()*. These methods have the same signatures as their counterparts in *Logger*, so you can use the two types of instances interchangeably.

Modifié dans la version 3.2 : The *isEnabledFor()*, *getEffectiveLevel()*, *setLevel()* and *hasHandlers()* methods were added to *LoggerAdapter*. These methods delegate to the underlying logger.

16.6.9 Thread Safety

The logging module is intended to be thread-safe without any special work needing to be done by its clients. It achieves this though using threading locks ; there is one lock to serialize access to the module's shared data, and each handler also creates a lock to serialize access to its underlying I/O.

If you are implementing asynchronous signal handlers using the *signal* module, you may not be able to use logging from within such handlers. This is because lock implementations in the *threading* module are not always re-entrant, and so cannot be invoked from such signal handlers.

16.6.10 Fonctions de niveau module

In addition to the classes described above, there are a number of module-level functions.

logging.**getLogger**(*name=None*)

Return a logger with the specified name or, if name is None, return a logger which is the root logger of the hierarchy. If specified, the name is typically a dot-separated hierarchical name like *'a'*, *'a.b'* or *'a.b.c.d'*. Choice of these names is entirely up to the developer who is using logging.

All calls to this function with a given name return the same logger instance. This means that logger instances never need to be passed between different parts of an application.

logging.**getLoggerClass**()

Return either the standard *Logger* class, or the last class passed to *setLoggerClass()*. This function may be called from within a new class definition, to ensure that installing a customized *Logger* class will not undo customizations already applied by other code. For example :

```
class MyLogger(logging.getLoggerClass()):
    # ... override behaviour here
```

logging.**getLogRecordFactory**()

Return a callable which is used to create a *LogRecord*.

Nouveau dans la version 3.2 : This function has been provided, along with *setLogRecordFactory()*, to allow developers more control over how the *LogRecord* representing a logging event is constructed.

See *setLogRecordFactory()* for more information about the how the factory is called.

logging.**debug**(*msg*, **args*, ***kwargs*)

Logs a message with level DEBUG on the root logger. The *msg* is the message format string, and the *args* are

the arguments which are merged into *msg* using the string formatting operator. (Note that this means that you can use keywords in the format string, together with a single dictionary argument.)

There are three keyword arguments in *kwargs* which are inspected : *exc_info* which, if it does not evaluate as false, causes exception information to be added to the logging message. If an exception tuple (in the format returned by *sys.exc_info()*) or an exception instance is provided, it is used; otherwise, *sys.exc_info()* is called to get the exception information.

The second optional keyword argument is *stack_info*, which defaults to `False`. If true, stack information is added to the logging message, including the actual logging call. Note that this is not the same stack information as that displayed through specifying *exc_info* : The former is stack frames from the bottom of the stack up to the logging call in the current thread, whereas the latter is information about stack frames which have been unwound, following an exception, while searching for exception handlers.

You can specify *stack_info* independently of *exc_info*, e.g. to just show how you got to a certain point in your code, even when no exceptions were raised. The stack frames are printed following a header line which says :

```
Stack (most recent call last):
```

This mimics the `Traceback (most recent call last):` which is used when displaying exception frames.

The third optional keyword argument is *extra* which can be used to pass a dictionary which is used to populate the __dict__ of the LogRecord created for the logging event with user-defined attributes. These custom attributes can then be used as you like. For example, they could be incorporated into logged messages. For example :

```
FORMAT = '%(asctime)-15s %(clientip)s %(user)-8s %(message)s'
logging.basicConfig(format=FORMAT)
d = {'clientip': '192.168.0.1', 'user': 'fbloggs'}
logging.warning('Protocol problem: %s', 'connection reset', extra=d)
```

would print something like :

```
2006-02-08 22:20:02,165 192.168.0.1 fbloggs  Protocol problem: connection reset
```

The keys in the dictionary passed in *extra* should not clash with the keys used by the logging system. (See the *Formatter* documentation for more information on which keys are used by the logging system.)

If you choose to use these attributes in logged messages, you need to exercise some care. In the above example, for instance, the *Formatter* has been set up with a format string which expects 'clientip' and 'user' in the attribute dictionary of the LogRecord. If these are missing, the message will not be logged because a string formatting exception will occur. So in this case, you always need to pass the *extra* dictionary with these keys.

While this might be annoying, this feature is intended for use in specialized circumstances, such as multithreaded servers where the same code executes in many contexts, and interesting conditions which arise are dependent on this context (such as remote client IP address and authenticated user name, in the above example). In such circumstances, it is likely that specialized *Formatter*s would be used with particular *Handler*s.

Nouveau dans la version 3.2 : The *stack_info* parameter was added.

`logging.`**`info`**(*msg*, **args*, ***kwargs*)

Logs a message with level `INFO` on the root logger. The arguments are interpreted as for *debug()*.

`logging.`**`warning`**(*msg*, **args*, ***kwargs*)

Logs a message with level `WARNING` on the root logger. The arguments are interpreted as for *debug()*.

Note : There is an obsolete function `warn` which is functionally identical to `warning`. As `warn` is deprecated, please do not use it - use `warning` instead.

`logging.`**`error`**(*msg*, **args*, ***kwargs*)

Logs a message with level `ERROR` on the root logger. The arguments are interpreted as for *debug()*.

`logging.`**`critical`**(*msg*, **args*, ***kwargs*)

Logs a message with level `CRITICAL` on the root logger. The arguments are interpreted as for *debug()*.

`logging.`**`exception`**(*msg*, **args*, ***kwargs*)

Logs a message with level `ERROR` on the root logger. The arguments are interpreted as for *debug()*. Exception info is added to the logging message. This function should only be called from an exception handler.

logging.**log**(*level*, *msg*, **args*, ***kwargs*)
Logs a message with level *level* on the root logger. The other arguments are interpreted as for *debug()*.

Note : The above module-level convenience functions, which delegate to the root logger, call *basicConfig()* to ensure that at least one handler is available. Because of this, they should *not* be used in threads, in versions of Python earlier than 2.7.1 and 3.2, unless at least one handler has been added to the root logger *before* the threads are started. In earlier versions of Python, due to a thread safety shortcoming in *basicConfig()*, this can (under rare circumstances) lead to handlers being added multiple times to the root logger, which can in turn lead to multiple messages for the same event.

---

logging.**disable**(*level=CRITICAL*)
Provides an overriding level *level* for all loggers which takes precedence over the logger's own level. When the need arises to temporarily throttle logging output down across the whole application, this function can be useful. Its effect is to disable all logging calls of severity *level* and below, so that if you call it with a value of INFO, then all INFO and DEBUG events would be discarded, whereas those of severity WARNING and above would be processed according to the logger's effective level. If `logging.disable(logging.NOTSET)` is called, it effectively removes this overriding level, so that logging output again depends on the effective levels of individual loggers.

Note that if you have defined any custom logging level higher than `CRITICAL` (this is not recommended), you won't be able to rely on the default value for the *level* parameter, but will have to explicitly supply a suitable value.

Modifié dans la version 3.7 : The *level* parameter was defaulted to level `CRITICAL`. See Issue #28524 for more information about this change.

logging.**addLevelName**(*level*, *levelName*)
Associates level *level* with text *levelName* in an internal dictionary, which is used to map numeric levels to a textual representation, for example when a *Formatter* formats a message. This function can also be used to define your own levels. The only constraints are that all levels used must be registered using this function, levels should be positive integers and they should increase in increasing order of severity.

Note : If you are thinking of defining your own levels, please see the section on custom-levels.

---

logging.**getLevelName**(*level*)
Returns the textual representation of logging level *level*. If the level is one of the predefined levels `CRITICAL`, `ERROR`, `WARNING`, `INFO` or `DEBUG` then you get the corresponding string. If you have associated levels with names using *addLevelName()* then the name you have associated with *level* is returned. If a numeric value corresponding to one of the defined levels is passed in, the corresponding string representation is returned. Otherwise, the string 'Level %s' % level is returned.

Note : Levels are internally integers (as they need to be compared in the logging logic). This function is used to convert between an integer level and the level name displayed in the formatted log output by means of the `%(levelname)s` format specifier (see *LogRecord attributes*).

Modifié dans la version 3.4 : In Python versions earlier than 3.4, this function could also be passed a text level, and would return the corresponding numeric value of the level. This undocumented behaviour was considered a mistake, and was removed in Python 3.4, but reinstated in 3.4.2 due to retain backward compatibility.

logging.**makeLogRecord**(*attrdict*)
Creates and returns a new *LogRecord* instance whose attributes are defined by *attrdict*. This function is useful for taking a pickled *LogRecord* attribute dictionary, sent over a socket, and reconstituting it as a *LogRecord* instance at the receiving end.

logging.**basicConfig**(***kwargs*)
Does basic configuration for the logging system by creating a *StreamHandler* with a default *Formatter* and adding it to the root logger. The functions *debug()*, *info()*, *warning()*, *error()* and *critical()* will call *basicConfig()* automatically if no handlers are defined for the root logger.

This function does nothing if the root logger already has handlers configured for it.

Note : This function should be called from the main thread before other threads are started. In versions of Python prior to 2.7.1 and 3.2, if this function is called from multiple threads, it is possible (in rare circumstances) that a handler will be added to the root logger more than once, leading to unexpected results such as messages being duplicated in the log.

The following keyword arguments are supported.

Format	Description
filename	Specifies that a FileHandler be created, using the specified filename, rather than a StreamHandler.
filemode	If *filename* is specified, open the file in this *mode*. Defaults to `'a'`.
format	Use the specified format string for the handler.
datefmt	Use the specified date/time format, as accepted by `time.strftime()`.
style	If *format* is specified, use this style for the format string. One of `'%'`, `'{'` or `'$'` for *printf-style*, `str.format()` or `string.Template` respectively. Defaults to `'%'`.
level	Set the root logger level to the specified *level*.
stream	Use the specified stream to initialize the StreamHandler. Note that this argument is incompatible with *filename* - if both are present, a `ValueError` is raised.
handlers	If specified, this should be an iterable of already created handlers to add to the root logger. Any handlers which don't already have a formatter set will be assigned the default formatter created in this function. Note that this argument is incompatible with *filename* or *stream* - if both are present, a `ValueError` is raised.

Modifié dans la version 3.2 : The *style* argument was added.

Modifié dans la version 3.3 : The *handlers* argument was added. Additional checks were added to catch situations where incompatible arguments are specified (e.g. *handlers* together with *stream* or *filename*, or *stream* together with *filename*).

`logging.`**`shutdown`**`()`

Informs the logging system to perform an orderly shutdown by flushing and closing all handlers. This should be called at application exit and no further use of the logging system should be made after this call.

`logging.`**`setLoggerClass`**`(`*klass*`)`

Tells the logging system to use the class *klass* when instantiating a logger. The class should define `__init__()` such that only a name argument is required, and the `__init__()` should call `Logger.__init__()`. This function is typically called before any loggers are instantiated by applications which need to use custom logger behavior. After this call, as at any other time, do not instantiate loggers directly using the subclass : continue to use the `logging.getLogger()` API to get your loggers.

`logging.`**`setLogRecordFactory`**`(`*factory*`)`

Set a callable which is used to create a `LogRecord`.

Paramètres **`factory`** -- The factory callable to be used to instantiate a log record.

Nouveau dans la version 3.2 : This function has been provided, along with `getLogRecordFactory()`, to allow developers more control over how the `LogRecord` representing a logging event is constructed.

The factory has the following signature :

```
factory(name, level, fn, lno, msg, args, exc_info, func=None,
sinfo=None, **kwargs)
```

name The logger name.

level The logging level (numeric).

fn The full pathname of the file where the logging call was made.

lno The line number in the file where the logging call was made.

msg The logging message.

args The arguments for the logging message.

exc_info An exception tuple, or `None`.

func The name of the function or method which invoked the logging call.

sinfo A stack traceback such as is provided by *traceback.print_stack()*, showing the call hierarchy.

kwargs Additional keyword arguments.

16.6.11 Module-Level Attributes

`logging.`**`lastResort`**

A "handler of last resort" is available through this attribute. This is a *StreamHandler* writing to `sys.stderr` with a level of `WARNING`, and is used to handle logging events in the absence of any logging configuration. The end result is to just print the message to `sys.stderr`. This replaces the earlier error message saying that "no handlers could be found for logger XYZ". If you need the earlier behaviour for some reason, `lastResort` can be set to `None`.

Nouveau dans la version 3.2.

16.6.12 Integration with the warnings module

The *captureWarnings()* function can be used to integrate *logging* with the *warnings* module.

`logging.`**`captureWarnings`**(*capture*)

This function is used to turn the capture of warnings by logging on and off.

If *capture* is `True`, warnings issued by the *warnings* module will be redirected to the logging system. Specifically, a warning will be formatted using *warnings.formatwarning()* and the resulting string logged to a logger named `'py.warnings'` with a severity of `WARNING`.

If *capture* is `False`, the redirection of warnings to the logging system will stop, and warnings will be redirected to their original destinations (i.e. those in effect before `captureWarnings(True)` was called).

Voir aussi :

Module *logging.config* API de configuration pour le module de journalisation.

Module *logging.handlers* Gestionnaires utiles inclus avec le module de journalisation.

PEP 282 - A Logging System The proposal which described this feature for inclusion in the Python standard library.

Original Python logging package This is the original source for the *logging* package. The version of the package available from this site is suitable for use with Python 1.5.2, 2.1.x and 2.2.x, which do not include the *logging* package in the standard library.

16.7 `logging.config` --- Logging configuration

Source code : Lib/logging/config.py

Important

Cette page contient uniquement des informations de référence. Pour des tutoriels, veuillez consulter
— Tutoriel basique
— Tutoriel avancé
— Recettes pour la journalisation

This section describes the API for configuring the logging module.

16.7.1 Configuration functions

The following functions configure the logging module. They are located in the *logging.config* module. Their use is optional --- you can configure the logging module using these functions or by making calls to the main API (defined in *logging* itself) and defining handlers which are declared either in *logging* or *logging.handlers*.

logging.config.**dictConfig**(*config*)

Takes the logging configuration from a dictionary. The contents of this dictionary are described in *Configuration dictionary schema* below.

If an error is encountered during configuration, this function will raise a *ValueError*, *TypeError*, *AttributeError* or *ImportError* with a suitably descriptive message. The following is a (possibly incomplete) list of conditions which will raise an error :

— A `level` which is not a string or which is a string not corresponding to an actual logging level.
— A `propagate` value which is not a boolean.
— An id which does not have a corresponding destination.
— A non-existent handler id found during an incremental call.
— An invalid logger name.
— Inability to resolve to an internal or external object.

Parsing is performed by the `DictConfigurator` class, whose constructor is passed the dictionary used for configuration, and has a `configure()` method. The *logging.config* module has a callable attribute `dictConfigClass` which is initially set to `DictConfigurator`. You can replace the value of `dictConfigClass` with a suitable implementation of your own.

dictConfig() calls `dictConfigClass` passing the specified dictionary, and then calls the `configure()` method on the returned object to put the configuration into effect :

```
def dictConfig(config):
    dictConfigClass(config).configure()
```

For example, a subclass of `DictConfigurator` could call `DictConfigurator.__init__()` in its own `__init__()`, then set up custom prefixes which would be usable in the subsequent `configure()` call. `dictConfigClass` would be bound to this new subclass, and then *dictConfig()* could be called exactly as in the default, uncustomized state.

Nouveau dans la version 3.2.

logging.config.**fileConfig**(*fname*, *defaults=None*, *disable_existing_loggers=True*)

Reads the logging configuration from a *configparser*-format file. The format of the file should be as described in *Configuration file format*. This function can be called several times from an application, allowing an end user to select from various pre-canned configurations (if the developer provides a mechanism to present the choices and load the chosen configuration).

Paramètres

— **fname** -- A filename, or a file-like object, or an instance derived from *RawConfigParser*. If a `RawConfigParser`-derived instance is passed, it is used as is. Otherwise, a `Configparser` is instantiated, and the configuration read by it from the object passed in `fname`. If that has a *readline()* method, it is assumed to be a file-like object and read using *read_file()* ; otherwise, it is assumed to be a filename and passed to *read()*.
— **defaults** -- Defaults to be passed to the ConfigParser can be specified in this argument.
— **disable_existing_loggers** -- If specified as `False`, loggers which exist when this call is made are left enabled. The default is `True` because this enables old behaviour in a backward-compatible way. This behaviour is to disable any existing non-root loggers unless they or their ancestors are explicitly named in the logging configuration.

Modifié dans la version 3.4 : An instance of a subclass of *RawConfigParser* is now accepted as a value for `fname`. This facilitates :

— Use of a configuration file where logging configuration is just part of the overall application configuration.
— Use of a configuration read from a file, and then modified by the using application (e.g. based on command-line parameters or other aspects of the runtime environment) before being passed to `fileConfig`.

logging.config.**listen**(*port=DEFAULT_LOGGING_CONFIG_PORT*, *verify=None*)

Starts up a socket server on the specified port, and listens for new configurations. If no port is specified, the

module's default DEFAULT_LOGGING_CONFIG_PORT is used. Logging configurations will be sent as a file suitable for processing by *dictConfig()* or *fileConfig()*. Returns a *Thread* instance on which you can call *start()* to start the server, and which you can *join()* when appropriate. To stop the server, call *stopListening()*.

The verify argument, if specified, should be a callable which should verify whether bytes received across the socket are valid and should be processed. This could be done by encrypting and/or signing what is sent across the socket, such that the verify callable can perform signature verification and/or decryption. The verify callable is called with a single argument - the bytes received across the socket - and should return the bytes to be processed, or None to indicate that the bytes should be discarded. The returned bytes could be the same as the passed in bytes (e.g. when only verification is done), or they could be completely different (perhaps if decryption were performed).

To send a configuration to the socket, read in the configuration file and send it to the socket as a sequence of bytes preceded by a four-byte length string packed in binary using struct.pack('>L', n).

Note : Because portions of the configuration are passed through *eval()*, use of this function may open its users to a security risk. While the function only binds to a socket on localhost, and so does not accept connections from remote machines, there are scenarios where untrusted code could be run under the account of the process which calls *listen()*. Specifically, if the process calling *listen()* runs on a multi-user machine where users cannot trust each other, then a malicious user could arrange to run essentially arbitrary code in a victim user's process, simply by connecting to the victim's *listen()* socket and sending a configuration which runs whatever code the attacker wants to have executed in the victim's process. This is especially easy to do if the default port is used, but not hard even if a different port is used). To avoid the risk of this happening, use the verify argument to *listen()* to prevent unrecognised configurations from being applied.

Modifié dans la version 3.4 : The verify argument was added.

Note : If you want to send configurations to the listener which don't disable existing loggers, you will need to use a JSON format for the configuration, which will use *dictConfig()* for configuration. This method allows you to specify disable_existing_loggers as False in the configuration you send.

---

logging.config.**stopListening**()

Stops the listening server which was created with a call to *listen()*. This is typically called before calling join() on the return value from *listen()*.

16.7.2 Configuration dictionary schema

Describing a logging configuration requires listing the various objects to create and the connections between them ; for example, you may create a handler named 'console' and then say that the logger named 'startup' will send its messages to the 'console' handler. These objects aren't limited to those provided by the *logging* module because you might write your own formatter or handler class. The parameters to these classes may also need to include external objects such as sys.stderr. The syntax for describing these objects and connections is defined in *Object connections* below.

Dictionary Schema Details

The dictionary passed to *dictConfig()* must contain the following keys :

— *version* - to be set to an integer value representing the schema version. The only valid value at present is 1, but having this key allows the schema to evolve while still preserving backwards compatibility.

All other keys are optional, but if present they will be interpreted as described below. In all cases below where a 'configuring dict' is mentioned, it will be checked for the special '()' key to see if a custom instantiation is required. If so, the mechanism described in *User-defined objects* below is used to create an instance ; otherwise, the context is used to determine what to instantiate.

— *formatters* - the corresponding value will be a dict in which each key is a formatter id and each value is a dict describing how to configure the corresponding *Formatter* instance.

The configuring dict is searched for keys format and datefmt (with defaults of None) and these are used to construct a *Formatter* instance.

— *filters* - the corresponding value will be a dict in which each key is a filter id and each value is a dict describing how to configure the corresponding Filter instance.
The configuring dict is searched for the key `name` (defaulting to the empty string) and this is used to construct a *logging.Filter* instance.
— *handlers* - the corresponding value will be a dict in which each key is a handler id and each value is a dict describing how to configure the corresponding Handler instance.
The configuring dict is searched for the following keys :
— `class` (mandatory). This is the fully qualified name of the handler class.
— `level` (optional). The level of the handler.
— `formatter` (optional). The id of the formatter for this handler.
— `filters` (optional). A list of ids of the filters for this handler.
All *other* keys are passed through as keyword arguments to the handler's constructor. For example, given the snippet :

```
handlers:
  console:
    class : logging.StreamHandler
    formatter: brief
    level   : INFO
    filters: [allow_foo]
    stream  : ext://sys.stdout
  file:
    class : logging.handlers.RotatingFileHandler
    formatter: precise
    filename: logconfig.log
    maxBytes: 1024
    backupCount: 3
```

the handler with id `console` is instantiated as a *logging.StreamHandler*, using `sys.stdout` as the underlying stream. The handler with id `file` is instantiated as a *logging.handlers.RotatingFileHandler* with the keyword arguments `filename='logconfig.log', maxBytes=1024, backupCount=3`.
— *loggers* - the corresponding value will be a dict in which each key is a logger name and each value is a dict describing how to configure the corresponding Logger instance.
The configuring dict is searched for the following keys :
— `level` (optional). The level of the logger.
— `propagate` (optional). The propagation setting of the logger.
— `filters` (optional). A list of ids of the filters for this logger.
— `handlers` (optional). A list of ids of the handlers for this logger.
The specified loggers will be configured according to the level, propagation, filters and handlers specified.
— *root* - this will be the configuration for the root logger. Processing of the configuration will be as for any logger, except that the `propagate` setting will not be applicable.
— *incremental* - whether the configuration is to be interpreted as incremental to the existing configuration. This value defaults to `False`, which means that the specified configuration replaces the existing configuration with the same semantics as used by the existing *fileConfig()* API.
If the specified value is `True`, the configuration is processed as described in the section on *Incremental Configuration*.
— *disable_existing_loggers* - whether any existing non-root loggers are to be disabled. This setting mirrors the parameter of the same name in *fileConfig()*. If absent, this parameter defaults to `True`. This value is ignored if *incremental* is `True`.

Incremental Configuration

It is difficult to provide complete flexibility for incremental configuration. For example, because objects such as filters and formatters are anonymous, once a configuration is set up, it is not possible to refer to such anonymous objects when augmenting a configuration.

Furthermore, there is not a compelling case for arbitrarily altering the object graph of loggers, handlers, filters, formatters at run-time, once a configuration is set up; the verbosity of loggers and handlers can be controlled just by setting levels (and, in the case of loggers, propagation flags). Changing the object graph arbitrarily in a safe way is problematic in a multi-threaded environment; while not impossible, the benefits are not worth the complexity it adds to the implementation.

Thus, when the `incremental` key of a configuration dict is present and is `True`, the system will completely ignore any `formatters` and `filters` entries, and process only the `level` settings in the `handlers` entries, and the `level` and `propagate` settings in the `loggers` and `root` entries.

Using a value in the configuration dict lets configurations to be sent over the wire as pickled dicts to a socket listener. Thus, the logging verbosity of a long-running application can be altered over time with no need to stop and restart the application.

Object connections

The schema describes a set of logging objects - loggers, handlers, formatters, filters - which are connected to each other in an object graph. Thus, the schema needs to represent connections between the objects. For example, say that, once configured, a particular logger has attached to it a particular handler. For the purposes of this discussion, we can say that the logger represents the source, and the handler the destination, of a connection between the two. Of course in the configured objects this is represented by the logger holding a reference to the handler. In the configuration dict, this is done by giving each destination object an id which identifies it unambiguously, and then using the id in the source object's configuration to indicate that a connection exists between the source and the destination object with that id.

So, for example, consider the following YAML snippet :

```
formatters:
  brief:
    # configuration for formatter with id 'brief' goes here
  precise:
    # configuration for formatter with id 'precise' goes here
handlers:
  h1: #This is an id
   # configuration of handler with id 'h1' goes here
   formatter: brief
  h2: #This is another id
   # configuration of handler with id 'h2' goes here
   formatter: precise
loggers:
  foo.bar.baz:
    # other configuration for logger 'foo.bar.baz'
    handlers: [h1, h2]
```

(Note : YAML used here because it's a little more readable than the equivalent Python source form for the dictionary.)

The ids for loggers are the logger names which would be used programmatically to obtain a reference to those loggers, e.g. `foo.bar.baz`. The ids for Formatters and Filters can be any string value (such as `brief`, `precise` above) and they are transient, in that they are only meaningful for processing the configuration dictionary and used to determine connections between objects, and are not persisted anywhere when the configuration call is complete.

The above snippet indicates that logger named `foo.bar.baz` should have two handlers attached to it, which are described by the handler ids `h1` and `h2`. The formatter for `h1` is that described by id `brief`, and the formatter for `h2` is that described by id `precise`.

User-defined objects

The schema supports user-defined objects for handlers, filters and formatters. (Loggers do not need to have different types for different instances, so there is no support in this configuration schema for user-defined logger classes.)

Objects to be configured are described by dictionaries which detail their configuration. In some places, the logging system will be able to infer from the context how an object is to be instantiated, but when a user-defined object is to be instantiated, the system will not know how to do this. In order to provide complete flexibility for user-defined object instantiation, the user needs to provide a 'factory' - a callable which is called with a configuration dictionary and which returns the instantiated object. This is signalled by an absolute import path to the factory being made available under the special key `'()'`. Here's a concrete example :

```
formatters:
  brief:
    format: '%(message)s'
  default:
    format: '%(asctime)s %(levelname)-8s %(name)-15s %(message)s'
    datefmt: '%Y-%m-%d %H:%M:%S'
  custom:
      (): my.package.customFormatterFactory
      bar: baz
      spam: 99.9
      answer: 42
```

The above YAML snippet defines three formatters. The first, with id `brief`, is a standard *`logging.Formatter`* instance with the specified format string. The second, with id `default`, has a longer format and also defines the time format explicitly, and will result in a *`logging.Formatter`* initialized with those two format strings. Shown in Python source form, the `brief` and `default` formatters have configuration sub-dictionaries :

```
{
  'format' : '%(message)s'
}
```

et :

```
{
  'format' : '%(asctime)s %(levelname)-8s %(name)-15s %(message)s',
  'datefmt' : '%Y-%m-%d %H:%M:%S'
}
```

respectively, and as these dictionaries do not contain the special key `'()'`, the instantiation is inferred from the context : as a result, standard *`logging.Formatter`* instances are created. The configuration sub-dictionary for the third formatter, with id `custom`, is :

```
{
  '()' : 'my.package.customFormatterFactory',
  'bar' : 'baz',
  'spam' : 99.9,
  'answer' : 42
}
```

and this contains the special key `'()'`, which means that user-defined instantiation is wanted. In this case, the specified factory callable will be used. If it is an actual callable it will be used directly - otherwise, if you specify a string (as in the example) the actual callable will be located using normal import mechanisms. The callable will be called with the **remaining** items in the configuration sub-dictionary as keyword arguments. In the above example, the formatter with id `custom` will be assumed to be returned by the call :

```
my.package.customFormatterFactory(bar='baz', spam=99.9, answer=42)
```

The key `'()'` has been used as the special key because it is not a valid keyword parameter name, and so will not clash with the names of the keyword arguments used in the call. The `'()'` also serves as a mnemonic that the corresponding value is a callable.

Access to external objects

There are times where a configuration needs to refer to objects external to the configuration, for example `sys.stderr`. If the configuration dict is constructed using Python code, this is straightforward, but a problem arises when the configuration is provided via a text file (e.g. JSON, YAML). In a text file, there is no standard way to distinguish `sys.stderr` from the literal string `'sys.stderr'`. To facilitate this distinction, the configuration system looks for certain special prefixes in string values and treat them specially. For example, if the literal string `'ext://sys.stderr'` is provided as a value in the configuration, then the `ext://` will be stripped off and the remainder of the value processed using normal import mechanisms.

The handling of such prefixes is done in a way analogous to protocol handling : there is a generic mechanism to look for prefixes which match the regular expression `^(?P<prefix>[a-z]+)://(?P<suffix>.*)$` whereby, if the `prefix` is recognised, the `suffix` is processed in a prefix-dependent manner and the result of the processing replaces the string value. If the prefix is not recognised, then the string value will be left as-is.

Access to internal objects

As well as external objects, there is sometimes also a need to refer to objects in the configuration. This will be done implicitly by the configuration system for things that it knows about. For example, the string value `'DEBUG'` for a `level` in a logger or handler will automatically be converted to the value `logging.DEBUG`, and the `handlers`, `filters` and `formatter` entries will take an object id and resolve to the appropriate destination object.

However, a more generic mechanism is needed for user-defined objects which are not known to the *`logging`* module. For example, consider *`logging.handlers.MemoryHandler`*, which takes a `target` argument which is another handler to delegate to. Since the system already knows about this class, then in the configuration, the given `target` just needs to be the object id of the relevant target handler, and the system will resolve to the handler from the id. If, however, a user defines a `my.package.MyHandler` which has an `alternate` handler, the configuration system would not know that the `alternate` referred to a handler. To cater for this, a generic resolution system allows the user to specify :

```
handlers:
  file:
    # configuration of file handler goes here

  custom:
    (): my.package.MyHandler
    alternate: cfg://handlers.file
```

The literal string `'cfg://handlers.file'` will be resolved in an analogous way to strings with the `ext://` prefix, but looking in the configuration itself rather than the import namespace. The mechanism allows access by dot or by index, in a similar way to that provided by `str.format`. Thus, given the following snippet :

```
handlers:
  email:
    class: logging.handlers.SMTPHandler
    mailhost: localhost
    fromaddr: my_app@domain.tld
    toaddrs:
      - support_team@domain.tld
      - dev_team@domain.tld
    subject: Houston, we have a problem.
```

in the configuration, the string `'cfg://handlers'` would resolve to the dict with key `handlers`, the string `'cfg://handlers.email` would resolve to the dict with key `email` in the `handlers` dict, and so on. The string `'cfg://handlers.email.toaddrs[1]` would resolve to `'dev_team.domain.tld'` and the string `'cfg://handlers.email.toaddrs[0]'` would resolve to the value `'support_team@domain.tld'`. The `subject` value could be accessed using either `'cfg://handlers.email.subject'` or, equivalently, `'cfg://handlers.email[subject]'`. The latter form only needs to be used if the key contains spaces or non-alphanumeric characters. If an index value consists only of decimal digits, access will be attempted using the corresponding integer value, falling back to the string value if needed.

Given a string `cfg://handlers.myhandler.mykey.123`, this will resolve to `config_dict['handlers']['myhandler']['mykey']['123']`. If the string is specified as `cfg://handlers.myhandler.mykey[123]`, the system will attempt to retrieve the value from `config_dict['handlers']['myhandler']['mykey'][123]`, and fall back to `config_dict['handlers']['myhandler']['mykey']['123']` if that fails.

Import resolution and custom importers

Import resolution, by default, uses the builtin *__import__()* function to do its importing. You may want to replace this with your own importing mechanism : if so, you can replace the `importer` attribute of the `DictConfigurator` or its superclass, the `BaseConfigurator` class. However, you need to be careful because of the way functions are accessed from classes via descriptors. If you are using a Python callable to do your imports, and you want to define it at class level rather than instance level, you need to wrap it with *staticmethod()*. For example :

```
from importlib import import_module
from logging.config import BaseConfigurator

BaseConfigurator.importer = staticmethod(import_module)
```

You don't need to wrap with *staticmethod()* if you're setting the import callable on a configurator *instance*.

16.7.3 Configuration file format

The configuration file format understood by *fileConfig()* is based on *configparser* functionality. The file must contain sections called `[loggers]`, `[handlers]` and `[formatters]` which identify by name the entities of each type which are defined in the file. For each such entity, there is a separate section which identifies how that entity is configured. Thus, for a logger named `log01` in the `[loggers]` section, the relevant configuration details are held in a section `[logger_log01]`. Similarly, a handler called `hand01` in the `[handlers]` section will have its configuration held in a section called `[handler_hand01]`, while a formatter called `form01` in the `[formatters]` section will have its configuration specified in a section called `[formatter_form01]`. The root logger configuration must be specified in a section called `[logger_root]`.

Note : The *fileConfig()* API is older than the *dictConfig()* API and does not provide functionality to cover certain aspects of logging. For example, you cannot configure *Filter* objects, which provide for filtering of messages beyond simple integer levels, using *fileConfig()*. If you need to have instances of *Filter* in your logging configuration, you will need to use *dictConfig()*. Note that future enhancements to configuration functionality will be added to *dictConfig()*, so it's worth considering transitioning to this newer API when it's convenient to do so.

Examples of these sections in the file are given below.

```
[loggers]
keys=root,log02,log03,log04,log05,log06,log07

[handlers]
keys=hand01,hand02,hand03,hand04,hand05,hand06,hand07,hand08,hand09

[formatters]
keys=form01,form02,form03,form04,form05,form06,form07,form08,form09
```

The root logger must specify a level and a list of handlers. An example of a root logger section is given below.

```
[logger_root]
level=NOTSET
handlers=hand01
```

The `level` entry can be one of `DEBUG, INFO, WARNING, ERROR, CRITICAL` or `NOTSET`. For the root logger only, `NOTSET` means that all messages will be logged. Level values are *eval()*uated in the context of the `logging` package's namespace.

The `handlers` entry is a comma-separated list of handler names, which must appear in the `[handlers]` section. These names must appear in the `[handlers]` section and have corresponding sections in the configuration file.

For loggers other than the root logger, some additional information is required. This is illustrated by the following example.

```
[logger_parser]
level=DEBUG
handlers=hand01
propagate=1
qualname=compiler.parser
```

The `level` and `handlers` entries are interpreted as for the root logger, except that if a non-root logger's level is specified as `NOTSET`, the system consults loggers higher up the hierarchy to determine the effective level of the logger. The `propagate` entry is set to 1 to indicate that messages must propagate to handlers higher up the logger hierarchy from this logger, or 0 to indicate that messages are **not** propagated to handlers up the hierarchy. The `qualname` entry is the hierarchical channel name of the logger, that is to say the name used by the application to get the logger.

Sections which specify handler configuration are exemplified by the following.

```
[handler_hand01]
class=StreamHandler
level=NOTSET
formatter=form01
args=(sys.stdout,)
```

The `class` entry indicates the handler's class (as determined by *eval()* in the `logging` package's namespace). The `level` is interpreted as for loggers, and `NOTSET` is taken to mean 'log everything'.

The `formatter` entry indicates the key name of the formatter for this handler. If blank, a default formatter (`logging._defaultFormatter`) is used. If a name is specified, it must appear in the `[formatters]` section and have a corresponding section in the configuration file.

The `args` entry, when *eval()*uated in the context of the `logging` package's namespace, is the list of arguments to the constructor for the handler class. Refer to the constructors for the relevant handlers, or to the examples below, to see how typical entries are constructed. If not provided, it defaults to `()`.

The optional `kwargs` entry, when *eval()*uated in the context of the `logging` package's namespace, is the keyword argument dict to the constructor for the handler class. If not provided, it defaults to `{}`.

```
[handler_hand02]
class=FileHandler
level=DEBUG
formatter=form02
args=('python.log', 'w')

[handler_hand03]
class=handlers.SocketHandler
level=INFO
formatter=form03
args=('localhost', handlers.DEFAULT_TCP_LOGGING_PORT)

[handler_hand04]
class=handlers.DatagramHandler
level=WARN
formatter=form04
args=('localhost', handlers.DEFAULT_UDP_LOGGING_PORT)

[handler_hand05]
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
class=handlers.SysLogHandler
level=ERROR
formatter=form05
args=(('localhost', handlers.SYSLOG_UDP_PORT), handlers.SysLogHandler.LOG_USER)

[handler_hand06]
class=handlers.NTEventLogHandler
level=CRITICAL
formatter=form06
args=('Python Application', '', 'Application')

[handler_hand07]
class=handlers.SMTPHandler
level=WARN
formatter=form07
args=('localhost', 'from@abc', ['user1@abc', 'user2@xyz'], 'Logger Subject')
kwargs={'timeout': 10.0}

[handler_hand08]
class=handlers.MemoryHandler
level=NOTSET
formatter=form08
target=
args=(10, ERROR)

[handler_hand09]
class=handlers.HTTPHandler
level=NOTSET
formatter=form09
args=('localhost:9022', '/log', 'GET')
kwargs={'secure': True}
```

Sections which specify formatter configuration are typified by the following.

```
[formatter_form01]
format=F1 %(asctime)s %(levelname)s %(message)s
datefmt=
class=logging.Formatter
```

The `format` entry is the overall format string, and the `datefmt` entry is the `strftime()`-compatible date/time format string. If empty, the package substitutes something which is almost equivalent to specifying the date format string `'%Y-%m-%d %H:%M:%S'`. This format also specifies milliseconds, which are appended to the result of using the above format string, with a comma separator. An example time in this format is `2003-01-23 00:29:50,411`.

The `class` entry is optional. It indicates the name of the formatter's class (as a dotted module and class name.) This option is useful for instantiating a *`Formatter`* subclass. Subclasses of *`Formatter`* can present exception tracebacks in an expanded or condensed format.

Note : Due to the use of *`eval()`* as described above, there are potential security risks which result from using the *`listen()`* to send and receive configurations via sockets. The risks are limited to where multiple users with no mutual trust run code on the same machine; see the *`listen()`* documentation for more information.

Voir aussi :

Module *`logging`* Référence d'API pour le module de journalisation.

Module *`logging.handlers`* Gestionnaires utiles inclus avec le module de journalisation.

16.8 `logging.handlers` — Gestionnaires de journalisation

Code source : Lib/logging/handlers.py

Important

Cette page contient uniquement des informations de référence. Pour des tutoriels, veuillez consulter
— Tutoriel basique
— Tutoriel avancé
— Recettes pour la journalisation

Les gestionnaires suivants, très utiles, sont fournis dans le paquet. Notez que trois des gestionnaires (*`StreamHandler`*, *`FileHandler`* et *`NullHandler`*) sont en réalité définis dans le module *`logging`* lui-même, mais qu'ils sont documentés ici avec les autres gestionnaires.

16.8.1 Gestionnaire à flux — *StreamHandler*

La classe *`StreamHandler`*, du paquet *`logging`*, envoie les sorties de journalisation dans des flux tels que *sys.stdout*, *sys.stderr* ou n'importe quel objet fichier-compatible (ou, plus précisément, tout objet qui gère les méthodes `write()` et `flush()`).

class `logging.`**StreamHandler**(*stream=None*)

Renvoie une nouvelle instance de la classe *`StreamHandler`*. Si *stream* est spécifié, l'instance l'utilise pour les sorties de journalisation ; autrement elle utilise *sys.stderr*.

emit(*record*)

If a formatter is specified, it is used to format the record. The record is then written to the stream with a terminator. If exception information is present, it is formatted using *`traceback.print_exception()`* and appended to the stream.

flush()

Purge le flux en appelant sa méthode *`flush()`*. Notez que la méthode `close()` est héritée de *`Handler`* donc elle n'écrit rien. Par conséquent, un appel explicite à *`flush()`* peut parfois s'avérer nécessaire.

setStream(*stream*)

Définit le flux de l'instance à la valeur spécifiée, si elle est différente. L'ancien flux est purgé avant que le nouveau flux ne soit établi.

Paramètres **stream** -- Le flux que le gestionnaire doit utiliser.

Renvoie l'ancien flux, si le flux a été changé, ou *None* s'il ne l'a pas été.

Nouveau dans la version 3.7.

Modifié dans la version 3.2 : The `StreamHandler` class now has a `terminator` attribute, default value `'\n'`, which is used as the terminator when writing a formatted record to a stream. If you don't want this newline termination, you can set the handler instance's `terminator` attribute to the empty string. In earlier versions, the terminator was hardcoded as `'\n'`.

16.8.2 Gestionnaire à fichier — *FileHandler*

La classe `FileHandler`, du paquet `logging`, envoie les sorties de journalisation dans un fichier. Elle hérite des fonctionnalités de sortie de `StreamHandler`.

class logging.**FileHandler**(*filename*, *mode='a'*, *encoding=None*, *delay=False*)

Returns a new instance of the `FileHandler` class. The specified file is opened and used as the stream for logging. If *mode* is not specified, `'a'` is used. If *encoding* is not `None`, it is used to open the file with that encoding. If *delay* is true, then file opening is deferred until the first call to `emit()`. By default, the file grows indefinitely.

Modifié dans la version 3.6 : L'argument *filename* accepte les objets `Path` aussi bien que les chaînes de caractères.

close()

Ferme le fichier.

emit(*record*)

Écrit l'enregistrement dans le fichier.

16.8.3 Gestionnaire à puits sans fond — *NullHandler*

Nouveau dans la version 3.1.

La classe `NullHandler`, située dans le paquet principal `logging`, ne produit aucun formatage ni sortie. C'est essentiellement un gestionnaire « fantôme » destiné aux développeurs de bibliothèques.

class logging.**NullHandler**

Renvoie une nouvelle instance de la classe `NullHandler`.

emit(*record*)

Cette méthode ne fait rien.

handle(*record*)

Cette méthode ne fait rien.

createLock()

Cette méthode renvoie `None` pour le verrou, étant donné qu'il n'y a aucun flux d'entrée-sortie sous-jacent dont l'accès doit être sérialisé.

Voir library-config pour plus d'information sur l'utilisation de `NullHandler`.

16.8.4 Gestionnaire à fichier avec surveillance — *WatchedFileHandler*

La classe `WatchedFileHandler`, située dans le module `logging.handlers`, est un `FileHandler` qui surveille le fichier dans lequel il journalise. Si le fichier change, il est fermé et rouvert en utilisant le nom du fichier.

Un changement du fichier peut arriver à cause de l'utilisation de programmes tels que *newsyslog* ou *logrotate* qui assurent le roulement des fichiers de journalisation. Ce gestionnaire, destiné à une utilisation sous Unix/Linux, surveille le fichier pour voir s'il a changé depuis la dernière écriture (un fichier est réputé avoir changé si son nœud d'index ou le périphérique auquel il est rattaché a changé). Si le fichier a changé, l'ancien flux vers ce fichier est fermé, et le fichier est ouvert pour établir un nouveau flux.

Ce gestionnaire n'est pas approprié pour une utilisation sous *Windows*, car sous *Windows* les fichiers de journalisation ouverts ne peuvent être ni déplacés, ni renommés — la journalisation ouvre les fichiers avec des verrous exclusifs — de telle sorte qu'il n'y a pas besoin d'un tel gestionnaire. En outre, *ST_INO* n'est pas géré par *Windows* ; `stat()` renvoie toujours zéro pour cette valeur.

class logging.handlers.**WatchedFileHandler**(*filename*, *mode='a'*, *encoding=None*, *delay=False*)

Returns a new instance of the `WatchedFileHandler` class. The specified file is opened and used as the stream for logging. If *mode* is not specified, `'a'` is used. If *encoding* is not `None`, it is used to open the file with that encoding. If *delay* is true, then file opening is deferred until the first call to `emit()`. By default, the file grows indefinitely.

Modifié dans la version 3.6 : L'argument *filename* accepte les objets `Path` aussi bien que les chaînes de caractères.

reopenIfNeeded()
Vérifie si le fichier a changé. Si c'est le cas, le flux existant est purgé et fermé et le fichier est rouvert, généralement avant d'effectuer l'écriture de l'enregistrement dans le fichier.

Nouveau dans la version 3.6.

emit(*record*)
Écrit l'enregistrement dans le fichier, mais appelle d'abord `reopenIfNeeded()` pour rouvrir le fichier s'il a changé.

16.8.5 Base des gestionnaires à roulement *BaseRotatingHandler*

La classe `BaseRotatingHandler`, située dans le module `logging.handlers`, est la classe de base pour les gestionnaires à roulement, `RotatingFileHandler` et `TimedRotatingFileHandler`. Vous ne devez pas initialiser cette classe, mais elle a des attributs et des méthodes que vous devrez peut-être surcharger.

class logging.handlers.**BaseRotatingHandler**(*filename*, *mode*, *encoding=None*, *delay=False*)
Les paramètres sont les mêmes que pour `FileHandler`. Les attributs sont :

namer
Si cet attribut est défini en tant qu'appelable, la méthode `rotation_filename()` se rapporte à cet appelable. Les paramètres passés à l'appelable sont ceux passés à `rotation_filename()`.

Note : La fonction *namer* est appelée pas mal de fois durant le roulement, de telle sorte qu'elle doit être aussi simple et rapide que possible. Elle doit aussi renvoyer toujours la même sortie pour une entrée donnée, autrement le comportement du roulement pourrait être différent de celui attendu.

Nouveau dans la version 3.3.

rotator
Si cet attribut est défini en tant qu'appelable, cet appelable se substitue à la méthode `rotate()`. Les paramètres passés à l'appelable sont ceux passés à `rotate()`.

Nouveau dans la version 3.3.

rotation_filename(*default_name*)
Modifie le nom du fichier d'un fichier de journalisation lors du roulement.

Cette méthode sert à pouvoir produire un nom de fichier personnalisé.

L'implémentation par défaut appelle l'attribut *namer* du gestionnaire, si c'est un appelable, lui passant le nom par défaut. Si l'attribut n'est pas un appelable (le défaut est `None`), le nom est renvoyé tel quel.

Paramètres **default_name** -- Le nom par défaut du fichier de journalisation.

Nouveau dans la version 3.3.

rotate(*source*, *dest*)
Lors du roulement, effectue le roulement du journal courant.

L'implémentation par défaut appelle l'attribut *rotator* du gestionnaire, si c'est un appelable, lui passant les arguments *source* et *dest*. Si l'attribut n'est pas un appelable (le défaut est `None`), le nom de la source est simplement renommé avec la destination.

Paramètres
- **source** -- Le nom du fichier source. Il s'agit normalement du nom du fichier, par exemple `"test.log"`.
- **dest** -- Le nom du fichier de destination. Il s'agit normalement du nom donné à la source après le roulement, par exemple `"test.log.1"`.

Nouveau dans la version 3.3.

La raison d'être de ces attributs est de vous épargner la création d'une sous-classe — vous pouvez utiliser les mêmes appels pour des instances de `RotatingFileHandler` et `TimedRotatingFileHandler`. Si le *namer* ou le *rotator* appelable lève une exception, ce sera géré de la même manière que n'importe quelle exception durant un appel `emit()`, c'est-à-dire par la méthode `handleError()` du gestionnaire.

Si vous avez besoin de faire d'importantes modifications au processus de roulement, surchargez les méthodes.

Pour un exemple, voir cookbook-rotator-namer.

16.8.6 Gestionnaire à roulement de fichiers — *RotatingFileHandler*

La classe `RotatingFileHandler`, située dans le module `logging.handlers`, gère le roulement des fichiers de journalisation sur disque.

class logging.handlers.**RotatingFileHandler**(*filename*, *mode='a'*, *maxBytes=0*, *backupCount=0*, *encoding=None*, *delay=False*)

Returns a new instance of the `RotatingFileHandler` class. The specified file is opened and used as the stream for logging. If *mode* is not specified, `'a'` is used. If *encoding* is not `None`, it is used to open the file with that encoding. If *delay* is true, then file opening is deferred until the first call to `emit()`. By default, the file grows indefinitely.

Utilisez les valeurs *maxBytes* et *backupCount* pour autoriser le roulement du fichier (*rollover*) à une taille prédéterminée. Quand la taille limite est sur le point d'être dépassée, le fichier est fermé et un nouveau fichier est discrètement ouvert en tant que sortie. Un roulement se produit dès que le fichier de journalisation actuel atteint presque une taille de *maxBytes* ; si *maxBytes* ou *backupCount* est à 0, le roulement ne se produit jamais, donc en temps normal il convient de définir *backupCount* à au moins 1, et avoir une valeur de *maxBytes* non nulle. Quand *backupCount* est non nul, le système sauvegarde les anciens fichiers de journalisation en leur ajoutant au nom du fichier, les suffixes `".1"`, `".2"` et ainsi de suite. Par exemple, avec un *backupCount* de 5 et `app.log` comme radical du fichier, vous obtiendrez `app.log`, `app.log.1`, `app.log.2`, jusqu'à `app.log.5`. Le fichier dans lequel on écrit est toujours `app.log`. Quand ce fichier est rempli, il est fermé et renommé en `app.log.1`, et si les fichiers `app.log.1`, `app.log.2`, etc. existent, alors ils sont renommés respectivement en `app.log.2`, `app.log.3` etc.

Modifié dans la version 3.6 : L'argument *filename* accepte les objets `Path` aussi bien que les chaînes de caractères.

doRollover()

Effectue un roulement, comme décrit au-dessus.

emit(*record*)

Écrit l'enregistrement dans le fichier, effectuant un roulement au besoin comme décrit précédemment.

16.8.7 Gestionnaire à roulement de fichiers périodique — *TimedRotatingFileHandler*

La classe `TimedRotatingFileHandler`, située dans le module `logging.handlers`, gère le roulement des fichiers de journalisation sur le disque à un intervalle de temps spécifié.

class logging.handlers.**TimedRotatingFileHandler**(*filename*, *when='h'*, *interval=1*, *backupCount=0*, *encoding=None*, *delay=False*, *utc=False*, *atTime=None*)

Renvoie une nouvelle instance de la classe `TimedRotatingFileHandler`. Le fichier spécifié est ouvert et utilisé en tant que flux de sortie pour la journalisation. Au moment du roulement, il met également à jour le suffixe du nom du fichier. Le roulement se produit sur la base combinée de *when* et *interval*.

Utilisez le *when* pour spécifier le type de l'*interval*. La liste des valeurs possibles est ci-dessous. Notez qu'elles sont sensibles à la casse.

Valeur	Type d'intervalle	Si/comment *atTime* est utilisé
`'S'`	Secondes	Ignoré
`'M'`	Minutes	Ignoré
`'H'`	Heures	Ignoré
`'D'`	Jours	Ignoré
`'W0'-'W6'`	Jour de la semaine (0=lundi)	Utilisé pour calculer le moment du roulement
`'midnight'`	Roulement du fichier à minuit, si *atTime* n'est pas spécifié, sinon à l'heure *atTime*	Utilisé pour calculer le moment du roulement

Lors de l'utilisation d'un roulement basé sur les jours de la semaine, définir *W0* pour lundi, *W1* pour mardi, et ainsi de suite jusqu'à *W6* pour dimanche. Dans ce cas, la valeur indiquée pour *interval* n'est pas utilisée.

Le système sauvegarde les anciens fichiers de journalisation en ajoutant une extension au nom du fichier. Les extensions sont basées sur la date et l'heure, en utilisation le format *strftime* `%Y-%m-%d_%H-%M-%S` ou le début de celui-ci, selon l'intervalle du roulement.

Lors du premier calcul du roulement suivant (quand le gestionnaire est créé), la dernière date de modification d'un fichier de journalisation existant, ou sinon la date actuelle, est utilisée pour calculer la date du prochain roulement.

If the *utc* argument is true, times in UTC will be used ; otherwise local time is used.

If *backupCount* is nonzero, at most *backupCount* files will be kept, and if more would be created when rollover occurs, the oldest one is deleted. The deletion logic uses the interval to determine which files to delete, so changing the interval may leave old files lying around.

If *delay* is true, then file opening is deferred until the first call to `emit()`.

If *atTime* is not `None`, it must be a `datetime.time` instance which specifies the time of day when rollover occurs, for the cases where rollover is set to happen "at midnight" or "on a particular weekday". Note that in these cases, the *atTime* value is effectively used to compute the *initial* rollover, and subsequent rollovers would be calculated via the normal interval calculation.

Note : Calculation of the initial rollover time is done when the handler is initialised. Calculation of subsequent rollover times is done only when rollover occurs, and rollover occurs only when emitting output. If this is not kept in mind, it might lead to some confusion. For example, if an interval of "every minute" is set, that does not mean you will always see log files with times (in the filename) separated by a minute ; if, during application execution, logging output is generated more frequently than once a minute, *then* you can expect to see log files with times separated by a minute. If, on the other hand, logging messages are only output once every five minutes (say), then there will be gaps in the file times corresponding to the minutes where no output (and hence no rollover) occurred.

Modifié dans la version 3.4 : *atTime* parameter was added.

Modifié dans la version 3.6 : L'argument *filename* accepte les objets `Path` aussi bien que les chaînes de caractères.

doRollover()
Effectue un roulement, comme décrit au-dessus.

emit(*record*)
Outputs the record to the file, catering for rollover as described above.

16.8.8 SocketHandler

The `SocketHandler` class, located in the `logging.handlers` module, sends logging output to a network socket. The base class uses a TCP socket.

class logging.handlers.**SocketHandler**(*host*, *port*)
Returns a new instance of the `SocketHandler` class intended to communicate with a remote machine whose address is given by *host* and *port*.

Modifié dans la version 3.4 : If `port` is specified as `None`, a Unix domain socket is created using the value in `host` - otherwise, a TCP socket is created.

close()
Closes the socket.

emit()
Pickles the record's attribute dictionary and writes it to the socket in binary format. If there is an error with the socket, silently drops the packet. If the connection was previously lost, re-establishes the connection. To unpickle the record at the receiving end into a `LogRecord`, use the `makeLogRecord()` function.

handleError()
Handles an error which has occurred during `emit()`. The most likely cause is a lost connection. Closes the socket so that we can retry on the next event.

makeSocket()
This is a factory method which allows subclasses to define the precise type of socket they want. The default implementation creates a TCP socket (*socket.SOCK_STREAM*).

makePickle(*record*)
Pickles the record's attribute dictionary in binary format with a length prefix, and returns it ready for transmission across the socket. The details of this operation are equivalent to :

```
data = pickle.dumps(record_attr_dict, 1)
datalen = struct.pack('>L', len(data))
return datalen + data
```

Note that pickles aren't completely secure. If you are concerned about security, you may want to override this method to implement a more secure mechanism. For example, you can sign pickles using HMAC and then verify them on the receiving end, or alternatively you can disable unpickling of global objects on the receiving end.

send(*packet*)
Send a pickled byte-string *packet* to the socket. The format of the sent byte-string is as described in the documentation for *makePickle()*.

This function allows for partial sends, which can happen when the network is busy.

createSocket()
Tries to create a socket ; on failure, uses an exponential back-off algorithm. On initial failure, the handler will drop the message it was trying to send. When subsequent messages are handled by the same instance, it will not try connecting until some time has passed. The default parameters are such that the initial delay is one second, and if after that delay the connection still can't be made, the handler will double the delay each time up to a maximum of 30 seconds.

This behaviour is controlled by the following handler attributes :
— `retryStart` (initial delay, defaulting to 1.0 seconds).
— `retryFactor` (multiplier, defaulting to 2.0).
— `retryMax` (maximum delay, defaulting to 30.0 seconds).
This means that if the remote listener starts up *after* the handler has been used, you could lose messages (since the handler won't even attempt a connection until the delay has elapsed, but just silently drop messages during the delay period).

16.8.9 DatagramHandler

The *DatagramHandler* class, located in the *logging.handlers* module, inherits from *SocketHandler* to support sending logging messages over UDP sockets.

class logging.handlers.**DatagramHandler**(*host*, *port*)
Returns a new instance of the *DatagramHandler* class intended to communicate with a remote machine whose address is given by *host* and *port*.

Modifié dans la version 3.4 : If `port` is specified as `None`, a Unix domain socket is created using the value in `host` - otherwise, a UDP socket is created.

emit()
Pickles the record's attribute dictionary and writes it to the socket in binary format. If there is an error with the socket, silently drops the packet. To unpickle the record at the receiving end into a *LogRecord*, use the *makeLogRecord()* function.

makeSocket()
The factory method of *SocketHandler* is here overridden to create a UDP socket (*socket.SOCK_DGRAM*).

send(*s*)
Send a pickled byte-string to a socket. The format of the sent byte-string is as described in the documentation for *SocketHandler.makePickle()*.

16.8.10 SysLogHandler

The *SysLogHandler* class, located in the *logging.handlers* module, supports sending logging messages to a remote or local Unix syslog.

class logging.handlers.**SysLogHandler**(*address=('localhost', SYSLOG_UDP_PORT)*, *facility=LOG_USER*, *socktype=socket.SOCK_DGRAM*)

Returns a new instance of the *SysLogHandler* class intended to communicate with a remote Unix machine whose address is given by *address* in the form of a `(host, port)` tuple. If *address* is not specified, `('localhost', 514)` is used. The address is used to open a socket. An alternative to providing a `(host, port)` tuple is providing an address as a string, for example '/dev/log'. In this case, a Unix domain socket is used to send the message to the syslog. If *facility* is not specified, `LOG_USER` is used. The type of socket opened depends on the *socktype* argument, which defaults to *socket.SOCK_DGRAM* and thus opens a UDP socket. To open a TCP socket (for use with the newer syslog daemons such as rsyslog), specify a value of *socket.SOCK_STREAM*.

Note that if your server is not listening on UDP port 514, *SysLogHandler* may appear not to work. In that case, check what address you should be using for a domain socket - it's system dependent. For example, on Linux it's usually '/dev/log' but on OS/X it's '/var/run/syslog'. You'll need to check your platform and use the appropriate address (you may need to do this check at runtime if your application needs to run on several platforms). On Windows, you pretty much have to use the UDP option.

Modifié dans la version 3.2 : *socktype* was added.

close()

Closes the socket to the remote host.

emit(*record*)

The record is formatted, and then sent to the syslog server. If exception information is present, it is *not* sent to the server.

Modifié dans la version 3.2.1 : (See : bpo-12168.) In earlier versions, the message sent to the syslog daemons was always terminated with a NUL byte, because early versions of these daemons expected a NUL terminated message - even though it's not in the relevant specification (**RFC 5424**). More recent versions of these daemons don't expect the NUL byte but strip it off if it's there, and even more recent daemons (which adhere more closely to RFC 5424) pass the NUL byte on as part of the message.

To enable easier handling of syslog messages in the face of all these differing daemon behaviours, the appending of the NUL byte has been made configurable, through the use of a class-level attribute, `append_nul`. This defaults to `True` (preserving the existing behaviour) but can be set to `False` on a `SysLogHandler` instance in order for that instance to *not* append the NUL terminator.

Modifié dans la version 3.3 : (See : bpo-12419.) In earlier versions, there was no facility for an "ident" or "tag" prefix to identify the source of the message. This can now be specified using a class-level attribute, defaulting to `""` to preserve existing behaviour, but which can be overridden on a `SysLogHandler` instance in order for that instance to prepend the ident to every message handled. Note that the provided ident must be text, not bytes, and is prepended to the message exactly as is.

encodePriority(*facility*, *priority*)

Encodes the facility and priority into an integer. You can pass in strings or integers - if strings are passed, internal mapping dictionaries are used to convert them to integers.

The symbolic `LOG_` values are defined in *SysLogHandler* and mirror the values defined in the `sys/syslog.h` header file.

Priorities

Name (string)	Symbolic value
`alert`	LOG_ALERT
`crit` ou `critical`	LOG_CRIT
`debug`	LOG_DEBUG
`emerg` ou `panic`	LOG_EMERG
`err` ou `error`	LOG_ERR
`info`	LOG_INFO
`notice`	LOG_NOTICE
`warn` ou `warning`	LOG_WARNING

Facilities

Name (string)	Symbolic value
auth	LOG_AUTH
authpriv	LOG_AUTHPRIV
cron	LOG_CRON
daemon	LOG_DAEMON
ftp	LOG_FTP
kern	LOG_KERN
lpr	LOG_LPR
mail	LOG_MAIL
news	LOG_NEWS
syslog	LOG_SYSLOG
user	LOG_USER
uucp	LOG_UUCP
local0	LOG_LOCAL0
local1	LOG_LOCAL1
local2	LOG_LOCAL2
local3	LOG_LOCAL3
local4	LOG_LOCAL4
local5	LOG_LOCAL5
local6	LOG_LOCAL6
local7	LOG_LOCAL7

mapPriority(*levelname*)

Maps a logging level name to a syslog priority name. You may need to override this if you are using custom levels, or if the default algorithm is not suitable for your needs. The default algorithm maps DEBUG, INFO, WARNING, ERROR and CRITICAL to the equivalent syslog names, and all other level names to 'warning'.

16.8.11 NTEventLogHandler

The *NTEventLogHandler* class, located in the *logging.handlers* module, supports sending logging messages to a local Windows NT, Windows 2000 or Windows XP event log. Before you can use it, you need Mark Hammond's Win32 extensions for Python installed.

class logging.handlers.**NTEventLogHandler**(*appname*, *dllname=None*, *logtype='Application'*)

Returns a new instance of the *NTEventLogHandler* class. The *appname* is used to define the application name as it appears in the event log. An appropriate registry entry is created using this name. The *dllname* should give the fully qualified pathname of a .dll or .exe which contains message definitions to hold in the log (if not specified, 'win32service.pyd' is used - this is installed with the Win32 extensions and contains some basic placeholder message definitions. Note that use of these placeholders will make your event logs big, as the entire message source is held in the log. If you want slimmer logs, you have to pass in the name of your own .dll or .exe which contains the message definitions you want to use in the event log). The *logtype* is one of 'Application', 'System' or 'Security', and defaults to 'Application'.

close()

At this point, you can remove the application name from the registry as a source of event log entries. However, if you do this, you will not be able to see the events as you intended in the Event Log Viewer - it needs to be able to access the registry to get the .dll name. The current version does not do this.

emit(*record*)

Determines the message ID, event category and event type, and then logs the message in the NT event log.

getEventCategory(*record*)

Returns the event category for the record. Override this if you want to specify your own categories. This version returns 0.

getEventType(*record*)

Returns the event type for the record. Override this if you want to specify your own types. This version

does a mapping using the handler's typemap attribute, which is set up in `__init__()` to a dictionary which contains mappings for `DEBUG`, `INFO`, `WARNING`, `ERROR` and `CRITICAL`. If you are using your own levels, you will either need to override this method or place a suitable dictionary in the handler's *typemap* attribute.

getMessageID(*record*)

Returns the message ID for the record. If you are using your own messages, you could do this by having the *msg* passed to the logger being an ID rather than a format string. Then, in here, you could use a dictionary lookup to get the message ID. This version returns 1, which is the base message ID in `win32service.pyd`.

16.8.12 SMTPHandler

The *SMTPHandler* class, located in the *logging.handlers* module, supports sending logging messages to an email address via SMTP.

class logging.handlers.**SMTPHandler**(*mailhost*, *fromaddr*, *toaddrs*, *subject*, *credentials=None*, *secure=None*, *timeout=1.0*)

Returns a new instance of the *SMTPHandler* class. The instance is initialized with the from and to addresses and subject line of the email. The *toaddrs* should be a list of strings. To specify a non-standard SMTP port, use the (host, port) tuple format for the *mailhost* argument. If you use a string, the standard SMTP port is used. If your SMTP server requires authentication, you can specify a (username, password) tuple for the *credentials* argument.

To specify the use of a secure protocol (TLS), pass in a tuple to the *secure* argument. This will only be used when authentication credentials are supplied. The tuple should be either an empty tuple, or a single-value tuple with the name of a keyfile, or a 2-value tuple with the names of the keyfile and certificate file. (This tuple is passed to the *smtplib.SMTP.starttls()* method.)

A timeout can be specified for communication with the SMTP server using the *timeout* argument.

Nouveau dans la version 3.3 : The *timeout* argument was added.

emit(*record*)

Formats the record and sends it to the specified addressees.

getSubject(*record*)

If you want to specify a subject line which is record-dependent, override this method.

16.8.13 MemoryHandler

The *MemoryHandler* class, located in the *logging.handlers* module, supports buffering of logging records in memory, periodically flushing them to a *target* handler. Flushing occurs whenever the buffer is full, or when an event of a certain severity or greater is seen.

MemoryHandler is a subclass of the more general *BufferingHandler*, which is an abstract class. This buffers logging records in memory. Whenever each record is added to the buffer, a check is made by calling `shouldFlush()` to see if the buffer should be flushed. If it should, then `flush()` is expected to do the flushing.

class logging.handlers.**BufferingHandler**(*capacity*)

Initializes the handler with a buffer of the specified capacity. Here, *capacity* means the number of logging records buffered.

emit(*record*)

Append the record to the buffer. If *shouldFlush()* returns true, call *flush()* to process the buffer.

flush()

You can override this to implement custom flushing behavior. This version just zaps the buffer to empty.

shouldFlush(*record*)

Return `True` if the buffer is up to capacity. This method can be overridden to implement custom flushing strategies.

class logging.handlers.**MemoryHandler**(*capacity*, *flushLevel=ERROR*, *target=None*, *flushOnClose=True*)

Returns a new instance of the *MemoryHandler* class. The instance is initialized with a buffer size of *capacity*

(number of records buffered). If *flushLevel* is not specified, `ERROR` is used. If no *target* is specified, the target will need to be set using *setTarget()* before this handler does anything useful. If *flushOnClose* is specified as `False`, then the buffer is *not* flushed when the handler is closed. If not specified or specified as `True`, the previous behaviour of flushing the buffer will occur when the handler is closed.

Modifié dans la version 3.6 : The *flushOnClose* parameter was added.

close()
Calls *flush()*, sets the target to `None` and clears the buffer.

flush()
For a *MemoryHandler*, flushing means just sending the buffered records to the target, if there is one. The buffer is also cleared when this happens. Override if you want different behavior.

setTarget(*target*)
Sets the target handler for this handler.

shouldFlush(*record*)
Checks for buffer full or a record at the *flushLevel* or higher.

16.8.14 HTTPHandler

The *HTTPHandler* class, located in the *logging.handlers* module, supports sending logging messages to a Web server, using either `GET` or `POST` semantics.

class logging.handlers.**HTTPHandler**(*host*, *url*, *method='GET'*, *secure=False*, *credentials=None*, *context=None*)
Returns a new instance of the *HTTPHandler* class. The *host* can be of the form `host:port`, should you need to use a specific port number. If no *method* is specified, `GET` is used. If *secure* is true, a HTTPS connection will be used. The *context* parameter may be set to a *ssl.SSLContext* instance to configure the SSL settings used for the HTTPS connection. If *credentials* is specified, it should be a 2-tuple consisting of userid and password, which will be placed in a HTTP 'Authorization' header using Basic authentication. If you specify credentials, you should also specify secure=True so that your userid and password are not passed in cleartext across the wire.

Modifié dans la version 3.5 : The *context* parameter was added.

mapLogRecord(*record*)
Provides a dictionary, based on `record`, which is to be URL-encoded and sent to the web server. The default implementation just returns `record.__dict__`. This method can be overridden if e.g. only a subset of *LogRecord* is to be sent to the web server, or if more specific customization of what's sent to the server is required.

emit(*record*)
Sends the record to the Web server as a URL-encoded dictionary. The *mapLogRecord()* method is used to convert the record to the dictionary to be sent.

Note : Since preparing a record for sending it to a Web server is not the same as a generic formatting operation, using *setFormatter()* to specify a *Formatter* for a *HTTPHandler* has no effect. Instead of calling *format()*, this handler calls *mapLogRecord()* and then *urllib.parse.urlencode()* to encode the dictionary in a form suitable for sending to a Web server.

16.8.15 QueueHandler

Nouveau dans la version 3.2.

The *QueueHandler* class, located in the *logging.handlers* module, supports sending logging messages to a queue, such as those implemented in the *queue* or *multiprocessing* modules.

Along with the *QueueListener* class, *QueueHandler* can be used to let handlers do their work on a separate thread from the one which does the logging. This is important in Web applications and also other service applications where threads servicing clients need to respond as quickly as possible, while any potentially slow operations (such as sending an email via *SMTPHandler*) are done on a separate thread.

class logging.handlers.**QueueHandler**(*queue*)

Returns a new instance of the *QueueHandler* class. The instance is initialized with the queue to send messages to. The *queue* can be any queue-like object ; it's used as-is by the *enqueue()* method, which needs to know how to send messages to it. The queue is not *required* to have the task tracking API, which means that you can use *SimpleQueue* instances for *queue*.

emit(*record*)

Enqueues the result of preparing the LogRecord. Should an exception occur (e.g. because a bounded queue has filled up), the *handleError()* method is called to handle the error. This can result in the record silently being dropped (if `logging.raiseExceptions` is `False`) or a message printed to `sys.stderr` (if `logging.raiseExceptions` is `True`).

prepare(*record*)

Prepares a record for queuing. The object returned by this method is enqueued.

The base implementation formats the record to merge the message, arguments, and exception information, if present. It also removes unpickleable items from the record in-place.

You might want to override this method if you want to convert the record to a dict or JSON string, or send a modified copy of the record while leaving the original intact.

enqueue(*record*)

Enqueues the record on the queue using `put_nowait()` ; you may want to override this if you want to use blocking behaviour, or a timeout, or a customized queue implementation.

16.8.16 QueueListener

Nouveau dans la version 3.2.

The *QueueListener* class, located in the *logging.handlers* module, supports receiving logging messages from a queue, such as those implemented in the *queue* or *multiprocessing* modules. The messages are received from a queue in an internal thread and passed, on the same thread, to one or more handlers for processing. While *QueueListener* is not itself a handler, it is documented here because it works hand-in-hand with *QueueHandler*.

Along with the *QueueHandler* class, *QueueListener* can be used to let handlers do their work on a separate thread from the one which does the logging. This is important in Web applications and also other service applications where threads servicing clients need to respond as quickly as possible, while any potentially slow operations (such as sending an email via *SMTPHandler*) are done on a separate thread.

class logging.handlers.**QueueListener**(*queue*, **handlers*, *respect_handler_level=False*)

Returns a new instance of the *QueueListener* class. The instance is initialized with the queue to send messages to and a list of handlers which will handle entries placed on the queue. The queue can be any queue-like object ; it's passed as-is to the *dequeue()* method, which needs to know how to get messages from it. The queue is not *required* to have the task tracking API (though it's used if available), which means that you can use *SimpleQueue* instances for *queue*.

If `respect_handler_level` is `True`, a handler's level is respected (compared with the level for the message) when deciding whether to pass messages to that handler ; otherwise, the behaviour is as in previous Python versions - to always pass each message to each handler.

Modifié dans la version 3.5 : The `respect_handler_level` argument was added.

dequeue(*block*)

Dequeues a record and return it, optionally blocking.

The base implementation uses `get()`. You may want to override this method if you want to use timeouts or work with custom queue implementations.

prepare(*record*)

Prepare a record for handling.

This implementation just returns the passed-in record. You may want to override this method if you need to do any custom marshalling or manipulation of the record before passing it to the handlers.

handle(*record*)

Handle a record.

This just loops through the handlers offering them the record to handle. The actual object passed to the handlers is that which is returned from *prepare()*.

start()
Starts the listener.
This starts up a background thread to monitor the queue for LogRecords to process.

stop()
Stops the listener.
This asks the thread to terminate, and then waits for it to do so. Note that if you don't call this before your application exits, there may be some records still left on the queue, which won't be processed.

enqueue_sentinel()
Writes a sentinel to the queue to tell the listener to quit. This implementation uses `put_nowait()`. You may want to override this method if you want to use timeouts or work with custom queue implementations.
Nouveau dans la version 3.3.

Voir aussi :

Module *logging* Référence d'API pour le module de journalisation.

Module *logging.config* API de configuration pour le module de journalisation.

16.9 Saisie de mot de passe portable

Source code : Lib/getpass.py

Le module *getpass* fournit 2 fonctions :

getpass.**getpass**(*prompt='Password : '*, *stream=None*)
Affiche une demande de mot de passe sans renvoyer d'écho. L'utilisateur est invité en utilisant la string *prompt*, avec en valeur par défaut `'Password: '`. Avec Unix, l'invite est écrite dans l'objet fichier *stream* en utilisant si besoin le *replace error handler*. *stream* sera par défaut le terminal de contrôle (`/dev/tty`), ou si celui ci n'est pas disponible ce sera `sys.stderr` (cet argument sera ignoré sur Windows).
Si aucune saisie en mode sans affichage n'est disponible, `getpass()` se résoudra à afficher un message d'avertissement vers *stream*, puis lire l'entrée depuis `sys.stdin`, en levant une *GetPassWarning*.

Note : Si vous appelez *getpass* depuis IDLE, la saisie peut être faite dans le terminal depuis lequel IDLE a été lancé, plutôt que dans la fenêtre d'IDLE.

---

exception getpass.**GetPassWarning**
Une sous classe d'exception *UserWarning* est levée quand le mot de passe saisi pourrait être affiché.

getpass.**getuser**()
Renvoie le *login name* de l'utilisateur.
Cette fonction examine les variables d'environnement `LOGNAME`, `USER`, `LNAME` et `USERNAME`, dans cet ordre, et renvoie la valeur de la première qui a comme valeur une string non vide. Si aucune des variables n'est renseignée, dans le cas de systèmes qui prennent en charge le module *pwd*, le *login name* de la base de données des mots de passes est renvoyé, pour les autres systèmes une exception est levée.
En général, préférez cette fonction à *os.getlogin()*.

16.10 `curses` --- Terminal handling for character-cell displays

The *curses* module provides an interface to the curses library, the de-facto standard for portable advanced terminal handling.

While curses is most widely used in the Unix environment, versions are available for Windows, DOS, and possibly other systems as well. This extension module is designed to match the API of ncurses, an open-source curses library hosted on Linux and the BSD variants of Unix.

Note : Whenever the documentation mentions a *character* it can be specified as an integer, a one-character Unicode string or a one-byte byte string.

Whenever the documentation mentions a *character string* it can be specified as a Unicode string or a byte string.

Note : Since version 5.4, the ncurses library decides how to interpret non-ASCII data using the `nl_langinfo` function. That means that you have to call *locale.setlocale()* in the application and encode Unicode strings using one of the system's available encodings. This example uses the system's default encoding :

```
import locale
locale.setlocale(locale.LC_ALL, '')
code = locale.getpreferredencoding()
```

Then use *code* as the encoding for *str.encode()* calls.

Voir aussi :

Module *curses.ascii* Utilities for working with ASCII characters, regardless of your locale settings.

Module *curses.panel* A panel stack extension that adds depth to curses windows.

Module *curses.textpad* Editable text widget for curses supporting **Emacs**-like bindings.

curses-howto Tutorial material on using curses with Python, by Andrew Kuchling and Eric Raymond.

The Tools/demo/ directory in the Python source distribution contains some example programs using the curses bindings provided by this module.

16.10.1 Fonctions

The module *curses* defines the following exception :

exception curses.**error**
Exception raised when a curses library function returns an error.

Note : Whenever *x* or *y* arguments to a function or a method are optional, they default to the current cursor location. Whenever *attr* is optional, it defaults to `A_NORMAL`.

The module *curses* defines the following functions :

curses.**baudrate**()
Return the output speed of the terminal in bits per second. On software terminal emulators it will have a fixed high value. Included for historical reasons; in former times, it was used to write output loops for time delays and occasionally to change interfaces depending on the line speed.

curses.**beep**()
Emit a short attention sound.

curses.**can_change_color**()
Return True or False, depending on whether the programmer can change the colors displayed by the terminal.

curses.**cbreak**()
Enter cbreak mode. In cbreak mode (sometimes called "rare" mode) normal tty line buffering is turned off and characters are available to be read one by one. However, unlike raw mode, special characters (interrupt, quit, suspend, and flow control) retain their effects on the tty driver and calling program. Calling first *raw()* then *cbreak()* leaves the terminal in cbreak mode.

curses.**color_content**(*color_number*)
Return the intensity of the red, green, and blue (RGB) components in the color *color_number*, which must be between 0 and COLORS. Return a 3-tuple, containing the R,G,B values for the given color, which will be between 0 (no component) and 1000 (maximum amount of component).

curses.**color_pair**(*color_number*)
Return the attribute value for displaying text in the specified color. This attribute value can be combined with A_STANDOUT, A_REVERSE, and the other A_* attributes. *pair_number()* is the counterpart to this function.

curses.**curs_set**(*visibility*)
Set the cursor state. *visibility* can be set to 0, 1, or 2, for invisible, normal, or very visible. If the terminal supports the visibility requested, return the previous cursor state; otherwise raise an exception. On many terminals, the "visible" mode is an underline cursor and the "very visible" mode is a block cursor.

curses.**def_prog_mode**()
Save the current terminal mode as the "program" mode, the mode when the running program is using curses. (Its counterpart is the "shell" mode, for when the program is not in curses.) Subsequent calls to *reset_prog_mode()* will restore this mode.

curses.**def_shell_mode**()
Save the current terminal mode as the "shell" mode, the mode when the running program is not using curses. (Its counterpart is the "program" mode, when the program is using curses capabilities.) Subsequent calls to *reset_shell_mode()* will restore this mode.

curses.**delay_output**(*ms*)
Insert an *ms* millisecond pause in output.

curses.**doupdate**()
Update the physical screen. The curses library keeps two data structures, one representing the current physical screen contents and a virtual screen representing the desired next state. The *doupdate()* ground updates the physical screen to match the virtual screen.

The virtual screen may be updated by a *noutrefresh()* call after write operations such as *addstr()* have been performed on a window. The normal *refresh()* call is simply noutrefresh() followed by doupdate(); if you have to update multiple windows, you can speed performance and perhaps reduce screen flicker by issuing noutrefresh() calls on all windows, followed by a single doupdate().

curses.**echo**()
Enter echo mode. In echo mode, each character input is echoed to the screen as it is entered.

curses.**endwin**()
De-initialize the library, and return terminal to normal status.

curses.**erasechar**()
Return the user's current erase character as a one-byte bytes object. Under Unix operating systems this is a property of the controlling tty of the curses program, and is not set by the curses library itself.

curses.**filter**()
The *filter()* routine, if used, must be called before *initscr()* is called. The effect is that, during those calls, LINES is set to 1; the capabilities clear, cup, cud, cud1, cuu1, cuu, vpa are disabled; and the home string is set to the value of cr. The effect is that the cursor is confined to the current line, and so are screen updates. This may be used for enabling character-at-a-time line editing without touching the rest of the screen.

curses.**flash**()
Flash the screen. That is, change it to reverse-video and then change it back in a short interval. Some people prefer such as 'visible bell' to the audible attention signal produced by *beep()*.

curses.**flushinp**()
Flush all input buffers. This throws away any typeahead that has been typed by the user and has not yet been processed by the program.

curses.**getmouse**()
After *getch()* returns KEY_MOUSE to signal a mouse event, this method should be call to retrieve the queued mouse event, represented as a 5-tuple (id, x, y, z, bstate). *id* is an ID value used to distinguish multiple devices, and *x*, *y*, *z* are the event's coordinates. (*z* is currently unused.) *bstate* is an integer value whose bits will be set to indicate the type of event, and will be the bitwise OR of one or more of the following constants, where *n* is the button number from 1 to 4 : BUTTONn_PRESSED, BUTTONn_RELEASED, BUTTONn_CLICKED, BUTTONn_DOUBLE_CLICKED, BUTTONn_TRIPLE_CLICKED, BUTTON_SHIFT, BUTTON_CTRL, BUTTON_ALT.

curses.**getsyx**()
Return the current coordinates of the virtual screen cursor as a tuple (y, x). If *leaveok* is currently True, then return (-1, -1).

curses.**getwin**(*file*)
Read window related data stored in the file by an earlier putwin() call. The routine then creates and initializes a new window using that data, returning the new window object.

curses.**has_colors**()
Return True if the terminal can display colors ; otherwise, return False.

curses.**has_ic**()
Return True if the terminal has insert- and delete-character capabilities. This function is included for historical reasons only, as all modern software terminal emulators have such capabilities.

curses.**has_il**()
Return True if the terminal has insert- and delete-line capabilities, or can simulate them using scrolling regions. This function is included for historical reasons only, as all modern software terminal emulators have such capabilities.

curses.**has_key**(*ch*)
Take a key value *ch*, and return True if the current terminal type recognizes a key with that value.

curses.**halfdelay**(*tenths*)
Used for half-delay mode, which is similar to cbreak mode in that characters typed by the user are immediately available to the program. However, after blocking for *tenths* tenths of seconds, raise an exception if nothing has been typed. The value of *tenths* must be a number between 1 and 255. Use *nocbreak()* to leave half-delay mode.

curses.**init_color**(*color_number*, *r*, *g*, *b*)
Change the definition of a color, taking the number of the color to be changed followed by three RGB values (for the amounts of red, green, and blue components). The value of *color_number* must be between 0 and COLORS. Each of *r*, *g*, *b*, must be a value between 0 and 1000. When *init_color()* is used, all occurrences of that color on the screen immediately change to the new definition. This function is a no-op on most terminals ; it is active only if *can_change_color()* returns True.

curses.**init_pair**(*pair_number*, *fg*, *bg*)
Change the definition of a color-pair. It takes three arguments : the number of the color-pair to be changed, the foreground color number, and the background color number. The value of *pair_number* must be between 1 and COLOR_PAIRS - 1 (the 0 color pair is wired to white on black and cannot be changed). The value of *fg* and *bg* arguments must be between 0 and COLORS. If the color-pair was previously initialized, the screen is refreshed and all occurrences of that color-pair are changed to the new definition.

curses.**initscr**()
Initialize the library. Return a *window* object which represents the whole screen.

Note : If there is an error opening the terminal, the underlying curses library may cause the interpreter to exit.

curses.**is_term_resized**(*nlines*, *ncols*)
Return `True` if *resize_term()* would modify the window structure, `False` otherwise.

curses.**isendwin**()
Return `True` if *endwin()* has been called (that is, the curses library has been deinitialized).

curses.**keyname**(*k*)
Return the name of the key numbered *k* as a bytes object. The name of a key generating printable ASCII character is the key's character. The name of a control-key combination is a two-byte bytes object consisting of a caret (`b'^'`) followed by the corresponding printable ASCII character. The name of an alt-key combination (128--255) is a bytes object consisting of the prefix `b'M-'` followed by the name of the corresponding ASCII character.

curses.**killchar**()
Return the user's current line kill character as a one-byte bytes object. Under Unix operating systems this is a property of the controlling tty of the curses program, and is not set by the curses library itself.

curses.**longname**()
Return a bytes object containing the terminfo long name field describing the current terminal. The maximum length of a verbose description is 128 characters. It is defined only after the call to *initscr()*.

curses.**meta**(*flag*)
If *flag* is `True`, allow 8-bit characters to be input. If *flag* is `False`, allow only 7-bit chars.

curses.**mouseinterval**(*interval*)
Set the maximum time in milliseconds that can elapse between press and release events in order for them to be recognized as a click, and return the previous interval value. The default value is 200 msec, or one fifth of a second.

curses.**mousemask**(*mousemask*)
Set the mouse events to be reported, and return a tuple `(availmask, oldmask)`. *availmask* indicates which of the specified mouse events can be reported; on complete failure it returns `0`. *oldmask* is the previous value of the given window's mouse event mask. If this function is never called, no mouse events are ever reported.

curses.**napms**(*ms*)
Sleep for *ms* milliseconds.

curses.**newpad**(*nlines*, *ncols*)
Create and return a pointer to a new pad data structure with the given number of lines and columns. Return a pad as a window object.

A pad is like a window, except that it is not restricted by the screen size, and is not necessarily associated with a particular part of the screen. Pads can be used when a large window is needed, and only a part of the window will be on the screen at one time. Automatic refreshes of pads (such as from scrolling or echoing of input) do not occur. The *refresh()* and *noutrefresh()* methods of a pad require 6 arguments to specify the part of the pad to be displayed and the location on the screen to be used for the display. The arguments are *pminrow*, *pmincol*, *sminrow*, *smincol*, *smaxrow*, *smaxcol*; the *p* arguments refer to the upper left corner of the pad region to be displayed and the *s* arguments define a clipping box on the screen within which the pad region is to be displayed.

curses.**newwin**(*nlines*, *ncols*)
curses.**newwin**(*nlines*, *ncols*, *begin_y*, *begin_x*)
Return a new *window*, whose left-upper corner is at `(begin_y, begin_x)`, and whose height/width is *nlines*/*ncols*.

By default, the window will extend from the specified position to the lower right corner of the screen.

curses.**nl**()
Enter newline mode. This mode translates the return key into newline on input, and translates newline into return and line-feed on output. Newline mode is initially on.

curses.**nocbreak**()
Leave cbreak mode. Return to normal "cooked" mode with line buffering.

curses.**noecho**()
Leave echo mode. Echoing of input characters is turned off.

curses.**nonl**()
Leave newline mode. Disable translation of return into newline on input, and disable low-level translation of newline into newline/return on output (but this does not change the behavior of `addch('\n')`, which always does the equivalent of return and line feed on the virtual screen). With translation off, curses can sometimes speed up vertical motion a little; also, it will be able to detect the return key on input.

curses.**noqiflush**()
When the `noqiflush()` routine is used, normal flush of input and output queues associated with the `INTR`, `QUIT` and `SUSP` characters will not be done. You may want to call `noqiflush()` in a signal handler if you want output to continue as though the interrupt had not occurred, after the handler exits.

curses.**noraw**()
Leave raw mode. Return to normal "cooked" mode with line buffering.

curses.**pair_content**(*pair_number*)
Return a tuple `(fg, bg)` containing the colors for the requested color pair. The value of *pair_number* must be between `1` and `COLOR_PAIRS - 1`.

curses.**pair_number**(*attr*)
Return the number of the color-pair set by the attribute value *attr*. *color_pair()* is the counterpart to this function.

curses.**putp**(*str*)
Equivalent to `tputs(str, 1, putchar)`; emit the value of a specified terminfo capability for the current terminal. Note that the output of *putp()* always goes to standard output.

curses.**qiflush**([*flag*])
If *flag* is `False`, the effect is the same as calling *noqiflush()*. If *flag* is `True`, or no argument is provided, the queues will be flushed when these control characters are read.

curses.**raw**()
Enter raw mode. In raw mode, normal line buffering and processing of interrupt, quit, suspend, and flow control keys are turned off; characters are presented to curses input functions one by one.

curses.**reset_prog_mode**()
Restore the terminal to "program" mode, as previously saved by *def_prog_mode()*.

curses.**reset_shell_mode**()
Restore the terminal to "shell" mode, as previously saved by *def_shell_mode()*.

curses.**resetty**()
Restore the state of the terminal modes to what it was at the last call to *savetty()*.

curses.**resize_term**(*nlines*, *ncols*)
Backend function used by *resizeterm()*, performing most of the work; when resizing the windows, *resize_term()* blank-fills the areas that are extended. The calling application should fill in these areas with appropriate data. The `resize_term()` function attempts to resize all windows. However, due to the calling convention of pads, it is not possible to resize these without additional interaction with the application.

curses.**resizeterm**(*nlines*, *ncols*)
Resize the standard and current windows to the specified dimensions, and adjusts other bookkeeping data used by the curses library that record the window dimensions (in particular the SIGWINCH handler).

curses.**savetty**()
Save the current state of the terminal modes in a buffer, usable by *resetty()*.

curses.**setsyx**(*y*, *x*)
Set the virtual screen cursor to *y*, *x*. If *y* and *x* are both `-1`, then *leaveok* is set `True`.

curses.**setupterm**(*term=None*, *fd=-1*)
Initialize the terminal. *term* is a string giving the terminal name, or `None`; if omitted or `None`, the value of

the TERM environment variable will be used. *fd* is the file descriptor to which any initialization sequences will be sent; if not supplied or -1, the file descriptor for sys.stdout will be used.

curses.**start_color**()
Must be called if the programmer wants to use colors, and before any other color manipulation routine is called. It is good practice to call this routine right after *initscr()*.

start_color() initializes eight basic colors (black, red, green, yellow, blue, magenta, cyan, and white), and two global variables in the *curses* module, COLORS and COLOR_PAIRS, containing the maximum number of colors and color-pairs the terminal can support. It also restores the colors on the terminal to the values they had when the terminal was just turned on.

curses.**termattrs**()
Return a logical OR of all video attributes supported by the terminal. This information is useful when a curses program needs complete control over the appearance of the screen.

curses.**termname**()
Return the value of the environment variable TERM, as a bytes object, truncated to 14 characters.

curses.**tigetflag**(*capname*)
Return the value of the Boolean capability corresponding to the terminfo capability name *capname* as an integer. Return the value -1 if *capname* is not a Boolean capability, or 0 if it is canceled or absent from the terminal description.

curses.**tigetnum**(*capname*)
Return the value of the numeric capability corresponding to the terminfo capability name *capname* as an integer. Return the value -2 if *capname* is not a numeric capability, or -1 if it is canceled or absent from the terminal description.

curses.**tigetstr**(*capname*)
Return the value of the string capability corresponding to the terminfo capability name *capname* as a bytes object. Return None if *capname* is not a terminfo "string capability", or is canceled or absent from the terminal description.

curses.**tparm**(*str*[, ...])
Instantiate the bytes object *str* with the supplied parameters, where *str* should be a parameterized string obtained from the terminfo database. E.g. tparm(tigetstr("cup"), 5, 3) could result in b'\033[6;4H', the exact result depending on terminal type.

curses.**typeahead**(*fd*)
Specify that the file descriptor *fd* be used for typeahead checking. If *fd* is -1, then no typeahead checking is done.

The curses library does "line-breakout optimization" by looking for typeahead periodically while updating the screen. If input is found, and it is coming from a tty, the current update is postponed until refresh or doupdate is called again, allowing faster response to commands typed in advance. This function allows specifying a different file descriptor for typeahead checking.

curses.**unctrl**(*ch*)
Return a bytes object which is a printable representation of the character *ch*. Control characters are represented as a caret followed by the character, for example as b'^C'. Printing characters are left as they are.

curses.**ungetch**(*ch*)
Push *ch* so the next *getch()* will return it.

Note : Only one *ch* can be pushed before getch() is called.

---

curses.**update_lines_cols**()
Update LINES and COLS. Useful for detecting manual screen resize.

Nouveau dans la version 3.5.

curses.**unget_wch**(*ch*)
Push *ch* so the next *get_wch()* will return it.

Note : Only one *ch* can be pushed before `get_wch()` is called.

Nouveau dans la version 3.3.

`curses.`**`ungetmouse`**(*id*, *x*, *y*, *z*, *bstate*)
Push a `KEY_MOUSE` event onto the input queue, associating the given state data with it.

`curses.`**`use_env`**(*flag*)
If used, this function should be called before *initscr()* or newterm are called. When *flag* is `False`, the values of lines and columns specified in the terminfo database will be used, even if environment variables `LINES` and `COLUMNS` (used by default) are set, or if curses is running in a window (in which case default behavior would be to use the window size if `LINES` and `COLUMNS` are not set).

`curses.`**`use_default_colors`**()
Allow use of default values for colors on terminals supporting this feature. Use this to support transparency in your application. The default color is assigned to the color number `-1`. After calling this function, `init_pair(x, curses.COLOR_RED, -1)` initializes, for instance, color pair *x* to a red foreground color on the default background.

`curses.`**`wrapper`**(*func*, ...)
Initialize curses and call another callable object, *func*, which should be the rest of your curses-using application. If the application raises an exception, this function will restore the terminal to a sane state before re-raising the exception and generating a traceback. The callable object *func* is then passed the main window 'stdscr' as its first argument, followed by any other arguments passed to `wrapper()`. Before calling *func*, `wrapper()` turns on cbreak mode, turns off echo, enables the terminal keypad, and initializes colors if the terminal has color support. On exit (whether normally or by exception) it restores cooked mode, turns on echo, and disables the terminal keypad.

16.10.2 Window Objects

Window objects, as returned by *initscr()* and *newwin()* above, have the following methods and attributes :

`window.`**`addch`**(*ch*[, *attr*])
`window.`**`addch`**(*y*, *x*, *ch*[, *attr*])
Paint character *ch* at `(y, x)` with attributes *attr*, overwriting any character previously painter at that location. By default, the character position and attributes are the current settings for the window object.

Note : Writing outside the window, subwindow, or pad raises a *curses.error*. Attempting to write to the lower right corner of a window, subwindow, or pad will cause an exception to be raised after the character is printed.

`window.`**`addnstr`**(*str*, *n*[, *attr*])
`window.`**`addnstr`**(*y*, *x*, *str*, *n*[, *attr*])
Paint at most *n* characters of the character string *str* at `(y, x)` with attributes *attr*, overwriting anything previously on the display.

`window.`**`addstr`**(*str*[, *attr*])
`window.`**`addstr`**(*y*, *x*, *str*[, *attr*])
Paint the character string *str* at `(y, x)` with attributes *attr*, overwriting anything previously on the display.

Note : Writing outside the window, subwindow, or pad raises *curses.error*. Attempting to write to the lower right corner of a window, subwindow, or pad will cause an exception to be raised after the string is printed.

`window.`**`attroff`**(*attr*)
Remove attribute *attr* from the "background" set applied to all writes to the current window.

window.**attron**(*attr*)
Add attribute *attr* from the "background" set applied to all writes to the current window.

window.**attrset**(*attr*)
Set the "background" set of attributes to *attr*. This set is initially `0` (no attributes).

window.**bkgd**(*ch*[, *attr*])
Set the background property of the window to the character *ch*, with attributes *attr*. The change is then applied to every character position in that window :
— The attribute of every character in the window is changed to the new background attribute.
— Wherever the former background character appears, it is changed to the new background character.

window.**bkgdset**(*ch*[, *attr*])
Set the window's background. A window's background consists of a character and any combination of attributes. The attribute part of the background is combined (OR'ed) with all non-blank characters that are written into the window. Both the character and attribute parts of the background are combined with the blank characters. The background becomes a property of the character and moves with the character through any scrolling and insert/delete line/character operations.

window.**border**([*ls*[, *rs*[, *ts*[, *bs*[, *tl*[, *tr*[, *bl*[, *br*]]]]]]]])
Draw a border around the edges of the window. Each parameter specifies the character to use for a specific part of the border ; see the table below for more details.

Note : A `0` value for any parameter will cause the default character to be used for that parameter. Keyword parameters can *not* be used. The defaults are listed in this table :

Paramètre	Description	Valeur par défaut
ls	Left side	`ACS_VLINE`
rs	Right side	`ACS_VLINE`
ts	Top	`ACS_HLINE`
bs	Bottom	`ACS_HLINE`
tl	Upper-left corner	`ACS_ULCORNER`
tr	Upper-right corner	`ACS_URCORNER`
bl	Bottom-left corner	`ACS_LLCORNER`
br	Bottom-right corner	`ACS_LRCORNER`

window.**box**([*vertch*, *horch*])
Similar to *border()*, but both *ls* and *rs* are *vertch* and both *ts* and *bs* are *horch*. The default corner characters are always used by this function.

window.**chgat**(*attr*)
window.**chgat**(*num*, *attr*)
window.**chgat**(*y*, *x*, *attr*)
window.**chgat**(*y*, *x*, *num*, *attr*)
Set the attributes of *num* characters at the current cursor position, or at position `(y, x)` if supplied. If *num* is not given or is `-1`, the attribute will be set on all the characters to the end of the line. This function moves cursor to position `(y, x)` if supplied. The changed line will be touched using the *touchline()* method so that the contents will be redisplayed by the next window refresh.

window.**clear**()
Like *erase()*, but also cause the whole window to be repainted upon next call to *refresh()*.

window.**clearok**(*flag*)
If *flag* is `True`, the next call to *refresh()* will clear the window completely.

window.**clrtobot**()
Erase from cursor to the end of the window : all lines below the cursor are deleted, and then the equivalent of *clrtoeol()* is performed.

window.**clrtoeol**()
Erase from cursor to the end of the line.

window.**cursyncup**()
Update the current cursor position of all the ancestors of the window to reflect the current cursor position of the window.

window.**delch**([*y*, *x*])
Delete any character at `(y, x)`.

window.**deleteln**()
Delete the line under the cursor. All following lines are moved up by one line.

window.**derwin**(*begin_y*, *begin_x*)
window.**derwin**(*nlines*, *ncols*, *begin_y*, *begin_x*)
An abbreviation for "derive window", *derwin()* is the same as calling *subwin()*, except that *begin_y* and *begin_x* are relative to the origin of the window, rather than relative to the entire screen. Return a window object for the derived window.

window.**echochar**(*ch*[, *attr*])
Add character *ch* with attribute *attr*, and immediately call *refresh()* on the window.

window.**enclose**(*y*, *x*)
Test whether the given pair of screen-relative character-cell coordinates are enclosed by the given window, returning `True` or `False`. It is useful for determining what subset of the screen windows enclose the location of a mouse event.

window.**encoding**
Encoding used to encode method arguments (Unicode strings and characters). The encoding attribute is inherited from the parent window when a subwindow is created, for example with *window.subwin()*. By default, the locale encoding is used (see *locale.getpreferredencoding()*).

Nouveau dans la version 3.3.

window.**erase**()
Clear the window.

window.**getbegyx**()
Return a tuple `(y, x)` of co-ordinates of upper-left corner.

window.**getbkgd**()
Return the given window's current background character/attribute pair.

window.**getch**([*y*, *x*])
Get a character. Note that the integer returned does *not* have to be in ASCII range : function keys, keypad keys and so on are represented by numbers higher than 255. In no-delay mode, return `-1` if there is no input, otherwise wait until a key is pressed.

window.**get_wch**([*y*, *x*])
Get a wide character. Return a character for most keys, or an integer for function keys, keypad keys, and other special keys. In no-delay mode, raise an exception if there is no input.

Nouveau dans la version 3.3.

window.**getkey**([*y*, *x*])
Get a character, returning a string instead of an integer, as *getch()* does. Function keys, keypad keys and other special keys return a multibyte string containing the key name. In no-delay mode, raise an exception if there is no input.

window.**getmaxyx**()
Return a tuple `(y, x)` of the height and width of the window.

window.**getparyx**()
Return the beginning coordinates of this window relative to its parent window as a tuple `(y, x)`. Return `(-1, -1)` if this window has no parent.

window.**getstr**()
window.**getstr**(*n*)
window.**getstr**(*y*, *x*)

window.**getstr**(*y*, *x*, *n*)
Read a bytes object from the user, with primitive line editing capacity.

window.**getyx**()
Return a tuple `(y, x)` of current cursor position relative to the window's upper-left corner.

window.**hline**(*ch*, *n*)
window.**hline**(*y*, *x*, *ch*, *n*)
Display a horizontal line starting at `(y, x)` with length *n* consisting of the character *ch*.

window.**idcok**(*flag*)
If *flag* is `False`, curses no longer considers using the hardware insert/delete character feature of the terminal; if *flag* is `True`, use of character insertion and deletion is enabled. When curses is first initialized, use of character insert/delete is enabled by default.

window.**idlok**(*flag*)
If *flag* is `True`, *curses* will try and use hardware line editing facilities. Otherwise, line insertion/deletion are disabled.

window.**immedok**(*flag*)
If *flag* is `True`, any change in the window image automatically causes the window to be refreshed; you no longer have to call *refresh()* yourself. However, it may degrade performance considerably, due to repeated calls to wrefresh. This option is disabled by default.

window.**inch**([*y*, *x*])
Return the character at the given position in the window. The bottom 8 bits are the character proper, and upper bits are the attributes.

window.**insch**(*ch*[, *attr*])
window.**insch**(*y*, *x*, *ch*[, *attr*])
Paint character *ch* at `(y, x)` with attributes *attr*, moving the line from position *x* right by one character.

window.**insdelln**(*nlines*)
Insert *nlines* lines into the specified window above the current line. The *nlines* bottom lines are lost. For negative *nlines*, delete *nlines* lines starting with the one under the cursor, and move the remaining lines up. The bottom *nlines* lines are cleared. The current cursor position remains the same.

window.**insertln**()
Insert a blank line under the cursor. All following lines are moved down by one line.

window.**insnstr**(*str*, *n*[, *attr*])
window.**insnstr**(*y*, *x*, *str*, *n*[, *attr*])
Insert a character string (as many characters as will fit on the line) before the character under the cursor, up to *n* characters. If *n* is zero or negative, the entire string is inserted. All characters to the right of the cursor are shifted right, with the rightmost characters on the line being lost. The cursor position does not change (after moving to *y*, *x*, if specified).

window.**insstr**(*str*[, *attr*])
window.**insstr**(*y*, *x*, *str*[, *attr*])
Insert a character string (as many characters as will fit on the line) before the character under the cursor. All characters to the right of the cursor are shifted right, with the rightmost characters on the line being lost. The cursor position does not change (after moving to *y*, *x*, if specified).

window.**instr**([*n*])
window.**instr**(*y*, *x*[, *n*])
Return a bytes object of characters, extracted from the window starting at the current cursor position, or at *y*, *x* if specified. Attributes are stripped from the characters. If *n* is specified, *instr()* returns a string at most *n* characters long (exclusive of the trailing NUL).

window.**is_linetouched**(*line*)
Return `True` if the specified line was modified since the last call to *refresh()*; otherwise return `False`. Raise a *curses.error* exception if *line* is not valid for the given window.

window.**is_wintouched**()
Return `True` if the specified window was modified since the last call to *refresh()*; otherwise return

`False`.

`window.`**`keypad`**(*flag*)
If *flag* is `True`, escape sequences generated by some keys (keypad, function keys) will be interpreted by *curses*. If *flag* is `False`, escape sequences will be left as is in the input stream.

`window.`**`leaveok`**(*flag*)
If *flag* is `True`, cursor is left where it is on update, instead of being at "cursor position." This reduces cursor movement where possible. If possible the cursor will be made invisible.

If *flag* is `False`, cursor will always be at "cursor position" after an update.

`window.`**`move`**(*new_y*, *new_x*)
Move cursor to `(new_y, new_x)`.

`window.`**`mvderwin`**(*y*, *x*)
Move the window inside its parent window. The screen-relative parameters of the window are not changed. This routine is used to display different parts of the parent window at the same physical position on the screen.

`window.`**`mvwin`**(*new_y*, *new_x*)
Move the window so its upper-left corner is at `(new_y, new_x)`.

`window.`**`nodelay`**(*flag*)
If *flag* is `True`, *getch()* will be non-blocking.

`window.`**`notimeout`**(*flag*)
If *flag* is `True`, escape sequences will not be timed out.

If *flag* is `False`, after a few milliseconds, an escape sequence will not be interpreted, and will be left in the input stream as is.

`window.`**`noutrefresh`**()
Mark for refresh but wait. This function updates the data structure representing the desired state of the window, but does not force an update of the physical screen. To accomplish that, call *doupdate()*.

`window.`**`overlay`**(*destwin*[, *sminrow*, *smincol*, *dminrow*, *dmincol*, *dmaxrow*, *dmaxcol*])
Overlay the window on top of *destwin*. The windows need not be the same size, only the overlapping region is copied. This copy is non-destructive, which means that the current background character does not overwrite the old contents of *destwin*.

To get fine-grained control over the copied region, the second form of *overlay()* can be used. *sminrow* and *smincol* are the upper-left coordinates of the source window, and the other variables mark a rectangle in the destination window.

`window.`**`overwrite`**(*destwin*[, *sminrow*, *smincol*, *dminrow*, *dmincol*, *dmaxrow*, *dmaxcol*])
Overwrite the window on top of *destwin*. The windows need not be the same size, in which case only the overlapping region is copied. This copy is destructive, which means that the current background character overwrites the old contents of *destwin*.

To get fine-grained control over the copied region, the second form of *overwrite()* can be used. *sminrow* and *smincol* are the upper-left coordinates of the source window, the other variables mark a rectangle in the destination window.

`window.`**`putwin`**(*file*)
Write all data associated with the window into the provided file object. This information can be later retrieved using the *getwin()* function.

`window.`**`redrawln`**(*beg*, *num*)
Indicate that the *num* screen lines, starting at line *beg*, are corrupted and should be completely redrawn on the next *refresh()* call.

`window.`**`redrawwin`**()
Touch the entire window, causing it to be completely redrawn on the next *refresh()* call.

`window.`**`refresh`**([*pminrow*, *pmincol*, *sminrow*, *smincol*, *smaxrow*, *smaxcol*])
Update the display immediately (sync actual screen with previous drawing/deleting methods).

The 6 optional arguments can only be specified when the window is a pad created with *newpad()*. The additional parameters are needed to indicate what part of the pad and screen are involved. *pminrow* and *pmincol*

specify the upper left-hand corner of the rectangle to be displayed in the pad. *sminrow*, *smincol*, *smaxrow*, and *smaxcol* specify the edges of the rectangle to be displayed on the screen. The lower right-hand corner of the rectangle to be displayed in the pad is calculated from the screen coordinates, since the rectangles must be the same size. Both rectangles must be entirely contained within their respective structures. Negative values of *pminrow*, *pmincol*, *sminrow*, or *smincol* are treated as if they were zero.

`window.`**`resize`**(*nlines*, *ncols*)
Reallocate storage for a curses window to adjust its dimensions to the specified values. If either dimension is larger than the current values, the window's data is filled with blanks that have the current background rendition (as set by `bkgdset()`) merged into them.

`window.`**`scroll`**([*lines=1*])
Scroll the screen or scrolling region upward by *lines* lines.

`window.`**`scrollok`**(*flag*)
Control what happens when the cursor of a window is moved off the edge of the window or scrolling region, either as a result of a newline action on the bottom line, or typing the last character of the last line. If *flag* is `False`, the cursor is left on the bottom line. If *flag* is `True`, the window is scrolled up one line. Note that in order to get the physical scrolling effect on the terminal, it is also necessary to call `idlok()`.

`window.`**`setscrreg`**(*top*, *bottom*)
Set the scrolling region from line *top* to line *bottom*. All scrolling actions will take place in this region.

`window.`**`standend`**()
Turn off the standout attribute. On some terminals this has the side effect of turning off all attributes.

`window.`**`standout`**()
Turn on attribute *A_STANDOUT*.

`window.`**`subpad`**(*begin_y*, *begin_x*)
`window.`**`subpad`**(*nlines*, *ncols*, *begin_y*, *begin_x*)
Return a sub-window, whose upper-left corner is at `(begin_y, begin_x)`, and whose width/height is *ncols*/*nlines*.

`window.`**`subwin`**(*begin_y*, *begin_x*)
`window.`**`subwin`**(*nlines*, *ncols*, *begin_y*, *begin_x*)
Return a sub-window, whose upper-left corner is at `(begin_y, begin_x)`, and whose width/height is *ncols*/*nlines*.

By default, the sub-window will extend from the specified position to the lower right corner of the window.

`window.`**`syncdown`**()
Touch each location in the window that has been touched in any of its ancestor windows. This routine is called by `refresh()`, so it should almost never be necessary to call it manually.

`window.`**`syncok`**(*flag*)
If *flag* is `True`, then `syncup()` is called automatically whenever there is a change in the window.

`window.`**`syncup`**()
Touch all locations in ancestors of the window that have been changed in the window.

`window.`**`timeout`**(*delay*)
Set blocking or non-blocking read behavior for the window. If *delay* is negative, blocking read is used (which will wait indefinitely for input). If *delay* is zero, then non-blocking read is used, and `getch()` will return `-1` if no input is waiting. If *delay* is positive, then `getch()` will block for *delay* milliseconds, and return `-1` if there is still no input at the end of that time.

`window.`**`touchline`**(*start*, *count*[, *changed*])
Pretend *count* lines have been changed, starting with line *start*. If *changed* is supplied, it specifies whether the affected lines are marked as having been changed (*changed*=`True`) or unchanged (*changed*=`False`).

`window.`**`touchwin`**()
Pretend the whole window has been changed, for purposes of drawing optimizations.

`window.`**`untouchwin`**()
Mark all lines in the window as unchanged since the last call to `refresh()`.

window.**vline**(*ch*, *n*)
window.**vline**(*y*, *x*, *ch*, *n*)
Display a vertical line starting at `(y, x)` with length *n* consisting of the character *ch*.

16.10.3 Constantes

The *curses* module defines the following data members :

curses.**ERR**
Some curses routines that return an integer, such as *getch()*, return *ERR* upon failure.

curses.**OK**
Some curses routines that return an integer, such as *napms()*, return *OK* upon success.

curses.**version**
A bytes object representing the current version of the module. Also available as `__version__`.

Some constants are available to specify character cell attributes. The exact constants available are system dependent.

Attribut	Signification
A_ALTCHARSET	Alternate character set mode
A_BLINK	Blink mode
A_BOLD	Bold mode
A_DIM	Dim mode
A_INVIS	Invisible or blank mode
A_ITALIC	Italic mode
A_NORMAL	Attribut normal
A_PROTECT	Protected mode
A_REVERSE	Reverse background and foreground colors
A_STANDOUT	Standout mode
A_UNDERLINE	Underline mode
A_HORIZONTAL	Horizontal highlight
A_LEFT	Left highlight
A_LOW	Low highlight
A_RIGHT	Right highlight
A_TOP	Top highlight
A_VERTICAL	Vertical highlight
A_CHARTEXT	Bit-mask to extract a character

Nouveau dans la version 3.7 : A_ITALIC was added.

Several constants are available to extract corresponding attributes returned by some methods.

Bit-mask	Signification
A_ATTRIBUTES	Bit-mask to extract attributes
A_CHARTEXT	Bit-mask to extract a character
A_COLOR	Bit-mask to extract color-pair field information

Keys are referred to by integer constants with names starting with KEY_. The exact keycaps available are system dependent.

Key constant	Clé
KEY_MIN	Minimum key value
KEY_BREAK	Break key (unreliable)
KEY_DOWN	Down-arrow
KEY_UP	Up-arrow

Suite sur la page suivante

Tableau 1 – suite de la page précédente

Key constant	Clé
KEY_LEFT	Left-arrow
KEY_RIGHT	Right-arrow
KEY_HOME	Home key (upward+left arrow)
KEY_BACKSPACE	Backspace (unreliable)
KEY_F0	Function keys. Up to 64 function keys are supported.
KEY_Fn	Value of function key *n*
KEY_DL	Delete line
KEY_IL	Insert line
KEY_DC	Delete character
KEY_IC	Insert char or enter insert mode
KEY_EIC	Exit insert char mode
KEY_CLEAR	Clear screen
KEY_EOS	Clear to end of screen
KEY_EOL	Clear to end of line
KEY_SF	Scroll 1 line forward
KEY_SR	Scroll 1 line backward (reverse)
KEY_NPAGE	Next page
KEY_PPAGE	Previous page
KEY_STAB	Set tab
KEY_CTAB	Clear tab
KEY_CATAB	Clear all tabs
KEY_ENTER	Enter or send (unreliable)
KEY_SRESET	Soft (partial) reset (unreliable)
KEY_RESET	Reset or hard reset (unreliable)
KEY_PRINT	Print
KEY_LL	Home down or bottom (lower left)
KEY_A1	Upper left of keypad
KEY_A3	Upper right of keypad
KEY_B2	Center of keypad
KEY_C1	Lower left of keypad
KEY_C3	Lower right of keypad
KEY_BTAB	Back tab
KEY_BEG	Beg (beginning)
KEY_CANCEL	Cancel
KEY_CLOSE	*Close*
KEY_COMMAND	Cmd (command)
KEY_COPY	*Copy*
KEY_CREATE	Create
KEY_END	End
KEY_EXIT	*Exit*
KEY_FIND	Find
KEY_HELP	Help
KEY_MARK	Mark
KEY_MESSAGE	Message
KEY_MOVE	Move
KEY_NEXT	Next
KEY_OPEN	Open
KEY_OPTIONS	Options
KEY_PREVIOUS	Prev (previous)
KEY_REDO	*Redo*
KEY_REFERENCE	Ref (reference)
KEY_REFRESH	Refresh
KEY_REPLACE	Replace

Suite sur la page suivante

Tableau 1 – suite de la page précédente

Key constant	Clé
KEY_RESTART	Restart
KEY_RESUME	Resume
KEY_SAVE	*Save*
KEY_SBEG	Shifted Beg (beginning)
KEY_SCANCEL	Shifted Cancel
KEY_SCOMMAND	Shifted Command
KEY_SCOPY	Shifted Copy
KEY_SCREATE	Shifted Create
KEY_SDC	Shifted Delete char
KEY_SDL	Shifted Delete line
KEY_SELECT	Select
KEY_SEND	Shifted End
KEY_SEOL	Shifted Clear line
KEY_SEXIT	Shifted Exit
KEY_SFIND	Shifted Find
KEY_SHELP	Shifted Help
KEY_SHOME	Shifted Home
KEY_SIC	Shifted Input
KEY_SLEFT	Shifted Left arrow
KEY_SMESSAGE	Shifted Message
KEY_SMOVE	Shifted Move
KEY_SNEXT	Shifted Next
KEY_SOPTIONS	Shifted Options
KEY_SPREVIOUS	Shifted Prev
KEY_SPRINT	Shifted Print
KEY_SREDO	Shifted Redo
KEY_SREPLACE	Shifted Replace
KEY_SRIGHT	Shifted Right arrow
KEY_SRSUME	Shifted Resume
KEY_SSAVE	Shifted Save
KEY_SSUSPEND	Shifted Suspend
KEY_SUNDO	Shifted Undo
KEY_SUSPEND	Suspend
KEY_UNDO	*Undo*
KEY_MOUSE	Mouse event has occurred
KEY_RESIZE	Terminal resize event
KEY_MAX	Maximum key value

On VT100s and their software emulations, such as X terminal emulators, there are normally at least four function keys (KEY_F1, KEY_F2, KEY_F3, KEY_F4) available, and the arrow keys mapped to KEY_UP, KEY_DOWN, KEY_LEFT and KEY_RIGHT in the obvious way. If your machine has a PC keyboard, it is safe to expect arrow keys and twelve function keys (older PC keyboards may have only ten function keys) ; also, the following keypad mappings are standard :

Keycap	Constante
Insert	KEY_IC
Delete	KEY_DC
Home	KEY_HOME
End	KEY_END
Page Up	KEY_PPAGE
Page Down	KEY_NPAGE

The following table lists characters from the alternate character set. These are inherited from the VT100 terminal, and will generally be available on software emulations such as X terminals. When there is no graphic available, curses

falls back on a crude printable ASCII approximation.

Note : These are available only after *initscr()* has been called.

ACS code	Signification
ACS_BBSS	alternate name for upper right corner
ACS_BLOCK	solid square block
ACS_BOARD	board of squares
ACS_BSBS	alternate name for horizontal line
ACS_BSSB	alternate name for upper left corner
ACS_BSSS	alternate name for top tee
ACS_BTEE	bottom tee
ACS_BULLET	bullet
ACS_CKBOARD	checker board (stipple)
ACS_DARROW	arrow pointing down
ACS_DEGREE	degree symbol
ACS_DIAMOND	diamond
ACS_GEQUAL	greater-than-or-equal-to
ACS_HLINE	horizontal line
ACS_LANTERN	lantern symbol
ACS_LARROW	left arrow
ACS_LEQUAL	less-than-or-equal-to
ACS_LLCORNER	lower left-hand corner
ACS_LRCORNER	lower right-hand corner
ACS_LTEE	left tee
ACS_NEQUAL	not-equal sign
ACS_PI	letter pi
ACS_PLMINUS	plus-or-minus sign
ACS_PLUS	big plus sign
ACS_RARROW	right arrow
ACS_RTEE	right tee
ACS_S1	scan line 1
ACS_S3	scan line 3
ACS_S7	scan line 7
ACS_S9	scan line 9
ACS_SBBS	alternate name for lower right corner
ACS_SBSB	alternate name for vertical line
ACS_SBSS	alternate name for right tee
ACS_SSBB	alternate name for lower left corner
ACS_SSBS	alternate name for bottom tee
ACS_SSSB	alternate name for left tee
ACS_SSSS	alternate name for crossover or big plus
ACS_STERLING	pound sterling
ACS_TTEE	top tee
ACS_UARROW	up arrow
ACS_ULCORNER	upper left corner
ACS_URCORNER	upper right corner
ACS_VLINE	vertical line

The following table lists the predefined colors :

Constante	Color
COLOR_BLACK	Black
COLOR_BLUE	Blue
COLOR_CYAN	Cyan (light greenish blue)
COLOR_GREEN	Green
COLOR_MAGENTA	Magenta (purplish red)
COLOR_RED	Red
COLOR_WHITE	White
COLOR_YELLOW	Yellow

16.11 curses.textpad --- Text input widget for curses programs

The *curses.textpad* module provides a *Textbox* class that handles elementary text editing in a curses window, supporting a set of keybindings resembling those of Emacs (thus, also of Netscape Navigator, BBedit 6.x, FrameMaker, and many other programs). The module also provides a rectangle-drawing function useful for framing text boxes or for other purposes.

The module *curses.textpad* defines the following function :

curses.textpad.**rectangle**(*win*, *uly*, *ulx*, *lry*, *lrx*)
Draw a rectangle. The first argument must be a window object ; the remaining arguments are coordinates relative to that window. The second and third arguments are the y and x coordinates of the upper left hand corner of the rectangle to be drawn ; the fourth and fifth arguments are the y and x coordinates of the lower right hand corner. The rectangle will be drawn using VT100/IBM PC forms characters on terminals that make this possible (including xterm and most other software terminal emulators). Otherwise it will be drawn with ASCII dashes, vertical bars, and plus signs.

16.11.1 Textbox objects

You can instantiate a *Textbox* object as follows :

class curses.textpad.**Textbox**(*win*)
Return a textbox widget object. The *win* argument should be a curses *window* object in which the textbox is to be contained. The edit cursor of the textbox is initially located at the upper left hand corner of the containing window, with coordinates (0, 0). The instance's *stripspaces* flag is initially on.

Textbox objects have the following methods :

edit([*validator*])
This is the entry point you will normally use. It accepts editing keystrokes until one of the termination keystrokes is entered. If *validator* is supplied, it must be a function. It will be called for each keystroke entered with the keystroke as a parameter ; command dispatch is done on the result. This method returns the window contents as a string ; whether blanks in the window are included is affected by the *stripspaces* attribute.

do_command(*ch*)
Process a single command keystroke. Here are the supported special keystrokes :

Keystroke	Action
Control-A	Go to left edge of window.
Control-B	Cursor left, wrapping to previous line if appropriate.
Control-D	Delete character under cursor.
Control-E	Go to right edge (stripspaces off) or end of line (stripspaces on).
Control-F	Cursor right, wrapping to next line when appropriate.
Control-G	Terminate, returning the window contents.
Control-H	Delete character backward.
Control-J	Terminate if the window is 1 line, otherwise insert newline.
Control-K	If line is blank, delete it, otherwise clear to end of line.
Control-L	Refresh screen.
Control-N	Cursor down ; move down one line.
Control-O	Insert a blank line at cursor location.
Control-P	Cursor up ; move up one line.

Move operations do nothing if the cursor is at an edge where the movement is not possible. The following synonyms are supported where possible :

Constante	Keystroke
KEY_LEFT	Control-B
KEY_RIGHT	Control-F
KEY_UP	Control-P
KEY_DOWN	Control-N
KEY_BACKSPACE	Control-h

All other keystrokes are treated as a command to insert the given character and move right (with line wrapping).

gather()
Return the window contents as a string ; whether blanks in the window are included is affected by the *stripspaces* member.

stripspaces
This attribute is a flag which controls the interpretation of blanks in the window. When it is on, trailing blanks on each line are ignored ; any cursor motion that would land the cursor on a trailing blank goes to the end of that line instead, and trailing blanks are stripped when the window contents are gathered.

16.12 curses.ascii --- Utilities for ASCII characters

The *curses.ascii* module supplies name constants for ASCII characters and functions to test membership in various ASCII character classes. The constants supplied are names for control characters as follows :

Nom	Signification
NUL	
SOH	Start of heading, console interrupt
STX	Start of text
ETX	End of text
EOT	End of transmission
ENQ	Enquiry, goes with ACK flow control
ACK	Acknowledgement
BEL	Bell
BS	Backspace
TAB	Tab
HT	Alias for TAB : ”Horizontal tab”

Suite sur la page suivante

Tableau 3 – suite de la page précédente

Nom	Signification
LF	Line feed
NL	Alias for LF : ”New line”
VT	Vertical tab
FF	Form feed
CR	Retour chariot
SO	Shift-out, begin alternate character set
SI	Shift-in, resume default character set
DLE	Data-link escape
DC1	XON, for flow control
DC2	Device control 2, block-mode flow control
DC3	XOFF, for flow control
DC4	Device control 4
NAK	Negative acknowledgement
SYN	Synchronous idle
ETB	End transmission block
CAN	Cancel
EM	End of medium
SUB	Substitute
ESC	Escape
FS	Séparateur de fichiers
GS	Séparateur de groupe
RS	Record separator, block-mode terminator
US	Unit separator
SP	Space
DEL	Delete

Note that many of these have little practical significance in modern usage. The mnemonics derive from teleprinter conventions that predate digital computers.

The module supplies the following functions, patterned on those in the standard C library :

curses.ascii.**isalnum**(*c*)
Checks for an ASCII alphanumeric character ; it is equivalent to `isalpha(c) or isdigit(c)`.

curses.ascii.**isalpha**(*c*)
Checks for an ASCII alphabetic character ; it is equivalent to `isupper(c) or islower(c)`.

curses.ascii.**isascii**(*c*)
Checks for a character value that fits in the 7-bit ASCII set.

curses.ascii.**isblank**(*c*)
Checks for an ASCII whitespace character ; space or horizontal tab.

curses.ascii.**iscntrl**(*c*)
Checks for an ASCII control character (in the range 0x00 to 0x1f or 0x7f).

curses.ascii.**isdigit**(*c*)
Checks for an ASCII decimal digit, `'0'` through `'9'`. This is equivalent to `c in string.digits`.

curses.ascii.**isgraph**(*c*)
Checks for ASCII any printable character except space.

curses.ascii.**islower**(*c*)
Checks for an ASCII lower-case character.

curses.ascii.**isprint**(*c*)
Checks for any ASCII printable character including space.

curses.ascii.**ispunct**(*c*)
Checks for any printable ASCII character which is not a space or an alphanumeric character.

curses.ascii.**isspace**(*c*)
Checks for ASCII white-space characters; space, line feed, carriage return, form feed, horizontal tab, vertical tab.

curses.ascii.**isupper**(*c*)
Checks for an ASCII uppercase letter.

curses.ascii.**isxdigit**(*c*)
Checks for an ASCII hexadecimal digit. This is equivalent to `c in string.hexdigits`.

curses.ascii.**isctrl**(*c*)
Checks for an ASCII control character (ordinal values 0 to 31).

curses.ascii.**ismeta**(*c*)
Checks for a non-ASCII character (ordinal values 0x80 and above).

These functions accept either integers or single-character strings; when the argument is a string, it is first converted using the built-in function *ord()*.

Note that all these functions check ordinal bit values derived from the character of the string you pass in; they do not actually know anything about the host machine's character encoding.

The following two functions take either a single-character string or integer byte value; they return a value of the same type.

curses.ascii.**ascii**(*c*)
Return the ASCII value corresponding to the low 7 bits of *c*.

curses.ascii.**ctrl**(*c*)
Return the control character corresponding to the given character (the character bit value is bitwise-anded with 0x1f).

curses.ascii.**alt**(*c*)
Return the 8-bit character corresponding to the given ASCII character (the character bit value is bitwise-ored with 0x80).

The following function takes either a single-character string or integer value; it returns a string.

curses.ascii.**unctrl**(*c*)
Return a string representation of the ASCII character *c*. If *c* is printable, this string is the character itself. If the character is a control character (0x00--0x1f) the string consists of a caret (`'^'`) followed by the corresponding uppercase letter. If the character is an ASCII delete (0x7f) the string is `'^?'`. If the character has its meta bit (0x80) set, the meta bit is stripped, the preceding rules applied, and `'!'` prepended to the result.

curses.ascii.**controlnames**
A 33-element string array that contains the ASCII mnemonics for the thirty-two ASCII control characters from 0 (NUL) to 0x1f (US), in order, plus the mnemonic `SP` for the space character.

16.13 `curses.panel` --- A panel stack extension for curses

Panels are windows with the added feature of depth, so they can be stacked on top of each other, and only the visible portions of each window will be displayed. Panels can be added, moved up or down in the stack, and removed.

16.13.1 Fonctions

The module *curses.panel* defines the following functions :

curses.panel.**bottom_panel**()
Returns the bottom panel in the panel stack.

curses.panel.**new_panel**(*win*)
Returns a panel object, associating it with the given window *win*. Be aware that you need to keep the returned panel object referenced explicitly. If you don't, the panel object is garbage collected and removed from the panel stack.

curses.panel.**top_panel**()
Returns the top panel in the panel stack.

curses.panel.**update_panels**()
Updates the virtual screen after changes in the panel stack. This does not call *curses.doupdate()*, so you'll have to do this yourself.

16.13.2 Panel Objects

Panel objects, as returned by *new_panel()* above, are windows with a stacking order. There's always a window associated with a panel which determines the content, while the panel methods are responsible for the window's depth in the panel stack.

Panel objects have the following methods :

Panel.**above**()
Returns the panel above the current panel.

Panel.**below**()
Returns the panel below the current panel.

Panel.**bottom**()
Push the panel to the bottom of the stack.

Panel.**hidden**()
Returns `True` if the panel is hidden (not visible), `False` otherwise.

Panel.**hide**()
Hide the panel. This does not delete the object, it just makes the window on screen invisible.

Panel.**move**(*y*, *x*)
Move the panel to the screen coordinates `(y, x)`.

Panel.**replace**(*win*)
Change the window associated with the panel to the window *win*.

Panel.**set_userptr**(*obj*)
Set the panel's user pointer to *obj*. This is used to associate an arbitrary piece of data with the panel, and can be any Python object.

Panel.**show**()
Display the panel (which might have been hidden).

Panel.**top**()
Push panel to the top of the stack.

Panel.**userptr**()
Returns the user pointer for the panel. This might be any Python object.

Panel.**window**()
Returns the window object associated with the panel.

16.14 platform — Accès aux données sous-jacentes de la plateforme

Code source : Lib/platform.py

Note : Les spécificités des plateformes sont regroupées dans des sections triées par ordre alphabétique. Linux est inclus dans la section Unix.

16.14.1 Multi-plateforme

platform.**architecture**(*executable=sys.executable*, *bits=''*, *linkage=''*)

Interroge l'exécutable fourni (par défaut l'interpréteur Python) sur les informations de l'architecture.

Renvoie un *n*-uplet de `(bits, linkage)` qui contient de l'information sur l'architecture binaire et le format de lien. Les deux valeurs sont des chaînes de caractères.

Lorsqu'une valeur ne peut être déterminée, la valeur passée en paramètre est utilisée. Si la valeur passée à *bits* est `''`, la valeur de `sizeof(pointer)` (ou `sizeof(long)` sur les versions Python antérieures à 1.5.2) est utilisée comme indicateur de la taille de pointeur prise en charge.

La fonction dépend de la commande `file` du système pour accomplir la tâche. *file* est disponible sur quasiment toutes les plateformes Unix ainsi que sur certaines plateformes hors de la famille Unix et l'exécutable doit pointer vers l'interpréteur Python. Des valeurs par défaut raisonnables sont utilisées lorsque les conditions précédentes ne sont pas atteintes.

Note : Sur Mac OS X (ainsi que d'autres plateformes), les fichiers exécutables peuvent être universels et contenir plusieurs architectures.

Afin de déterminer si l'interpréteur courant est 64-bit, une méthode plus fiable est d'interroger l'attribut *sys.maxsize* :

```
is_64bits = sys.maxsize > 2**32
```

---

platform.**machine**()

Renvoie le type de machine. Par exemple, `'i386'`. Une chaîne de caractères vide est renvoyée si la valeur ne peut être déterminée.

platform.**node**()

Renvoie le nom de l'ordinateur sur le réseau (pas forcément pleinement qualifié). Une chaîne de caractères vide est renvoyée s'il ne peut pas être déterminé.

platform.**platform**(*aliased=0*, *terse=0*)

Renvoie une chaîne de caractère identifiant la plateforme avec le plus d'informations possible.

La valeur renvoyée est destinée à la *lecture humaine* plutôt que l'interprétation machine. Il est possible qu'elle soit différente selon la plateforme et c'est voulu.

Si *aliased* est vrai, la fonction utilisera des alias pour certaines plateformes qui utilisent des noms de système qui diffèrent de leurs noms communs. Par exemple, SunOS sera reconnu comme Solaris. La fonction *system_alias()* est utilisée pour l'implémentation.

Si *terse* est vrai, la fonction ne renverra que l'information nécessaire à l'identification de la plateforme.

platform.**processor**()

Renvoie le (vrai) nom du processeur. Par exemple : `'amdk6'`.

Une chaîne de caractères vide est renvoyée si la valeur ne peut être déterminée. Prenez note que plusieurs plateformes ne fournissent pas cette information ou renvoient la même valeur que la fonction *machine()*. NetBSD agit ainsi.

platform.**python_build**()
Renvoie une paire (buildno, builddate) de chaîne de caractères identifiant la version et la date de compilation de Python.

platform.**python_compiler**()
Renvoie une chaîne de caractères identifiant le compilateur utilisé pour compiler Python.

platform.**python_branch**()
Renvoie la chaîne de caractères identifiant la branche du gestionnaire de versions de l'implémentation Python.

platform.**python_implementation**()
Renvoie une chaîne de caractères identifiant l'implémentation de Python. Des valeurs possibles sont : CPython, IronPython, Jython, Pypy.

platform.**python_revision**()
Renvoie la chaîne de caractères identifiant la révision du gestionnaire de versions de l'implémentation Python.

platform.**python_version**()
Renvoie la version de Python comme une chaîne de caractères 'major.minor.patchlevel'.

Prenez note que la valeur renvoyée inclut toujours le *patchlevel* (valeur par défaut de 0) à la différence de sys.version.

platform.**python_version_tuple**()
Renvoie la version de Python comme un triplet de chaînes de caractères (major, minor, patchlevel).

Prenez note que la valeur renvoyée inclut toujours le *patchlevel* (valeur par défaut de '0') à la différence de sys.version.

platform.**release**()
Renvoie la version de déploiement du système, par exemple, '2.2.0' ou 'NT'. Une chaîne de caractères vide signifie qu'aucune valeur ne peut être déterminée.

platform.**system**()
Returns the system/OS name, such as 'Linux', 'Darwin', 'Java', 'Windows'. An empty string is returned if the value cannot be determined.

platform.**system_alias**(*system*, *release*, *version*)
Renvoie (system, release, version) avec des alias pour les noms communs de certains systèmes. Modifie aussi l'ordre de l'information pour éviter la confusion.

platform.**version**()
Renvoie la version de déploiement du système. Par exemple, '#3 on degas'. Une chaîne de caractères vide est renvoyée si aucune valeur ne peut être déterminée.

platform.**uname**()
Interface de *uname* relativement portable. Renvoie un *namedtuple()* contenant six attributs : *system*, *node*, *release*, *version*, *machine* et *processor*.

Prenez note qu'il y a un attribut supplémentaire (*processor*) par rapport à la valeur de retour de *os.uname()*. De plus, les deux premiers attributs changent de nom ; ils s'appellent sysname et nodename pour la fonction *os.uname()*.

Les entrées qui ne peuvent pas être identifiées ont la valeur ''.

Modifié dans la version 3.3 : Le type renvoyé passe d'un *tuple* à un *namedtuple*.

16.14.2 Plateforme Java

platform.**java_ver**(*release=''*, *vendor=''*, *vminfo=('', '', '')*, *osinfo=('', '', '')*)
Version de l'interface pour Jython.

Renvoie un *n*-uplet `(release, vendor, vminfo, osinfo)`. *vminfo* est un triplet de valeur `(vm_name, vm_release, vm_vendor)` et *osinfo* est un triplet de valeur `(os_name, os_version, os_arch)`. Les valeurs indéterminables ont la valeur des paramètres par défaut (valeur de `''` par défaut).

16.14.3 Plateforme Windows

platform.**win32_ver**(*release=''*, *version=''*, *csd=''*, *ptype=''*)
Interroge le registre Windows pour de l'information supplémentaire et renvoie un triplet de `(release, version, csd, ptype)` faisant référence au numéro de version du SE, le numéro de version, le niveau de CSD (Service Pack) et le type de SE (monoprocesseur ou multiprocesseur).

Astuce : *ptype* est `'Uniprocessor Free'` sur des machines NT ayant qu'un seul processeur et `'Multiprocessor Free'` sur des machines ayant plusieurs processeurs. La composante *'Free'* fait référence à l'absence de code de débogage dans le SE. Au contraire, *'Checked'* indique que le SE utilise du code de débogage pour valider les paramètres, etc.

Note : This function works best with Mark Hammond's `win32all` package installed, but also on Python 2.3 and later (support for this was added in Python 2.6). It obviously only runs on Win32 compatible platforms.

Win95/98 specific

platform.**popen**(*cmd*, *mode='r'*, *bufsize=-1*)
Portable *popen()* interface. Find a working popen implementation preferring `win32pipe.popen()`. On Windows NT, `win32pipe.popen()` should work ; on Windows 9x it hangs due to bugs in the MS C library.

Obsolète depuis la version 3.3 : This function is obsolete. Use the *subprocess* module. Check especially the *Remplacer les fonctions plus anciennes par le module subprocess* section.

16.14.4 Plateforme Mac OS

platform.**mac_ver**(*release=''*, *versioninfo=('', '', '')*, *machine=''*)
Renvoie les informations de version de Mac OS avec un triplet de `(release, versioninfo, machine)`. *versioninfo* est un triplet de `(version, dev_stage, non_release_version)`.

Les entrées qui ne peuvent pas être identifiées auront la valeur `''`. Les membres du *n*-uplet sont tous des chaînes de caractères.

16.14.5 Plateformes Unix

platform.**dist**(*distname=''*, *version=''*, *id=''*, *supported_dists=('SuSE', 'debian', 'redhat', 'mandrake', ...)*)
This is another name for *linux_distribution()*.

Deprecated since version 3.5, will be removed in version 3.8 : See alternative like the distro package.

platform.**linux_distribution**(*distname=''*, *version=''*, *id=''*, *supported_dists=('SuSE', 'debian', 'redhat', 'mandrake', ...)*, *full_distribution_name=1*)
Tries to determine the name of the Linux OS distribution name.

`supported_dists` may be given to define the set of Linux distributions to look for. It defaults to a list of currently supported Linux distributions identified by their release file name.

If `full_distribution_name` is true (default), the full distribution read from the OS is returned. Otherwise the short name taken from `supported_dists` is used.

Returns a tuple `(distname,version,id)` which defaults to the args given as parameters. `id` is the item in parentheses after the version number. It is usually the version codename.

Deprecated since version 3.5, will be removed in version 3.8 : See alternative like the distro package.

`platform.`**`libc_ver`**(*executable=sys.executable*, *lib=''*, *version=''*, *chunksize=16384*)

Tente d'identifier la version de la bibliothèque standard C à laquelle le fichier exécutable (par défaut l'interpréteur Python) est lié. Renvoie une paire de chaînes de caractères `(lib, version)`. Les valeurs passées en paramètre seront retournées si la recherche échoue.

Prenez note que cette fonction a une connaissance profonde des méthodes utilisées par les versions de la bibliothèque standard C pour ajouter des symboles au fichier exécutable. Elle n'est probablement utilisable qu'avec des exécutables compilés avec **`gcc`**.

Le fichier est lu en blocs de *chunksize* octets.

16.15 `errno` — Symboles du système *errno* standard

Ce module met à disposition des symboles du système standard `errno`. La valeur de chaque symbole est la valeur entière correspondante. Les noms et les descriptions sont empruntés à `linux/include/errno.h`, qui devrait être assez exhaustif.

`errno.`**`errorcode`**

Dictionnaire associant la valeur *errno* au nom de chaîne dans le système sous-jacent. Par exemple, `errno.errorcode[errno.EPERM]` correspond à `'EPERM'`.

Pour traduire un code d'erreur en message d'erreur, utilisez *`os.strerror()`*.

De la liste suivante, les symboles qui ne sont pas utilisés dans la plateforme actuelle ne sont pas définis par le module. La liste spécifique des symboles définis est disponible comme `errno.errorcode.keys()`. Les symboles disponibles font partie de cette liste :

`errno.`**`EPERM`**

Opération interdite

`errno.`**`ENOENT`**

Fichier ou répertoire inexistant

`errno.`**`ESRCH`**

Processus inexistant

`errno.`**`EINTR`**

Appel système interrompu

Voir aussi :

Cette erreur est associée à l'exception *`InterruptedError`*.

`errno.`**`EIO`**

Erreur d'entrée-sortie

`errno.`**`ENXIO`**

Dispositif ou adresse inexistant

`errno.`**`E2BIG`**

Liste d'arguments trop longue

`errno.`**`ENOEXEC`**

Erreur de format d'exécution

`errno.`**`EBADF`**

Mauvais descripteur de fichier

`errno.`**`ECHILD`**

Pas de processus fils

errno.**EAGAIN**
Ressource temporairement indisponible (réessayez)

errno.**ENOMEM**
Mémoire insuffisante

errno.**EACCES**
Autorisation refusée

errno.**EFAULT**
Mauvaise adresse

errno.**ENOTBLK**
Dispositif de bloc requis

errno.**EBUSY**
Dispositif ou ressource occupé

errno.**EEXIST**
Fichier déjà existant

errno.**EXDEV**
Lien inapproprié

errno.**ENODEV**
Dispositif inexistant

errno.**ENOTDIR**
Pas un répertoire

errno.**EISDIR**
Est un répertoire

errno.**EINVAL**
Argument invalide

errno.**ENFILE**
Plus de descripteur de fichier disponible

errno.**EMFILE**
Trop de fichiers ouverts

errno.**ENOTTY**
Opération de contrôle d'entrée-sortie invalide

errno.**ETXTBSY**
Fichier texte occupé

errno.**EFBIG**
Fichier trop grand

errno.**ENOSPC**
Plus de place sur le dispositif

errno.**ESPIPE**
Recherche invalide

errno.**EROFS**
Système de fichiers en lecture seule

errno.**EMLINK**
Trop de liens symboliques

errno.**EPIPE**
Tube brisé

errno.**EDOM**
Argument mathématique hors du domaine de définition de la fonction

errno.**ERANGE**
Résultat mathématique non représentable

errno.**EDEADLK**
Un interblocage se produirait sur cette ressource

errno.**ENAMETOOLONG**
Nom de fichier trop long

errno.**ENOLCK**
Plus de verrou de fichier disponible

errno.**ENOSYS**
Fonction non implémentée

errno.**ENOTEMPTY**
Dossier non vide

errno.**ELOOP**
Trop de liens symboliques trouvés

errno.**EWOULDBLOCK**
L'opération bloquerait

errno.**ENOMSG**
Pas de message du type voulu

errno.**EIDRM**
Identifiant supprimé

errno.**ECHRNG**
Le numéro de canal est hors des limites

errno.**EL2NSYNC**
Le niveau 2 n'est pas synchronisé

errno.**EL3HLT**
Niveau 3 stoppé

errno.**EL3RST**
Niveau 3 réinitialisé

errno.**ELNRNG**
Le numéro du lien est hors des limites

errno.**EUNATCH**
Le pilote de protocole n'est pas attaché

errno.**ENOCSI**
Pas de structure *CSI* disponible

errno.**EL2HLT**
Niveau 2 stoppé

errno.**EBADE**
Échange invalide

errno.**EBADR**
Descripteur de requête invalide

errno.**EXFULL**
Échange complet

errno.**ENOANO**
Pas de *anode*

errno.**EBADRQC**
Code de requête invalide

errno.**EBADSLT**
Slot invalide

errno.**EDEADLOCK**
Interblocage lors du verrouillage de fichier

errno.**EBFONT**
Mauvais format de fichier de police

errno.**ENOSTR**
Le périphérique n'est pas un flux

errno.**ENODATA**
Pas de donnée disponible

errno.**ETIME**
Délai maximal atteint

errno.**ENOSR**
Pas assez de ressources de type flux

errno.**ENONET**
Machine hors réseau

errno.**ENOPKG**
Paquet non installé

errno.**EREMOTE**
L'objet est distant

errno.**ENOLINK**
Lien coupé

errno.**EADV**
Erreur d'annonce

errno.**ESRMNT**
Erreur *Srmount*

errno.**ECOMM**
Erreur de communication lors de l'envoi

errno.**EPROTO**
Erreur de protocole

errno.**EMULTIHOP**
Transfert à sauts multiples essayé

errno.**EDOTDOT**
erreur spécifique *RFS*

errno.**EBADMSG**
Pas un message de données

errno.**EOVERFLOW**
Valeur trop grande pour être stockée dans ce type de donnée

errno.**ENOTUNIQ**
Nom non-unique dans le réseau

errno.**EBADFD**
Descripteur de fichier en mauvais état

errno.**EREMCHG**
Adresse distante changée

errno.**ELIBACC**
Accès impossible à une bibliothèque partagée nécessaire

errno.**ELIBBAD**
Accès à une bibliothèque partagée corrompue

errno.**ELIBSCN**
Section *.lib* de *a.out* corrompue

errno.**ELIBMAX**
Tentative de liaison entre trop de bibliothèques partagées

errno.**ELIBEXEC**
Impossible d'exécuter directement une bibliothèque partagée

errno.**EILSEQ**
Séquence de *bytes* illégale

errno.**ERESTART**
Appel système interrompu qui devrait être relancé

errno.**ESTRPIPE**
Erreur d'enchaînement de flux

errno.**EUSERS**
Trop d'utilisateurs

errno.**ENOTSOCK**
Opération d'interface de connexion alors que ce n'est pas une interface de connexion

errno.**EDESTADDRREQ**
Adresse de destination obligatoire

errno.**EMSGSIZE**
Message trop long

errno.**EPROTOTYPE**
Mauvais type de protocole pour ce connecteur

errno.**ENOPROTOOPT**
Protocole pas disponible

errno.**EPROTONOSUPPORT**
Protocole non géré

errno.**ESOCKTNOSUPPORT**
Type de connecteur non géré

errno.**EOPNOTSUPP**
Opération non gérée par cette fin de lien

errno.**EPFNOSUPPORT**
Famille de protocole non gérée

errno.**EAFNOSUPPORT**
Famille d'adresses non gérée par ce protocole

errno.**EADDRINUSE**
Adresse déjà utilisée

errno.**EADDRNOTAVAIL**
Impossible d'assigner l'adresse demandée

errno.**ENETDOWN**
Le réseau est désactivé

errno.**ENETUNREACH**
Réseau inaccessible

errno.**ENETRESET**
Connexion annulée par le réseau

errno.**ECONNABORTED**
Connexion abandonnée

errno.**ECONNRESET**
Connexion réinitialisée

errno.**ENOBUFS**
Plus d'espace tampon disponible

errno.**EISCONN**
L'interface de connexion est déjà connectée

errno.**ENOTCONN**
L'interface de connexion n'est pas connectée

errno.**ESHUTDOWN**
Impossible d'envoyer après l'arrêt du point final du transport

errno.**ETOOMANYREFS**
Trop de descripteurs : impossible d'effectuer la liaison

errno.**ETIMEDOUT**
Délai maximal de connexion écoulé

errno.**ECONNREFUSED**
Connexion refusée

errno.**EHOSTDOWN**
Hôte éteint

errno.**EHOSTUNREACH**
Pas de route vers l'hôte

errno.**EALREADY**
Connexion déjà en cours

errno.**EINPROGRESS**
Opération en cours

errno.**ESTALE**
Descripteur de fichier NFS corrompu

errno.**EUCLEAN**
La structure a besoin d'être nettoyée

errno.**ENOTNAM**
N'est pas un fichier nommé du type *XENIX*

errno.**ENAVAIL**
Pas de sémaphore *XENIX* disponible

errno.**EISNAM**
Est un fichier nommé

errno.**EREMOTEIO**
Erreur d'entrées-sorties distante

errno.**EDQUOT**
Quota dépassé

16.16 ctypes — Bibliothèque Python d'appels à des fonctions externes

ctypes est une bibliothèque d'appel à des fonctions externes en python. Elle fournit des types de données compatibles avec le langage C et permet d'appeler des fonctions depuis des DLL ou des bibliothèques partagées, rendant ainsi possible l'interfaçage de ces bibliothèques avec du pur code Python.

16.16.1 Didacticiel de *ctypes*

Remarque : Les exemples de code de ce didacticiel utilisent *doctest* pour s'assurer de leur propre bon fonctionnement. Vu que certains de ces exemples ont un comportement différent en Linux, Windows ou Mac OS X, ils contiennent des directives *doctest* dans les commentaires.

Remarque : Le type *c_int* du module apparaît dans certains de ces exemples. Sur les plates-formes où `sizeof(long) == sizeof(int)`, ce type est un alias de *c_long*. Ne soyez donc pas surpris si *c_long* s'affiche là où vous vous attendiez à *c_int* — il s'agit bien du même type.

Chargement des DLL

ctypes fournit l'objet *cdll* pour charger des bibliothèques à liens dynamiques (et les objets *windll* et *oledll* en Windows).

Une bibliothèque se charge en y accédant comme un attribut de ces objets. *cdll* charge les bibliothèques qui exportent des fonctions utilisant la convention d'appel standard `cdecl`, alors que les bibliothèques qui se chargent avec *windll* utilisent la convention d'appel `stdcall`. *oledll* utilise elle aussi la convention `stdcall` et suppose que les fonctions renvoient un code d'erreur `HRESULT` de Windows. Ce code d'erreur est utilisé pour lever automatiquement une *OSError* quand l'appel de la fonction échoue.

Modifié dans la version 3.3 : En Windows, les erreurs levaient auparavant une *WindowsError*, qui est maintenant un alias de *OSError*.

Voici quelques exemples Windows. `msvcrt` est la bibliothèque standard C de Microsoft qui contient la plupart des fonctions standards C. Elle suit la convention d'appel *cdecl* :

```
>>> from ctypes import *
>>> print(windll.kernel32)
<WinDLL 'kernel32', handle ... at ...>
>>> print(cdll.msvcrt)
<CDLL 'msvcrt', handle ... at ...>
>>> libc = cdll.msvcrt
>>>
```

Windows ajoute le suffixe habituel `.dll` automatiquement.

Note : Accéder à la bibliothèque standard C par `cdll.msvcrt` utilise une version obsolète de la bibliothèque qui peut avoir des problèmes de compatibilité avec celle que Python utilise. Si possible, mieux vaut utiliser la fonctionnalité native de Python, ou bien importer et utiliser le module `msvcrt`.

Pour charger une bibliothèque en Linux, il faut passer le nom du fichier *avec* son extension. Il est donc impossible de charger une bibliothèque en accédant à un attribut. Il faut utiliser la méthode `LoadLibrary()` des chargeurs de DLL, ou bien charger la bibliothèque en créant une instance de *CDLL* en appelant son constructeur :

```
>>> cdll.LoadLibrary("libc.so.6")
<CDLL 'libc.so.6', handle ... at ...>
>>> libc = CDLL("libc.so.6")
>>> libc
<CDLL 'libc.so.6', handle ... at ...>
>>>
```

Accès aux fonctions des DLL chargées

Les fonctions sont alors des attributs des objets DLL :

```
>>> from ctypes import *
>>> libc.printf
<_FuncPtr object at 0x...>
>>> print(windll.kernel32.GetModuleHandleA)
<_FuncPtr object at 0x...>
>>> print(windll.kernel32.MyOwnFunction)
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
  File "ctypes.py", line 239, in __getattr__
    func = _StdcallFuncPtr(name, self)
AttributeError: function 'MyOwnFunction' not found
>>>
```

Les DLL des systèmes *win32* comme `kernel32` et `user32` exportent souvent une version ANSI et une version UNICODE d'une fonction. La version UNICODE est exportée avec un `W` à la fin, et la version ANSI avec un `A`. La fonction *win32* `GetModuleHandle`, qui renvoie un *gestionnaire de module* à partir de son nom, a le prototype C suivant (c'est une macro qui décide d'exporter l'une ou l'autre à travers `GetModuleHandle`, selon qu'UNICODE est définie ou non) :

```
/* ANSI version */
HMODULE GetModuleHandleA(LPCSTR lpModuleName);
/* UNICODE version */
HMODULE GetModuleHandleW(LPCWSTR lpModuleName);
```

windll n'en choisit pas une par magie, il faut accéder à la bonne en écrivant explicitement `GetModuleHandleA` ou `GetModuleHandleW` et en les appelant ensuite avec des objets octets ou avec des chaînes de caractères, respectivement.

Les DLL exportent parfois des fonctions dont les noms ne sont pas des identifiants Python valides, comme `"??2@YAPAXI@Z"`. Dans ce cas, il faut utiliser *`getattr()`* pour accéder à la fonction :

```
>>> getattr(cdll.msvcrt, "??2@YAPAXI@Z")
<_FuncPtr object at 0x...>
>>>
```

Sous Windows, certaines DLL exportent des fonctions à travers un indice plutôt qu'à travers un nom. On accède à une fonction en indiçant l'objet DLL avec son index :

```
>>> cdll.kernel32[1]
<_FuncPtr object at 0x...>
>>> cdll.kernel32[0]
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
  File "ctypes.py", line 310, in __getitem__
    func = _StdcallFuncPtr(name, self)
AttributeError: function ordinal 0 not found
>>>
```

Appel de fonctions

Ces fonctions s'appellent comme n'importe quel appelable Python. Cet exemple utilise la fonction `time()`, qui renvoie le temps en secondes du système depuis l'*epoch* Unix, et la fonction `GetModuleHandleA()`, qui renvoie un gestionnaire de module *win32*.

This example calls both functions with a `NULL` pointer (`None` should be used as the `NULL` pointer) :

```
>>> print(libc.time(None))
1150640792
>>> print(hex(windll.kernel32.GetModuleHandleA(None)))
0x1d000000
>>>
```

Une *`ValueError`* est levée quand on appelle une fonction `stdcall` avec la convention d'appel `cdecl` et vice-versa :

```
>>> cdll.kernel32.GetModuleHandleA(None)
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
ValueError: Procedure probably called with not enough arguments (4 bytes missing)
>>>

>>> windll.msvcrt.printf(b"spam")
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
ValueError: Procedure probably called with too many arguments (4 bytes in excess)
>>>
```

Pour déterminer la convention d'appel, il faut consulter l'en-tête C ou la documentation de la fonction à appeler.

En Windows, *`ctypes`* tire profit de la gestion structurée des exceptions (*structured exception handling*) *win32* pour empêcher les plantages dus à des interruptions, afin de préserver la protection globale (*general protection faults*) du système, lorsque des fonctions sont appelées avec un nombre incorrect d'arguments :

```
>>> windll.kernel32.GetModuleHandleA(32)
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
OSError: exception: access violation reading 0x00000020
>>>
```

Cependant, il y a suffisamment de façons de faire planter Python avec *`ctypes`*, donc il faut être prudent dans tous les cas. Le module *`faulthandler`* est pratique pour déboguer les plantages (p. ex. dus à des erreurs de segmentation produites par des appels erronés à la bibliothèque C).

`None`, les entiers, les objets octets et les chaînes de caractères (Unicode) sont les seuls types natifs de Python qui peuvent être directement passés en paramètres de ces appels de fonctions. `None` est passé comme le pointeur C `NULL`, les objets octets et les chaînes de caractères sont passés comme un pointeur sur le bloc mémoire qui contient la donnée (`char *` ou `wchar_t *`). Les entiers Python sont passés comme le type C `int` par défaut de la plate-forme, un masque étant appliqué pour qu'ils tiennent dans le type C.

Avant de poursuivre sur l'appel de fonctions avec d'autres types de paramètres, apprenons-en un peu plus sur les types de données de *`ctypes`*.

Types de données fondamentaux

ctypes définit plusieurs types de donnée de base compatibles avec le C :

Types de *ctypes*	Type C	Type Python
c_bool	_Bool	*bool* (1)
c_char	char	objet octet (*bytes*) de 1 caractère
c_wchar	wchar_t	chaîne de caractères (*string*) de longueur 1
c_byte	char	*int*
c_ubyte	unsigned char	*int*
c_short	short	*int*
c_ushort	unsigned short	*int*
c_int	int	*int*
c_uint	unsigned int	*int*
c_long	long	*int*
c_ulong	unsigned long	*int*
c_longlong	__int64 ou long long	*int*
c_ulonglong	unsigned __int64 ou unsigned long long	*int*
c_size_t	size_t	*int*
c_ssize_t	ssize_t ou Py_ssize_t	*int*
c_float	float	*float*
c_double	double	*float*
c_longdouble	long double	*float*
c_char_p	char * (terminé par NUL)	objet octet (*bytes*) ou None
c_wchar_p	wchar_t * (terminé par NUL)	chaîne de caractères (*string*) ou None
c_void_p	void *	*int* ou None

(1) Le constructeur accepte n'importe quel objet convertible en booléen.

Il est possible de créer chacun de ces types en les appelant avec une valeur d'initialisation du bon type et avec une valeur cohérente :

```
>>> c_int()
c_long(0)
>>> c_wchar_p("Hello, World")
c_wchar_p(140018365411392)
>>> c_ushort(-3)
c_ushort(65533)
>>>
```

Ces types étant des muables, leur valeur peut aussi être modifiée après coup :

```
>>> i = c_int(42)
>>> print(i)
c_long(42)
>>> print(i.value)
42
>>> i.value = -99
>>> print(i.value)
-99
>>>
```

Affecter une nouvelle valeur à une instance de type pointeur — *c_char_p*, *c_wchar_p* et *c_void_p* — change *la zone mémoire* sur laquelle elle pointe, et non *le contenu* de ce bloc mémoire (c'est logique parce que les objets octets sont immuables en Python) :

```
>>> s = "Hello, World"
>>> c_s = c_wchar_p(s)
>>> print(c_s)
c_wchar_p(139966785747344)
>>> print(c_s.value)
Hello World
>>> c_s.value = "Hi, there"
>>> print(c_s)              # the memory location has changed
c_wchar_p(139966783348904)
>>> print(c_s.value)
Hi, there
>>> print(s)                # first object is unchanged
Hello, World
>>>
```

Cependant, prenez garde à ne pas en passer à des fonctions qui prennent en paramètre des pointeurs sur de la mémoire modifiable. S'il vous faut de la mémoire modifiable, *ctypes* fournit la fonction *create_string_buffer()* qui en crée de plusieurs façons. L'attribut `raw` permet d'accéder à (ou de modifier) un bloc mémoire ; l'attribut `value` permet d'y accéder comme à une chaîne de caractères terminée par NUL :

```
>>> from ctypes import *
>>> p = create_string_buffer(3)            # create a 3 byte buffer, initialized␣
↪to NUL bytes
>>> print(sizeof(p), repr(p.raw))
3 b'\x00\x00\x00'
>>> p = create_string_buffer(b"Hello")     # create a buffer containing a NUL␣
↪terminated string
>>> print(sizeof(p), repr(p.raw))
6 b'Hello\x00'
>>> print(repr(p.value))
b'Hello'
>>> p = create_string_buffer(b"Hello", 10) # create a 10 byte buffer
>>> print(sizeof(p), repr(p.raw))
10 b'Hello\x00\x00\x00\x00\x00'
>>> p.value = b"Hi"
>>> print(sizeof(p), repr(p.raw))
10 b'Hi\x00lo\x00\x00\x00\x00\x00'
>>>
```

La fonction *create_string_buffer()* remplace les fonctions `c_buffer()` (qui en reste un alias) et `c_string()` des versions antérieures de *ctypes*. La fonction *create_unicode_buffer()* crée un bloc mémoire modifiable contenant des caractères Unicode du type C `wchar_t`.

Appel de fonctions, suite

printf utilise la vraie sortie standard, et non *sys.stdout* ; les exemples suivants ne fonctionnent donc que dans une invite de commande et non depuis *IDLE* or *PythonWin* :

```
>>> printf = libc.printf
>>> printf(b"Hello, %s\n", b"World!")
Hello, World!
14
>>> printf(b"Hello, %S\n", "World!")
Hello, World!
14
>>> printf(b"%d bottles of beer\n", 42)
42 bottles of beer
19
>>> printf(b"%f bottles of beer\n", 42.5)
Traceback (most recent call last):
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
  File "<stdin>", line 1, in <module>
ArgumentError: argument 2: exceptions.TypeError: Don't know how to convert␣
↪parameter 2
>>>
```

Comme mentionné plus haut, tous les types Python (les entiers, les chaînes de caractères et les objets octet exceptés) doivent être encapsulés dans leur type *ctypes* correspondant pour pouvoir être convertis dans le type C requis :

```
>>> printf(b"An int %d, a double %f\n", 1234, c_double(3.14))
An int 1234, a double 3.140000
31
>>>
```

Appel de fonctions avec des types de données personnalisés

Il est possible de personnaliser la conversion des arguments effectuée par *ctypes* pour permettre de passer en argument des instances de vos propres classes. *ctypes* recherche un attribut `_as_parameter_` et le prend comme argument à la fonction. Bien entendu, cet attribut doit être un entier, une chaîne de caractères ou des octets :

```
>>> class Bottles:
...     def __init__(self, number):
...         self._as_parameter_ = number
...
>>> bottles = Bottles(42)
>>> printf(b"%d bottles of beer\n", bottles)
42 bottles of beer
19
>>>
```

Si vous ne souhaitez pas stocker les données de l'instance dans la variable `_as_parameter_` de l'instance, vous pouvez toujours définir une *propriété* qui rend cet attribut disponible sur demande.

Définition du type des arguments nécessaires (prototypes de fonction)

Il est possible de définir le type des arguments demandés par une fonction exportée depuis une DLL en définissant son attribut `argtypes`.

`argtypes` doit être une séquence de types de données C (la fonction `printf` n'est probablement pas le meilleur exemple pour l'illustrer, car elle accepte un nombre variable d'arguments de types eux aussi variables, selon la chaîne de formatage ; cela dit, elle se révèle pratique pour tester cette fonctionnalité) :

```
>>> printf.argtypes = [c_char_p, c_char_p, c_int, c_double]
>>> printf(b"String '%s', Int %d, Double %f\n", b"Hi", 10, 2.2)
String 'Hi', Int 10, Double 2.200000
37
>>>
```

Définir un format empêche de passer des arguments de type incompatible (comme le fait le prototype d'une fonction C) et tente de convertir les arguments en des types valides :

```
>>> printf(b"%d %d %d", 1, 2, 3)
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
ArgumentError: argument 2: exceptions.TypeError: wrong type
>>> printf(b"%s %d %f\n", b"X", 2, 3)
X 2 3.000000
13
>>>
```

Pour appeler une fonction avec votre propre classe définie dans la séquence `argtypes`, il est nécessaire d'implémenter une méthode de classe `from_param()`. La méthode de classe `from_param()` récupère l'objet Python passé à la fonction et doit faire une vérification de type ou tout ce qui est nécessaire pour s'assurer que l'objet est valide, puis renvoie l'objet lui-même, son attribut `_as_parameter_`, ou tout ce que vous voulez passer comme argument fonction C dans ce cas. Encore une fois, il convient que le résultat soit un entier, une chaîne, des octets, une instance *ctypes* ou un objet avec un attribut `_as_parameter_`.

Types de sortie

Le module suppose que toutes les fonctions renvoient par défaut un `int` C. Pour préciser un autre type de sortie, il faut définir l'attribut `restype` de l'objet encapsulant la fonction.

Voici un exemple plus poussé. Celui-ci utilise la fonction `strchr`, qui prend en paramètres un pointeur vers une chaîne et un caractère. Elle renvoie un pointeur sur une chaîne de caractères :

```
>>> strchr = libc.strchr
>>> strchr(b"abcdef", ord("d"))
8059983
>>> strchr.restype = c_char_p     # c_char_p is a pointer to a string
>>> strchr(b"abcdef", ord("d"))
b'def'
>>> print(strchr(b"abcdef", ord("x")))
None
>>>
```

Pour économiser l'appel `ord("x")`, il est possible de définir l'attribut `argtypes` ; le second argument, un objet octet à un seul caractère, sera automatiquement converti en un caractère C :

```
>>> strchr.restype = c_char_p
>>> strchr.argtypes = [c_char_p, c_char]
>>> strchr(b"abcdef", b"d")
'def'
>>> strchr(b"abcdef", b"def")
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
ArgumentError: argument 2: exceptions.TypeError: one character string expected
>>> print(strchr(b"abcdef", b"x"))
None
>>> strchr(b"abcdef", b"d")
'def'
>>>
```

Si la fonction à interfacer renvoie un entier, l'attribut `restype` peut aussi être un appelable (une fonction ou une classe par exemple). Dans ce cas, l'appelable sera appelé avec l'entier renvoyé par la fonction et le résultat de cet appel sera le résultat final de l'appel à la fonction. C'est pratique pour vérifier les codes d'erreurs des valeurs de retour et lever automatiquement des exceptions :

```
>>> GetModuleHandle = windll.kernel32.GetModuleHandleA
>>> def ValidHandle(value):
...     if value == 0:
...         raise WinError()
...     return value
...
>>>
>>> GetModuleHandle.restype = ValidHandle
>>> GetModuleHandle(None)
486539264
>>> GetModuleHandle("something silly")
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
  File "<stdin>", line 3, in ValidHandle
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
OSError: [Errno 126] The specified module could not be found.
>>>
```

`WinError` appelle l'API Windows `FormatMessage()` pour obtenir une représentation de la chaîne de caractères qui correspond au code d'erreur, et *renvoie* une exception. `WinError` prend en paramètre — optionnel — le code d'erreur. Si celui-ci n'est pas passé, elle appelle *`GetLastError()`* pour le récupérer.

Notez cependant que l'attribut `errcheck` permet de vérifier bien plus efficacement les erreurs ; référez-vous au manuel de référence pour plus de précisions.

Passage de pointeurs (passage de paramètres par référence)

Il arrive qu'une fonction C du code à interfacer requière un *pointeur* vers un certain type de donnée en paramètre, typiquement pour écrire à l'endroit correspondant ou si la donnée est trop grande pour pouvoir être passée par valeur. Ce mécanisme est appelé *passage de paramètres par référence*.

`ctypes` contient la fonction *`byref()`* qui permet de passer des paramètres par référence. La fonction *`pointer()`* a la même utilité, mais fait plus de travail car *`pointer()`* construit un véritable objet pointeur. Ainsi, si vous n'avez pas besoin de cet objet dans votre code Python, utiliser *`byref()`* est plus performant :

```
>>> i = c_int()
>>> f = c_float()
>>> s = create_string_buffer(b'\000' * 32)
>>> print(i.value, f.value, repr(s.value))
0 0.0 b''
>>> libc.sscanf(b"1 3.14 Hello", b"%d %f %s",
...             byref(i), byref(f), s)
3
>>> print(i.value, f.value, repr(s.value))
1 3.1400001049 b'Hello'
>>>
```

Structures et unions

Les structures et les unions doivent hériter des classes de base *`Structure`* et *`Union`* définies dans le module *`ctypes`*. Chaque sous-classe doit définir un attribut `_fields_`. `_fields_` doit être une liste de *paires*, contenant un *nom de champ* et un *type de champ*.

Le type de champ doit être un type *`ctypes`* comme *`c_int`* ou un type *`ctypes`* dérivé : structure, union, tableau ou pointeur.

Voici un exemple simple : une structure POINT qui contient deux entiers *x* et *y* et qui montre également comment instancier une structure avec le constructeur :

```
>>> from ctypes import *
>>> class POINT(Structure):
...     _fields_ = [("x", c_int),
...                 ("y", c_int)]
...
>>> point = POINT(10, 20)
>>> print(point.x, point.y)
10 20
>>> point = POINT(y=5)
>>> print(point.x, point.y)
0 5
>>> POINT(1, 2, 3)
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
TypeError: too many initializers
>>>
```

Il est bien entendu possible de créer des structures plus complexes. Une structure peut elle-même contenir d'autres structures en prenant une structure comme type de champ.

Voici une structure RECT qui contient deux POINTs *upperleft* et *lowerright* :

```
>>> class RECT(Structure):
...     _fields_ = [("upperleft", POINT),
...                 ("lowerright", POINT)]
...
>>> rc = RECT(point)
>>> print(rc.upperleft.x, rc.upperleft.y)
0 5
>>> print(rc.lowerright.x, rc.lowerright.y)
0 0
>>>
```

Une structure encapsulée peut être instanciée par un constructeur de plusieurs façons :

```
>>> r = RECT(POINT(1, 2), POINT(3, 4))
>>> r = RECT((1, 2), (3, 4))
```

Il est possible de récupérer les *descripteurs* des champs depuis la *classe*. Ils sont importants pour déboguer car ils contiennent des informations utiles :

```
>>> print(POINT.x)
<Field type=c_long, ofs=0, size=4>
>>> print(POINT.y)
<Field type=c_long, ofs=4, size=4>
>>>
```

Avertissement : `ctypes` ne prend pas en charge le passage par valeur des unions ou des structures avec des champs de bits. Bien que cela puisse fonctionner sur des architectures 32 bits avec un jeu d'instructions x86, ce n'est pas garanti par la bibliothèque en général. Les unions et les structures avec des champs de bits doivent toujours être passées par pointeur.

Alignement et boutisme des structures et des unions

By default, Structure and Union fields are aligned in the same way the C compiler does it. It is possible to override this behavior by specifying a `_pack_` class attribute in the subclass definition. This must be set to a positive integer and specifies the maximum alignment for the fields. This is what `#pragma pack(n)` also does in MSVC.

`ctypes` suit le boutisme natif pour les *Structure* et les *Union*. Pour construire des structures avec un boutisme différent, utilisez les classes de base `BigEndianStructure`, `LittleEndianStructure`, `BigEndianUnion` ou `LittleEndianUnion`. Ces classes ne peuvent pas avoir de champ pointeur.

Champs de bits dans les structures et les unions

Il est possible de créer des structures et des unions contenant des champs de bits. Seuls les entiers peuvent être des champs de bits, le nombre de bits est défini dans le troisième champ du n-uplet `_fields_` :

```
>>> class Int(Structure):
...     _fields_ = [("first_16", c_int, 16),
...                 ("second_16", c_int, 16)]
...
>>> print(Int.first_16)
<Field type=c_long, ofs=0:0, bits=16>
>>> print(Int.second_16)
<Field type=c_long, ofs=0:16, bits=16>
>>>
```

Tableaux

Les tableaux sont des séquences qui contiennent un nombre fixe d'instances du même type.

La meilleure façon de créer des tableaux consiste à multiplier le type de donnée par un entier positif :

```
TenPointsArrayType = POINT * 10
```

Voici un exemple — un peu artificiel — d'une structure contenant, entre autres, 4 POINTs :

```
>>> from ctypes import *
>>> class POINT(Structure):
...     _fields_ = ("x", c_int), ("y", c_int)
...
>>> class MyStruct(Structure):
...     _fields_ = [("a", c_int),
...                 ("b", c_float),
...                 ("point_array", POINT * 4)]
>>>
>>> print(len(MyStruct().point_array))
4
>>>
```

Comme d'habitude, on crée les instances en appelant la classe :

```
arr = TenPointsArrayType()
for pt in arr:
    print(pt.x, pt.y)
```

Le code précédent affiche une suite de `0 0` car le contenu du tableau est initialisé avec des zéros.

Des valeurs d'initialisation du bon type peuvent être passées :

```
>>> from ctypes import *
>>> TenIntegers = c_int * 10
>>> ii = TenIntegers(1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10)
>>> print(ii)
<c_long_Array_10 object at 0x...>
>>> for i in ii: print(i, end=" ")
...
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
>>>
```

Pointeurs

On crée une instance de pointeur en appelant la fonction *pointer()* sur un type *ctypes* :

```
>>> from ctypes import *
>>> i = c_int(42)
>>> pi = pointer(i)
>>>
```

Les instances de pointeurs ont un attribut *contents* qui renvoie l'objet pointé (l'objet `i` ci-dessus) :

```
>>> pi.contents
c_long(42)
>>>
```

Attention, *ctypes* ne fait pas de ROI (retour de l'objet initial). Il crée un nouvel objet à chaque fois qu'on accède à un attribut :

```
>>> pi.contents is i
False
>>> pi.contents is pi.contents
False
>>>
```

Affecter une autre instance de *c_int* à l'attribut *contents* du pointeur fait pointer le pointeur vers l'adresse mémoire de cette nouvelle instance :

```
>>> i = c_int(99)
>>> pi.contents = i
>>> pi.contents
c_long(99)
>>>
```

Il est possible d'indexer les pointeurs par des entiers :

```
>>> pi[0]
99
>>>
```

Affecter à travers un indice change la valeur pointée :

```
>>> print(i)
c_long(99)
>>> pi[0] = 22
>>> print(i)
c_long(22)
>>>
```

Si vous êtes sûr de vous, vous pouvez utiliser d'autres valeurs que 0, comme en C : il est ainsi possible de modifier une zone mémoire de votre choix. De manière générale cette fonctionnalité ne s'utilise que sur un pointeur renvoyé par une fonction C, pointeur que vous *savez* pointer vers un tableau et non sur un seul élément.

Sous le capot, la fonction *pointer()* fait plus que simplement créer une instance de pointeur ; elle doit d'abord créer un type « pointeur sur… ». Cela s'effectue avec la fonction *POINTER()*, qui prend en paramètre n'importe quel type *ctypes* et renvoie un nouveau type :

```
>>> PI = POINTER(c_int)
>>> PI
<class 'ctypes.LP_c_long'>
>>> PI(42)
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
TypeError: expected c_long instead of int
>>> PI(c_int(42))
<ctypes.LP_c_long object at 0x...>
>>>
```

Appeler le pointeur sur type sans arguments crée un pointeur NULL. Les pointeurs NULL s'évaluent à False :

```
>>> null_ptr = POINTER(c_int)()
>>> print(bool(null_ptr))
False
>>>
```

ctypes vérifie que le pointeur n'est pas NULL quand il en déréférence un (mais déréférencer des pointeurs non NULL invalides fait planter Python) :

```
>>> null_ptr[0]
Traceback (most recent call last):
    ....
ValueError: NULL pointer access
>>>

>>> null_ptr[0] = 1234
Traceback (most recent call last):
    ....
ValueError: NULL pointer access
>>>
```

Conversions de type

En général, *ctypes* respecte un typage fort. Cela signifie que si un POINTER(c_int) est présent dans la liste des argtypes d'une fonction ou est le type d'un attribut membre dans une définition de structure, seules des instances de ce type seront valides. Cette règle comporte quelques exceptions pour lesquelles *ctypes* accepte d'autres objets. Par exemple il est possible de passer des instances de tableau à place de pointeurs, s'ils sont compatibles. Dans le cas de POINTER(c_int), *ctypes* accepte des tableaux de *c_int* :

```
>>> class Bar(Structure):
...     _fields_ = [("count", c_int), ("values", POINTER(c_int))]
...
>>> bar = Bar()
>>> bar.values = (c_int * 3)(1, 2, 3)
>>> bar.count = 3
>>> for i in range(bar.count):
...     print(bar.values[i])
...
1
2
3
>>>
```

De plus, si un paramètre de fonction est déclaré explicitement de type pointeur (comme POINTER(c_int)) dans les argtypes, il est aussi possible de passer un objet du type pointé — ici, c_int — à la fonction. *ctypes* appelle alors automatiquement la fonction de conversion *byref()*.

Pour mettre un champ de type *POINTER* à NULL, il faut lui affecter None :

```
>>> bar.values = None
>>>
```

Parfois il faut gérer des incompatibilités entre les types. En C, il est possible de convertir un type en un autre. *ctypes* fournit la fonction *cast()* qui permet la même chose. La structure Bar ci-dessus accepte des pointeurs

`POINTER(c_int)` ou des tableaux de *c_int* comme valeur pour le champ `values`, mais pas des instances d'autres types :

```
>>> bar.values = (c_byte * 4)()
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
TypeError: incompatible types, c_byte_Array_4 instance instead of LP_c_long␣
↪instance
>>>
```

C'est là que la fonction *cast()* intervient.

La fonction *cast()* permet de convertir une instance de *ctypes* en un pointeur vers un type de données *ctypes* différent. *cast()* prend deux paramètres : un objet *ctypes* qui est, ou qui peut être converti en, un certain pointeur et un type pointeur de *ctypes*. Elle renvoie une instance du second argument, qui pointe sur le même bloc mémoire que le premier argument :

```
>>> a = (c_byte * 4)()
>>> cast(a, POINTER(c_int))
<ctypes.LP_c_long object at ...>
>>>
```

Ainsi, la fonction *cast()* permet de remplir le champ `values` de la structure `Bar` :

```
>>> bar = Bar()
>>> bar.values = cast((c_byte * 4)(), POINTER(c_int))
>>> print(bar.values[0])
0
>>>
```

Types incomplets

Un *type incomplet* est une structure, une union ou un tableau dont les membres ne sont pas encore définis. C'est l'équivalent d'une déclaration avancée en C, où la définition est fournie plus tard :

```
struct cell; /* forward declaration */

struct cell {
    char *name;
    struct cell *next;
};
```

Une traduction naïve, mais invalide, en code *ctypes* ressemblerait à ça :

```
>>> class cell(Structure):
...     _fields_ = [("name", c_char_p),
...                 ("next", POINTER(cell))]
...
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
  File "<stdin>", line 2, in cell
NameError: name 'cell' is not defined
>>>
```

Cela ne fonctionne pas parce que la nouvelle `class cell` n'est pas accessible dans la définition de la classe elle-même. Dans le module *ctypes*, on définit la classe `cell` et on définira les `_fields_` plus tard, après avoir défini la classe :

```
>>> from ctypes import *
>>> class cell(Structure):
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
...     pass
...
>>> cell._fields_ = [("name", c_char_p),
...                  ("next", POINTER(cell))]
>>>
```

Let's try it. We create two instances of `cell`, and let them point to each other, and finally follow the pointer chain a few times :

```
>>> c1 = cell()
>>> c1.name = "foo"
>>> c2 = cell()
>>> c2.name = "bar"
>>> c1.next = pointer(c2)
>>> c2.next = pointer(c1)
>>> p = c1
>>> for i in range(8):
...     print(p.name, end=" ")
...     p = p.next[0]
...
foo bar foo bar foo bar foo bar
>>>
```

Fonctions de rappel

ctypes permet de créer des pointeurs de fonctions appelables par des appelables Python. On les appelle parfois *fonctions de rappel*.

Tout d'abord, il faut créer une classe pour la fonction de rappel. La classe connaît la convention d'appel, le type de retour ainsi que le nombre et le type de paramètres que la fonction accepte.

La fabrique *CFUNCTYPE()* crée un type pour les fonctions de rappel qui suivent la convention d'appel `cdecl`. En Windows, c'est la fabrique *WINFUNCTYPE()* qui crée un type pour les fonctions de rappel qui suivent la convention d'appel `stdcall`.

Le premier paramètre de ces deux fonctions est le type de retour, et les suivants sont les types des arguments qu'attend la fonction de rappel.

Intéressons-nous à un exemple tiré de la bibliothèque standard C : la fonction `qsort()`. Celle-ci permet de classer des éléments par l'emploi d'une fonction de rappel. Nous allons utiliser `qsort()` pour ordonner un tableau d'entiers :

```
>>> IntArray5 = c_int * 5
>>> ia = IntArray5(5, 1, 7, 33, 99)
>>> qsort = libc.qsort
>>> qsort.restype = None
>>>
```

`qsort()` doit être appelée avec un pointeur vers la donnée à ordonner, le nombre d'éléments dans la donnée, la taille d'un élément et un pointeur vers le comparateur, c-à-d la fonction de rappel. Cette fonction sera invoquée avec deux pointeurs sur deux éléments et doit renvoyer un entier négatif si le premier élément est plus petit que le second, zéro s'ils sont égaux et un entier positif sinon.

Ainsi notre fonction de rappel reçoit des pointeurs vers des entiers et doit renvoyer un entier. Créons d'abord le `type` pour la fonction de rappel :

```
>>> CMPFUNC = CFUNCTYPE(c_int, POINTER(c_int), POINTER(c_int))
>>>
```

Pour commencer, voici une fonction de rappel simple qui affiche les valeurs qu'on lui passe :

```
>>> def py_cmp_func(a, b):
...     print("py_cmp_func", a[0], b[0])
...     return 0
...
>>> cmp_func = CMPFUNC(py_cmp_func)
>>>
```

Résultat :

```
>>> qsort(ia, len(ia), sizeof(c_int), cmp_func)
py_cmp_func 5 1
py_cmp_func 33 99
py_cmp_func 7 33
py_cmp_func 5 7
py_cmp_func 1 7
>>>
```

À présent, comparons pour de vrai les deux entiers et renvoyons un résultat utile :

```
>>> def py_cmp_func(a, b):
...     print("py_cmp_func", a[0], b[0])
...     return a[0] - b[0]
...
>>>
>>> qsort(ia, len(ia), sizeof(c_int), CMPFUNC(py_cmp_func))
py_cmp_func 5 1
py_cmp_func 33 99
py_cmp_func 7 33
py_cmp_func 1 7
py_cmp_func 5 7
>>>
```

Et comme il est facile de le voir, notre tableau est désormais classé :

```
>>> for i in ia: print(i, end=" ")
...
1 5 7 33 99
>>>
```

Ces fonctions peuvent aussi être utilisées comme des décorateurs ; il est donc possible d'écrire :

```
>>> @CFUNCTYPE(c_int, POINTER(c_int), POINTER(c_int))
... def py_cmp_func(a, b):
...     print("py_cmp_func", a[0], b[0])
...     return a[0] - b[0]
...
>>> qsort(ia, len(ia), sizeof(c_int), py_cmp_func)
py_cmp_func 5 1
py_cmp_func 33 99
py_cmp_func 7 33
py_cmp_func 1 7
py_cmp_func 5 7
>>>
```

Note : Prenez garde à bien conserver une référence à un objet *CFUNCTYPE()* tant que celui-ci est utilisé par le code C. *ctypes* ne le fait pas tout seul et, si vous ne le faites pas, le ramasse-miette pourrait les libérer, ce qui fera planter votre programme quand un appel sera fait.

Notez aussi que si la fonction de rappel est appelée dans un fil d'exécution créé hors de Python (p. ex. par du code externe qui appelle la fonction de rappel), *ctypes* crée un nouveau fil Python « creux » à chaque fois. Ce comportement

est acceptable pour la plupart des cas d'utilisation, mais cela implique que les valeurs stockées avec *threading.local* ne seront *pas* persistantes d'un appel à l'autre, même si les appels proviennent du même fil d'exécution C.

Accès aux variables exportées depuis une DLL

Certaines bibliothèques ne se contentent pas d'exporter des fonctions, elles exportent aussi des variables. Par exemple, la bibliothèque Python exporte `Py_OptimizeFlag`, un entier valant 0, 1, ou 2 selon que l'option `-O` ou `-OO` soit donnée au démarrage.

ctypes peut accéder à ce type de valeurs avec les méthodes de classe `in_dll()` du type considéré. *pythonapi* est un symbole prédéfini qui donne accès à l'API C Python :

```
>>> opt_flag = c_int.in_dll(pythonapi, "Py_OptimizeFlag")
>>> print(opt_flag)
c_long(0)
>>>
```

Si l'interpréteur est lancé avec `-O`, l'exemple affiche `c_long(1)` et `c_long(2)` avec `-OO`.

Le pointeur `PyImport_FrozenModules` exposé par Python est un autre exemple complet de l'utilisation de pointeurs.

Citons la documentation :

> This pointer is initialized to point to an array of `struct _frozen` records, terminated by one whose members are all `NULL` or zero. When a frozen module is imported, it is searched in this table. Third-party code could play tricks with this to provide a dynamically created collection of frozen modules.

Donc manipuler ce pointeur peut même se révéler utile. Pour limiter la taille de l'exemple, nous nous bornons à montrer comment lire ce tableau avec *ctypes* :

```
>>> from ctypes import *
>>>
>>> class struct_frozen(Structure):
...     _fields_ = [("name", c_char_p),
...                 ("code", POINTER(c_ubyte)),
...                 ("size", c_int)]
...
>>>
```

Le type de donnée `struct _frozen` ayant été défini, nous pouvons récupérer le pointeur vers le tableau :

```
>>> FrozenTable = POINTER(struct_frozen)
>>> table = FrozenTable.in_dll(pythonapi, "PyImport_FrozenModules")
>>>
```

Since `table` is a `pointer` to the array of `struct_frozen` records, we can iterate over it, but we just have to make sure that our loop terminates, because pointers have no size. Sooner or later it would probably crash with an access violation or whatever, so it's better to break out of the loop when we hit the `NULL` entry :

```
>>> for item in table:
...     if item.name is None:
...         break
...     print(item.name.decode("ascii"), item.size)
...
_frozen_importlib 31764
_frozen_importlib_external 41499
__hello__ 161
__phello__ -161
__phello__.spam 161
>>>
```

The fact that standard Python has a frozen module and a frozen package (indicated by the negative `size` member) is not well known, it is only used for testing. Try it out with `import __hello__` for example.

Pièges

Il y a quelques cas tordus dans *ctypes* où on peut s'attendre à un résultat différent de la réalité.

Examinons l'exemple suivant :

```
>>> from ctypes import *
>>> class POINT(Structure):
...     _fields_ = ("x", c_int), ("y", c_int)
...
>>> class RECT(Structure):
...     _fields_ = ("a", POINT), ("b", POINT)
...
>>> p1 = POINT(1, 2)
>>> p2 = POINT(3, 4)
>>> rc = RECT(p1, p2)
>>> print(rc.a.x, rc.a.y, rc.b.x, rc.b.y)
1 2 3 4
>>> # now swap the two points
>>> rc.a, rc.b = rc.b, rc.a
>>> print(rc.a.x, rc.a.y, rc.b.x, rc.b.y)
3 4 3 4
>>>
```

Diantre. On s'attendait certainement à ce que le dernier résultat affiche `3 4 1 2`. Que s'est-il passé ? Les étapes de la ligne `rc.a, rc.b = rc.b, rc.a` ci-dessus sont les suivantes :

```
>>> temp0, temp1 = rc.b, rc.a
>>> rc.a = temp0
>>> rc.b = temp1
>>>
```

Les objets `temp0` et `temp1` utilisent encore le tampon interne de l'objet `rc` ci-dessus. Donc exécuter `rc.a = temp0` copie le contenu du tampon de `temp0` dans celui de `rc`. Ce qui, par ricochet, modifie le contenu de `temp1`. Et donc, la dernière affectation, `rc.b = temp1`, n'a pas l'effet escompté.

Gardez en tête qu'accéder au sous-objet depuis une *Structure*, une *Union* ou un *Array* ne copie *pas* le sous-objet, mais crée un objet interface qui accède au tampon sous-jacent de l'objet initial.

Another example that may behave differently from what one would expect is this :

```
>>> s = c_char_p()
>>> s.value = b"abc def ghi"
>>> s.value
b'abc def ghi'
>>> s.value is s.value
False
>>>
```

Note : Objects instantiated from *c_char_p* can only have their value set to bytes or integers.

Pourquoi cela affiche-t'il `False` ? Les instances *ctypes* sont des objets qui contiennent un bloc mémoire et des *descriptor* qui donnent accès au contenu du ce bloc. Stocker un objet Python dans le bloc mémoire ne stocke pas l'objet même ; seuls ses `contents` le sont. Accéder au `contents` crée un nouvel objet Python à chaque fois !

Types de données à taille flottante

ctypes assure la prise en charge des tableaux et des structures à taille flottante.

La fonction *resize()* permet de redimensionner la taille du tampon mémoire d'un objet *ctypes* existant. Cette fonction prend l'objet comme premier argument et la taille en octets désirée comme second. La taille du tampon mémoire ne peut pas être inférieure à celle occupée par un objet unitaire du type considéré. Une *ValueError* est levée si c'est le cas :

```
>>> short_array = (c_short * 4)()
>>> print(sizeof(short_array))
8
>>> resize(short_array, 4)
Traceback (most recent call last):
    ...
ValueError: minimum size is 8
>>> resize(short_array, 32)
>>> sizeof(short_array)
32
>>> sizeof(type(short_array))
8
>>>
```

Cela dit, comment accéder aux éléments supplémentaires contenus dans le tableau ? Vu que le type ne connaît que 4 éléments, on obtient une erreur si l'on accède aux suivants :

```
>>> short_array[:]
[0, 0, 0, 0]
>>> short_array[7]
Traceback (most recent call last):
    ...
IndexError: invalid index
>>>
```

Une autre approche pour utiliser des types de donnée à taille flottante avec *ctypes* consiste à tirer profit de la nature intrinsèquement dynamique de Python et de (re)définir le type de donnée une fois que la taille demandée est connue, au cas-par-cas.

16.16.2 Référence du module

Recherche de bibliothèques partagées

Les langages compilés ont besoin d'accéder aux bibliothèques partagées au moment de la compilation, de l'édition de liens et pendant l'exécution du programme.

Le but de la fonction `find_library()` est de trouver une bibliothèque de la même façon que le ferait le compilateur ou le chargeur (sur les plates-formes avec plusieurs versions de la même bibliothèque, la plus récente est chargée), alors que les chargeurs de bibliothèques de *ctypes* se comportent de la même façon qu'un programme qui s'exécute, et appellent directement le chargeur.

Le module `ctypes.util` fournit une fonction pour déterminer quelle bibliothèque charger.

`ctypes.util.`**`find_library`**(*name*)
: Tente de trouver une bibliothèque et en renvoie le chemin. *name* est le nom de la bibliothèque sans préfixe — comme *lib* — ni suffixe — comme `.so`, `.dylib` ou un numéro de version (c.-à-d. la même forme que l'option POSIX de l'éditeur de lien `-l`). Si la fonction ne parvient pas à trouver de bibliothèque, elle renvoie `None`.

Le mode opératoire exact dépend du système.

Sous Linux, `find_library()` essaye de lancer des programmes externes (`/sbin/ldconfig`, `gcc`, `objdump` et `ld`) pour trouver la bibliothèque. Elle renvoie le nom de la bibliothèque sur le disque.

Modifié dans la version 3.6 : Sous Linux, si les autres moyens échouent, la fonction utilise la variable d'environnement `LD_LIBRARY_PATH` pour trouver la bibliothèque.

Voici quelques exemples :

```
>>> from ctypes.util import find_library
>>> find_library("m")
'libm.so.6'
>>> find_library("c")
'libc.so.6'
>>> find_library("bz2")
'libbz2.so.1.0'
>>>
```

Sous OS X, `find_library()` regarde dans des chemins et conventions de chemins prédéfinies pour trouver la bibliothèque et en renvoie le chemin complet si elle la trouve :

```
>>> from ctypes.util import find_library
>>> find_library("c")
'/usr/lib/libc.dylib'
>>> find_library("m")
'/usr/lib/libm.dylib'
>>> find_library("bz2")
'/usr/lib/libbz2.dylib'
>>> find_library("AGL")
'/System/Library/Frameworks/AGL.framework/AGL'
>>>
```

Sous Windows, `find_library()` examine le chemin de recherche du système et renvoie le chemin complet de la bibliothèque, mais comme il n'existe pas de convention de nommage, des appels comme `find_library("c")` échouent et renvoient `None`.

Si vous encapsulez une bibliothèque partagée avec *ctypes*, il est *probablement* plus judicieux de déterminer le chemin de cette bibliothèque lors du développement et de l'écrire en dur dans le module d'encapsulation, plutôt que d'utiliser `find_library()` pour la trouver lors de l'exécution.

Chargement des bibliothèques partagées

Il y a plusieurs moyens de charger une bibliothèque partagée dans un processus Python. L'un d'entre eux consiste à instancier une des classes suivantes :

class ctypes.**CDLL**(*name*, *mode=DEFAULT_MODE*, *handle=None*, *use_errno=False*, *use_last_error=False*)

Une instance de cette classe représente une bibliothèque partagée déjà chargée. Les fonctions de cette bibliothèque utilisent la convention d'appel C standard et doivent renvoyer un `int`.

class ctypes.**OleDLL**(*name*, *mode=DEFAULT_MODE*, *handle=None*, *use_errno=False*, *use_last_error=False*)

En Windows seulement : une instance de cette classe représente une bibliothèque partagée déjà chargée. Les fonctions de cette bibliothèque utilisent la convention d'appel *stdcall*, et doivent renvoyer un code *HRESULT* (propre à Windows). Les valeurs de *HRESULT* contiennent des informations précisant si l'appel de la fonction a échoué ou s'il a réussi, ainsi qu'un code d'erreur supplémentaire. Si la valeur de retour signale un échec, une *OSError* est levée automatiquement.

Modifié dans la version 3.3 : *WindowsError* était levée auparavant.

class ctypes.**WinDLL**(*name*, *mode=DEFAULT_MODE*, *handle=None*, *use_errno=False*, *use_last_error=False*)

En Windows seulement : une instance de cette classe représente une bibliothèque partagée déjà chargée. Les fonctions de cette bibliothèque utilisent la convention d'appel *stdcall* et doivent renvoyer par défaut un `int`.

Sous Windows CE, seule la convention d'appel standard est utilisée. Pour des raisons pratiques, *WinDLL* et *OleDLL* utilisent la convention d'appel standard sur cette plate-forme.

Le *verrou global de l'interpréteur* Python est relâché avant chaque appel d'une fonction exposée par ces bibliothèques et ré-activé après.

class ctypes.**PyDLL**(*name*, *mode=DEFAULT_MODE*, *handle=None*)
Cette classe est identique à *CDLL*, à ceci près que le GIL n'est *pas* relâché pendant l'appel de la fonction, et, qu'au terme de l'appel, le drapeau d'erreur Python est vérifié. Si celui-ci est activé, une exception Python est levée.

Donc, cette classe ne sert qu'à appeler les fonctions de l'API C de Python.

Toutes ces classes peuvent être instanciées en les appelant avec le chemin de la bibliothèque partagée comme unique argument. Il est aussi possible de passer un lien vers une bibliothèque déjà chargée en utilisant le paramètre `handle`. Sinon, les fonctions `dlopen` ou `LoadLibrary` de la plate-forme sous-jacente permettent de charger la bibliothèque dans le processus, et d'en obtenir un lien.

Le mode de chargement de la bibliothèque est défini par le paramètre *mode*. Pour plus de détails, référez-vous à l'entrée *dlopen(3)* du manuel. En Windows, *mode* est ignoré. Sur les systèmes POSIX, RTLD_NOW y est toujours ajouté. Ceci n'est pas configurable.

Le paramètre *use_errno*, lorsque défini à vrai, active un mécanisme de *ctypes* qui permet d'accéder au numéro d'erreur *errno* du système de manière sécurisée. *ctypes* maintient une copie de *errno* du système dans chaque fil d'exécution. Si vous appelez des fonctions externes créées avec `use_errno=True`, la valeur de *errno* avant l'appel de la fonction est échangée avec la copie privée de *ctypes*. La même chose se produit juste après l'appel de la fonction.

La fonction *ctypes.get_errno()* renvoie la valeur de la copie privée de *ctypes*. La fonction *ctypes.set_errno()* affecte une nouvelle valeur à la copie privée et renvoie l'ancienne valeur.

Définir le paramètre *use_last_error* à vrai active le même mécanisme pour le code d'erreur de Windows qui est géré par les fonctions *GetLastError()* et `SetLastError()` de l'API Windows ; *ctypes.get_last_error()* et *ctypes.set_last_error()* servent à obtenir et modifier la copie privée *ctypes* de ce code d'erreur.

ctypes.**RTLD_GLOBAL**
Valeur possible pour le paramètre *mode*. Vaut zéro sur les plates-formes où ce drapeau n'est pas disponible.

ctypes.**RTLD_LOCAL**
Valeur possible pour le paramètre *mode*. Vaut *RTLD_GLOBAL* sur les plates-formes où ce drapeau n'est pas disponible.

ctypes.**DEFAULT_MODE**
Mode de chargement par défaut des bibliothèques partagées. Vaut *RTLD_GLOBAL* sur OSX 10.3 et *RTLD_LOCAL* sur les autres systèmes d'exploitation.

Les instances de ces classes n'ont pas de méthodes publiques ; on accède aux fonctions de la bibliothèque partagée par attribut ou par indiçage. Notez que les résultats des accès par attribut sont mis en cache, et donc des accès consécutifs renvoient à chaque fois le même objet. Accéder à une fonction par indice renvoie cependant chaque fois un nouvel objet :

```
>>> from ctypes import CDLL
>>> libc = CDLL("libc.so.6")  # On Linux
>>> libc.time == libc.time
True
>>> libc['time'] == libc['time']
False
```

Les attributs publics suivants sont disponibles, leur nom commence par un tiret bas pour éviter les conflits avec les noms des fonctions exportées :

PyDLL.**_handle**
The system handle used to access the library.

PyDLL.**_name**
Nom de la bibliothèque donné au constructeur.

Il est possible de charger une bibliothèque partagée soit en utilisant une instance de la classe *LibraryLoader*, soit en appelant la méthode `LoadLibrary()`, soit en récupérant la bibliothèque comme attribut de l'instance du

chargeur.

class ctypes.**LibraryLoader**(*dlltype*)
Classe pour charger une bibliothèque partagée. *dlltype* doit être de type *CDLL*, *PyDLL*, *WinDLL* ou *OleDLL*.

`__getattr__()` a un comportement particulier : elle charge une bibliothèque quand on accède à un attribut du chargeur. Le résultat est mis en cache, donc des accès consécutifs renvoient la même bibliothèque à chaque fois.

LoadLibrary(*name*)
Charge une bibliothèque partagée dans le processus et la renvoie. Cette méthode renvoie toujours une nouvelle instance de la bibliothèque.

Plusieurs chargeurs sont fournis :

ctypes.**cdll**
Pour créer des instances de *CDLL*.

ctypes.**windll**
Pour créer des instances de *WinDLL* (uniquement en Windows).

ctypes.**oledll**
Pour créer des instances de *OleDLL* (uniquement en Windows).

ctypes.**pydll**
Pour créer des instances de *PyDLL*.

Il existe un moyen rapide d'accéder directement à l'API C Python :

ctypes.**pythonapi**
Une instance de *PyDLL* dont les attributs sont les fonctions exportées par l'API C Python. Toutes ces fonctions sont supposées renvoyer un `int` C, ce qui n'est bien entendu pas toujours le cas. Il faut donc définir vous-même le bon attribut `restype` pour pouvoir les utiliser.

Fonctions externes

Comme expliqué dans la section précédente, on peut accéder aux fonctions externes au travers des attributs des bibliothèques partagées. Un objet fonction créé de cette façon accepte par défaut un nombre quelconque d'arguments qui peuvent être de n'importe quel type de données *ctypes*. Il renvoie le type par défaut du chargeur de la bibliothèque. Ce sont des instances de la classe privée :

class ctypes.**_FuncPtr**
Classe de base pour les fonctions externes C.

Une instance de fonction externe est également un type de donnée compatible avec le C ; elle représente un pointeur vers une fonction.

Son comportement peut-être personnalisé en réaffectant les attributs spécifiques de l'objet représentant la fonction externe.

restype
Fait correspondre le type de retour de la fonction externe à un type *ctypes*. Dans le cas où la fonction ne renvoie rien (`void`), utilisez `None`.

Il est aussi possible de passer n'importe quel un objet Python qui n'est pas un type *ctypes* pourvu qu'il soit appelable. Dans ce cas, la fonction est censée renvoyer un `int` C et l'appelable sera appelé avec cet entier, ce qui permet ainsi de faire des actions supplémentaires comme vérifier un code d'erreur. Ce mécanisme est obsolète ; une façon plus souple de faire des actions supplémentaires ou de la vérification consiste à affecter un type *ctypes* à *restype* et à affecter un appelable à l'attribut *errcheck*.

argtypes
Fait correspondre le type des arguments que la fonction accepte avec un *n*-uplet de types *ctypes*. Les fonctions qui utilisent la convention d'appel `stdcall` ne peuvent être appelées qu'avec le même nombre d'arguments que la taille du *n*-uplet mais les fonctions qui utilisent la convention d'appel C acceptent aussi des arguments additionnels non-définis.

À l'appel d'une fonction externe, chaque argument est passé à la méthode de classe `from_param()` de l'élément correspondant dans le *n*-uplet des *argtypes*. Cette méthode convertit l'argument initial en un objet que la fonction externe peut comprendre. Par exemple, un *c_char_p* dans le *n*-uplet des

argtypes va transformer la chaîne de caractères passée en argument en un objet chaîne d'octets selon les règles de conversion *ctypes*.

Nouveau : il est maintenant possible de mettre des objets qui ne sont pas des types de *ctypes* dans les *argtypes*, mais ceux-ci doivent avoir une méthode `from_param()` renvoyant une valeur qui peut être utilisée comme un argument (entier, chaîne de caractères ou instance *ctypes*). Ceci permet de créer des adaptateurs qui convertissent des objets arbitraires en des paramètres de fonction.

errcheck

Définit une fonction Python ou tout autre appelable qui sera appelé avec trois arguments ou plus :

callable(*result*, *func*, *arguments*)

result est la valeur de retour de la fonction externe, comme défini par l'attribut `restype`.

func est l'objet représentant la fonction externe elle-même. Cet accesseur permet de réutiliser le même appelable pour vérifier le résultat de plusieurs fonctions ou de faire des actions supplémentaires après leur exécution.

arguments est le *n*-uplet qui contient les paramètres initiaux passés à la fonction, ceci permet de spécialiser le comportement des arguments utilisés.

L'objet renvoyé par cette fonction est celui renvoyé par l'appel de la fonction externe, mais il peut aussi vérifier la valeur du résultat et lever une exception si l'appel a échoué.

exception ctypes.**ArgumentError**

Exception levée quand un appel à la fonction externe ne peut pas convertir un des arguments qu'elle a reçus.

Prototypes de fonction

Foreign functions can also be created by instantiating function prototypes. Function prototypes are similar to function prototypes in C ; they describe a function (return type, argument types, calling convention) without defining an implementation. The factory functions must be called with the desired result type and the argument types of the function, and can be used as decorator factories, and as such, be applied to functions through the `@wrapper` syntax. See *Fonctions de rappel* for examples.

ctypes.**CFUNCTYPE**(*restype*, **argtypes*, *use_errno=False*, *use_last_error=False*)

The returned function prototype creates functions that use the standard C calling convention. The function will release the GIL during the call. If *use_errno* is set to true, the ctypes private copy of the system *errno* variable is exchanged with the real *errno* value before and after the call ; *use_last_error* does the same for the Windows error code.

ctypes.**WINFUNCTYPE**(*restype*, **argtypes*, *use_errno=False*, *use_last_error=False*)

Windows only : The returned function prototype creates functions that use the `stdcall` calling convention, except on Windows CE where *WINFUNCTYPE()* is the same as *CFUNCTYPE()*. The function will release the GIL during the call. *use_errno* and *use_last_error* have the same meaning as above.

ctypes.**PYFUNCTYPE**(*restype*, **argtypes*)

The returned function prototype creates functions that use the Python calling convention. The function will *not* release the GIL during the call.

Function prototypes created by these factory functions can be instantiated in different ways, depending on the type and number of the parameters in the call :

prototype(*address*)

Returns a foreign function at the specified address which must be an integer.

prototype(*callable*)

Create a C callable function (a callback function) from a Python *callable*.

prototype(*func_spec*[, *paramflags*])

Returns a foreign function exported by a shared library. *func_spec* must be a 2-tuple `(name_or_ordinal, library)`. The first item is the name of the exported function as string, or the ordinal of the exported function as small integer. The second item is the shared library instance.

prototype(*vtbl_index*, *name*[, *paramflags*[, *iid*]])

Returns a foreign function that will call a COM method. *vtbl_index* is the index into the virtual function table, a small non-negative integer. *name* is name of the COM method. *iid* is an optional pointer to the interface identifier which is used in extended error reporting.

COM methods use a special calling convention : They require a pointer to the COM interface as first argument, in addition to those parameters that are specified in the `argtypes` tuple.

The optional *paramflags* parameter creates foreign function wrappers with much more functionality than the features described above.

paramflags must be a tuple of the same length as `argtypes`.

Each item in this tuple contains further information about a parameter, it must be a tuple containing one, two, or three items.

The first item is an integer containing a combination of direction flags for the parameter :

1 Specifies an input parameter to the function.

2 Output parameter. The foreign function fills in a value.

4 Input parameter which defaults to the integer zero.

The optional second item is the parameter name as string. If this is specified, the foreign function can be called with named parameters.

The optional third item is the default value for this parameter.

This example demonstrates how to wrap the Windows `MessageBoxW` function so that it supports default parameters and named arguments. The C declaration from the windows header file is this :

```
WINUSERAPI int WINAPI
MessageBoxW(
    HWND hWnd,
    LPCWSTR lpText,
    LPCWSTR lpCaption,
    UINT uType);
```

Here is the wrapping with *ctypes* :

```
>>> from ctypes import c_int, WINFUNCTYPE, windll
>>> from ctypes.wintypes import HWND, LPCWSTR, UINT
>>> prototype = WINFUNCTYPE(c_int, HWND, LPCWSTR, LPCWSTR, UINT)
>>> paramflags = (1, "hwnd", 0), (1, "text", "Hi"), (1, "caption", "Hello from␣
↪ctypes"), (1, "flags", 0)
>>> MessageBox = prototype(("MessageBoxW", windll.user32), paramflags)
```

The `MessageBox` foreign function can now be called in these ways :

```
>>> MessageBox()
>>> MessageBox(text="Spam, spam, spam")
>>> MessageBox(flags=2, text="foo bar")
```

A second example demonstrates output parameters. The win32 `GetWindowRect` function retrieves the dimensions of a specified window by copying them into `RECT` structure that the caller has to supply. Here is the C declaration :

```
WINUSERAPI BOOL WINAPI
GetWindowRect(
     HWND hWnd,
     LPRECT lpRect);
```

Here is the wrapping with *ctypes* :

```
>>> from ctypes import POINTER, WINFUNCTYPE, windll, WinError
>>> from ctypes.wintypes import BOOL, HWND, RECT
>>> prototype = WINFUNCTYPE(BOOL, HWND, POINTER(RECT))
>>> paramflags = (1, "hwnd"), (2, "lprect")
>>> GetWindowRect = prototype(("GetWindowRect", windll.user32), paramflags)
>>>
```

Functions with output parameters will automatically return the output parameter value if there is a single one, or a tuple containing the output parameter values when there are more than one, so the GetWindowRect function now returns a RECT instance, when called.

Output parameters can be combined with the `errcheck` protocol to do further output processing and error checking. The win32 `GetWindowRect` api function returns a `BOOL` to signal success or failure, so this function could do the error checking, and raises an exception when the api call failed :

```
>>> def errcheck(result, func, args):
...     if not result:
...         raise WinError()
...     return args
...
>>> GetWindowRect.errcheck = errcheck
>>>
```

If the `errcheck` function returns the argument tuple it receives unchanged, *ctypes* continues the normal processing it does on the output parameters. If you want to return a tuple of window coordinates instead of a `RECT` instance, you can retrieve the fields in the function and return them instead, the normal processing will no longer take place :

```
>>> def errcheck(result, func, args):
...     if not result:
...         raise WinError()
...     rc = args[1]
...     return rc.left, rc.top, rc.bottom, rc.right
...
>>> GetWindowRect.errcheck = errcheck
>>>
```

Fonctions utilitaires

`ctypes.`**`addressof`**(*obj*)
Returns the address of the memory buffer as integer. *obj* must be an instance of a ctypes type.

`ctypes.`**`alignment`**(*obj_or_type*)
Returns the alignment requirements of a ctypes type. *obj_or_type* must be a ctypes type or instance.

`ctypes.`**`byref`**(*obj*[, *offset*])
Returns a light-weight pointer to *obj*, which must be an instance of a ctypes type. *offset* defaults to zero, and must be an integer that will be added to the internal pointer value.
`byref(obj, offset)` corresponds to this C code :

```
(((char *)&obj) + offset)
```

The returned object can only be used as a foreign function call parameter. It behaves similar to `pointer(obj)`, but the construction is a lot faster.

`ctypes.`**`cast`**(*obj*, *type*)
This function is similar to the cast operator in C. It returns a new instance of *type* which points to the same memory block as *obj*. *type* must be a pointer type, and *obj* must be an object that can be interpreted as a pointer.

`ctypes.`**`create_string_buffer`**(*init_or_size*, *size=None*)
This function creates a mutable character buffer. The returned object is a ctypes array of *c_char*.
init_or_size must be an integer which specifies the size of the array, or a bytes object which will be used to initialize the array items.
If a bytes object is specified as first argument, the buffer is made one item larger than its length so that the last element in the array is a NUL termination character. An integer can be passed as second argument which allows specifying the size of the array if the length of the bytes should not be used.

`ctypes.`**`create_unicode_buffer`**(*init_or_size*, *size=None*)
This function creates a mutable unicode character buffer. The returned object is a ctypes array of *c_wchar*.
init_or_size must be an integer which specifies the size of the array, or a string which will be used to initialize the array items.
If a string is specified as first argument, the buffer is made one item larger than the length of the string so that the last element in the array is a NUL termination character. An integer can be passed as second argument which allows specifying the size of the array if the length of the string should not be used.

ctypes.**DllCanUnloadNow**()
Windows only : This function is a hook which allows implementing in-process COM servers with ctypes. It is called from the DllCanUnloadNow function that the _ctypes extension dll exports.

ctypes.**DllGetClassObject**()
Windows only : This function is a hook which allows implementing in-process COM servers with ctypes. It is called from the DllGetClassObject function that the `_ctypes` extension dll exports.

ctypes.util.**find_library**(*name*)
Try to find a library and return a pathname. *name* is the library name without any prefix like `lib`, suffix like `.so`, `.dylib` or version number (this is the form used for the posix linker option `-l`). If no library can be found, returns `None`.

Le mode opératoire exact dépend du système.

ctypes.util.**find_msvcrt**()
Windows only : return the filename of the VC runtime library used by Python, and by the extension modules. If the name of the library cannot be determined, `None` is returned.

If you need to free memory, for example, allocated by an extension module with a call to the `free(void *)`, it is important that you use the function in the same library that allocated the memory.

ctypes.**FormatError**([*code*])
Windows only : Returns a textual description of the error code *code*. If no error code is specified, the last error code is used by calling the Windows api function GetLastError.

ctypes.**GetLastError**()
Windows only : Returns the last error code set by Windows in the calling thread. This function calls the Windows *GetLastError()* function directly, it does not return the ctypes-private copy of the error code.

ctypes.**get_errno**()
Returns the current value of the ctypes-private copy of the system *errno* variable in the calling thread.

ctypes.**get_last_error**()
Windows only : returns the current value of the ctypes-private copy of the system `LastError` variable in the calling thread.

ctypes.**memmove**(*dst*, *src*, *count*)
Same as the standard C memmove library function : copies *count* bytes from *src* to *dst*. *dst* and *src* must be integers or ctypes instances that can be converted to pointers.

ctypes.**memset**(*dst*, *c*, *count*)
Same as the standard C memset library function : fills the memory block at address *dst* with *count* bytes of value *c*. *dst* must be an integer specifying an address, or a ctypes instance.

ctypes.**POINTER**(*type*)
This factory function creates and returns a new ctypes pointer type. Pointer types are cached and reused internally, so calling this function repeatedly is cheap. *type* must be a ctypes type.

ctypes.**pointer**(*obj*)
This function creates a new pointer instance, pointing to *obj*. The returned object is of the type `POINTER(type(obj))`.

Note : If you just want to pass a pointer to an object to a foreign function call, you should use `byref(obj)` which is much faster.

ctypes.**resize**(*obj*, *size*)
This function resizes the internal memory buffer of *obj*, which must be an instance of a ctypes type. It is not possible to make the buffer smaller than the native size of the objects type, as given by `sizeof(type(obj))`, but it is possible to enlarge the buffer.

ctypes.**set_errno**(*value*)
Set the current value of the ctypes-private copy of the system *errno* variable in the calling thread to *value* and return the previous value.

ctypes.**set_last_error**(*value*)
Windows only : set the current value of the ctypes-private copy of the system `LastError` variable in the calling thread to *value* and return the previous value.

ctypes.**sizeof**(*obj_or_type*)
Returns the size in bytes of a ctypes type or instance memory buffer. Does the same as the C `sizeof` operator.

ctypes.**string_at**(*address*, *size=-1*)
This function returns the C string starting at memory address *address* as a bytes object. If size is specified, it is used as size, otherwise the string is assumed to be zero-terminated.

ctypes.**WinError**(*code=None*, *descr=None*)
Windows only : this function is probably the worst-named thing in ctypes. It creates an instance of OSError. If *code* is not specified, `GetLastError` is called to determine the error code. If *descr* is not specified, *FormatError()* is called to get a textual description of the error.
Modifié dans la version 3.3 : An instance of *WindowsError* used to be created.

ctypes.**wstring_at**(*address*, *size=-1*)
This function returns the wide character string starting at memory address *address* as a string. If *size* is specified, it is used as the number of characters of the string, otherwise the string is assumed to be zero-terminated.

Types de données

class ctypes.**_CData**
This non-public class is the common base class of all ctypes data types. Among other things, all ctypes type instances contain a memory block that hold C compatible data ; the address of the memory block is returned by the *addressof()* helper function. Another instance variable is exposed as *_objects* ; this contains other Python objects that need to be kept alive in case the memory block contains pointers.
Common methods of ctypes data types, these are all class methods (to be exact, they are methods of the *metaclass*) :
from_buffer(*source*[, *offset*])
This method returns a ctypes instance that shares the buffer of the *source* object. The *source* object must support the writeable buffer interface. The optional *offset* parameter specifies an offset into the source buffer in bytes ; the default is zero. If the source buffer is not large enough a *ValueError* is raised.
from_buffer_copy(*source*[, *offset*])
This method creates a ctypes instance, copying the buffer from the *source* object buffer which must be readable. The optional *offset* parameter specifies an offset into the source buffer in bytes ; the default is zero. If the source buffer is not large enough a *ValueError* is raised.
from_address(*address*)
This method returns a ctypes type instance using the memory specified by *address* which must be an integer.
from_param(*obj*)
This method adapts *obj* to a ctypes type. It is called with the actual object used in a foreign function call when the type is present in the foreign function's `argtypes` tuple ; it must return an object that can be used as a function call parameter.
All ctypes data types have a default implementation of this classmethod that normally returns *obj* if that is an instance of the type. Some types accept other objects as well.
in_dll(*library*, *name*)
This method returns a ctypes type instance exported by a shared library. *name* is the name of the symbol that exports the data, *library* is the loaded shared library.
Common instance variables of ctypes data types :
_b_base_
Sometimes ctypes data instances do not own the memory block they contain, instead they share part of the memory block of a base object. The *_b_base_* read-only member is the root ctypes object that owns the memory block.
_b_needsfree_
This read-only variable is true when the ctypes data instance has allocated the memory block itself, false otherwise.
_objects
This member is either `None` or a dictionary containing Python objects that need to be kept alive so that the memory block contents is kept valid. This object is only exposed for debugging ; never modify the contents of this dictionary.

Types de données fondamentaux

class ctypes.**_SimpleCData**
This non-public class is the base class of all fundamental ctypes data types. It is mentioned here because it contains the common attributes of the fundamental ctypes data types. *_SimpleCData* is a subclass of *_CData*, so it inherits their methods and attributes. ctypes data types that are not and do not contain pointers can now be pickled.

Instances have a single attribute :

value
This attribute contains the actual value of the instance. For integer and pointer types, it is an integer, for character types, it is a single character bytes object or string, for character pointer types it is a Python bytes object or string.

When the `value` attribute is retrieved from a ctypes instance, usually a new object is returned each time. *ctypes* does *not* implement original object return, always a new object is constructed. The same is true for all other ctypes object instances.

Fundamental data types, when returned as foreign function call results, or, for example, by retrieving structure field members or array items, are transparently converted to native Python types. In other words, if a foreign function has a `restype` of *c_char_p*, you will always receive a Python bytes object, *not* a *c_char_p* instance.

Subclasses of fundamental data types do *not* inherit this behavior. So, if a foreign functions `restype` is a subclass of *c_void_p*, you will receive an instance of this subclass from the function call. Of course, you can get the value of the pointer by accessing the `value` attribute.

These are the fundamental ctypes data types :

class ctypes.**c_byte**
Represents the C `signed char` datatype, and interprets the value as small integer. The constructor accepts an optional integer initializer ; no overflow checking is done.

class ctypes.**c_char**
Represents the C `char` datatype, and interprets the value as a single character. The constructor accepts an optional string initializer, the length of the string must be exactly one character.

class ctypes.**c_char_p**
Represents the C `char *` datatype when it points to a zero-terminated string. For a general character pointer that may also point to binary data, `POINTER(c_char)` must be used. The constructor accepts an integer address, or a bytes object.

class ctypes.**c_double**
Represents the C `double` datatype. The constructor accepts an optional float initializer.

class ctypes.**c_longdouble**
Represents the C `long double` datatype. The constructor accepts an optional float initializer. On platforms where `sizeof(long double) == sizeof(double)` it is an alias to *c_double*.

class ctypes.**c_float**
Represents the C `float` datatype. The constructor accepts an optional float initializer.

class ctypes.**c_int**
Represents the C `signed int` datatype. The constructor accepts an optional integer initializer ; no overflow checking is done. On platforms where `sizeof(int) == sizeof(long)` it is an alias to *c_long*.

class ctypes.**c_int8**
Represents the C 8-bit `signed int` datatype. Usually an alias for *c_byte*.

class ctypes.**c_int16**
Represents the C 16-bit `signed int` datatype. Usually an alias for *c_short*.

class ctypes.**c_int32**
Represents the C 32-bit `signed int` datatype. Usually an alias for *c_int*.

class ctypes.**c_int64**
Represents the C 64-bit `signed int` datatype. Usually an alias for *c_longlong*.

class ctypes.**c_long**
Represents the C `signed long` datatype. The constructor accepts an optional integer initializer; no overflow checking is done.

class ctypes.**c_longlong**
Represents the C `signed long long` datatype. The constructor accepts an optional integer initializer; no overflow checking is done.

class ctypes.**c_short**
Represents the C `signed short` datatype. The constructor accepts an optional integer initializer; no overflow checking is done.

class ctypes.**c_size_t**
Represents the C `size_t` datatype.

class ctypes.**c_ssize_t**
Represents the C `ssize_t` datatype.
Nouveau dans la version 3.2.

class ctypes.**c_ubyte**
Represents the C `unsigned char` datatype, it interprets the value as small integer. The constructor accepts an optional integer initializer; no overflow checking is done.

class ctypes.**c_uint**
Represents the C `unsigned int` datatype. The constructor accepts an optional integer initializer; no overflow checking is done. On platforms where `sizeof(int) == sizeof(long)` it is an alias for *c_ulong*.

class ctypes.**c_uint8**
Represents the C 8-bit `unsigned int` datatype. Usually an alias for *c_ubyte*.

class ctypes.**c_uint16**
Represents the C 16-bit `unsigned int` datatype. Usually an alias for *c_ushort*.

class ctypes.**c_uint32**
Represents the C 32-bit `unsigned int` datatype. Usually an alias for *c_uint*.

class ctypes.**c_uint64**
Represents the C 64-bit `unsigned int` datatype. Usually an alias for *c_ulonglong*.

class ctypes.**c_ulong**
Represents the C `unsigned long` datatype. The constructor accepts an optional integer initializer; no overflow checking is done.

class ctypes.**c_ulonglong**
Represents the C `unsigned long long` datatype. The constructor accepts an optional integer initializer; no overflow checking is done.

class ctypes.**c_ushort**
Represents the C `unsigned short` datatype. The constructor accepts an optional integer initializer; no overflow checking is done.

class ctypes.**c_void_p**
Represents the C `void *` type. The value is represented as integer. The constructor accepts an optional integer initializer.

class ctypes.**c_wchar**
Represents the C `wchar_t` datatype, and interprets the value as a single character unicode string. The constructor accepts an optional string initializer, the length of the string must be exactly one character.

class ctypes.**c_wchar_p**
Represents the C `wchar_t *` datatype, which must be a pointer to a zero-terminated wide character string. The constructor accepts an integer address, or a string.

class ctypes.**c_bool**
Represent the C `bool` datatype (more accurately, `_Bool` from C99). Its value can be `True` or `False`, and the constructor accepts any object that has a truth value.

class ctypes.**HRESULT**
Windows only : Represents a `HRESULT` value, which contains success or error information for a function or method call.

class ctypes.**py_object**
Represents the C `PyObject *` datatype. Calling this without an argument creates a `NULL` `PyObject *` pointer.

The `ctypes.wintypes` module provides quite some other Windows specific data types, for example `HWND`, `WPARAM`, or `DWORD`. Some useful structures like `MSG` or `RECT` are also defined.

Types de donnée dérivés de Structure

class ctypes.**Union**(**args*, ***kw*)
Abstract base class for unions in native byte order.

class ctypes.**BigEndianStructure**(**args*, ***kw*)
Abstract base class for structures in *big endian* byte order.

class ctypes.**LittleEndianStructure**(**args*, ***kw*)
Abstract base class for structures in *little endian* byte order.

Structures with non-native byte order cannot contain pointer type fields, or any other data types containing pointer type fields.

class ctypes.**Structure**(**args*, ***kw*)
Abstract base class for structures in *native* byte order.

Concrete structure and union types must be created by subclassing one of these types, and at least define a *_fields_* class variable. *ctypes* will create *descriptor*s which allow reading and writing the fields by direct attribute accesses. These are the

fields
A sequence defining the structure fields. The items must be 2-tuples or 3-tuples. The first item is the name of the field, the second item specifies the type of the field ; it can be any ctypes data type.

For integer type fields like *c_int*, a third optional item can be given. It must be a small positive integer defining the bit width of the field.

Field names must be unique within one structure or union. This is not checked, only one field can be accessed when names are repeated.

It is possible to define the *_fields_* class variable *after* the class statement that defines the Structure subclass, this allows creating data types that directly or indirectly reference themselves :

```
class List(Structure):
    pass
List._fields_ = [("pnext", POINTER(List)),
                 ...
                ]
```

The *_fields_* class variable must, however, be defined before the type is first used (an instance is created, *sizeof()* is called on it, and so on). Later assignments to the *_fields_* class variable will raise an AttributeError.

It is possible to define sub-subclasses of structure types, they inherit the fields of the base class plus the *_fields_* defined in the sub-subclass, if any.

pack
An optional small integer that allows overriding the alignment of structure fields in the instance. *_pack_* must already be defined when *_fields_* is assigned, otherwise it will have no effect.

anonymous
An optional sequence that lists the names of unnamed (anonymous) fields. *_anonymous_* must be already defined when *_fields_* is assigned, otherwise it will have no effect.

The fields listed in this variable must be structure or union type fields. *ctypes* will create descriptors in the structure type that allows accessing the nested fields directly, without the need to create the structure or union field.

Here is an example type (Windows) :

```
class _U(Union):
    _fields_ = [("lptdesc", POINTER(TYPEDESC)),
                ("lpadesc", POINTER(ARRAYDESC)),
                ("hreftype", HREFTYPE)]

class TYPEDESC(Structure):
    _anonymous_ = ("u",)
    _fields_ = [("u", _U),
                ("vt", VARTYPE)]
```

The `TYPEDESC` structure describes a COM data type, the `vt` field specifies which one of the union fields is valid. Since the `u` field is defined as anonymous field, it is now possible to access the members directly off the TYPEDESC instance. `td.lptdesc` and `td.u.lptdesc` are equivalent, but the former is faster since it does not need to create a temporary union instance :

```
td = TYPEDESC()
td.vt = VT_PTR
td.lptdesc = POINTER(some_type)
td.u.lptdesc = POINTER(some_type)
```

It is possible to define sub-subclasses of structures, they inherit the fields of the base class. If the subclass definition has a separate *_fields_* variable, the fields specified in this are appended to the fields of the base class.

Structure and union constructors accept both positional and keyword arguments. Positional arguments are used to initialize member fields in the same order as they are appear in *_fields_*. Keyword arguments in the constructor are interpreted as attribute assignments, so they will initialize *_fields_* with the same name, or create new attributes for names not present in *_fields_*.

Tableaux et pointeurs

class ctypes.**Array**(**args*)

Classe de base abstraite pour les *arrays*.

The recommended way to create concrete array types is by multiplying any *ctypes* data type with a positive integer. Alternatively, you can subclass this type and define *_length_* and *_type_* class variables. Array elements can be read and written using standard subscript and slice accesses ; for slice reads, the resulting object is *not* itself an *Array*.

length

A positive integer specifying the number of elements in the array. Out-of-range subscripts result in an *IndexError*. Will be returned by *len()*.

type

Spécifie le type de chaque élément de l'*array*.

Array subclass constructors accept positional arguments, used to initialize the elements in order.

class ctypes.**_Pointer**

Private, abstract base class for pointers.

Concrete pointer types are created by calling *POINTER()* with the type that will be pointed to ; this is done automatically by *pointer()*.

If a pointer points to an array, its elements can be read and written using standard subscript and slice accesses. Pointer objects have no size, so *len()* will raise *TypeError*. Negative subscripts will read from the memory *before* the pointer (as in C), and out-of-range subscripts will probably crash with an access violation (if you're lucky).

type

Specifies the type pointed to.

contents
Returns the object to which to pointer points. Assigning to this attribute changes the pointer to point to the assigned object.

CHAPITRE 17

Exécution concourante

Les modules documentés dans ce chapitre fournissent des outils d'exécution concourante de code. Le choix de l'outil approprié dépend de la tâche à exécuter (limitée par le CPU (*CPU bound*), ou limitée la vitesse des entrées-sorties (*IO bound*)) et du style de développement désiré (coopération gérée par des évènements ou multitâche préemptif). En voici un survol :

17.1 `threading` — Parallélisme basé sur les fils d'exécution (*threads*)

Code source : Lib/threading.py

Ce module élabore des interfaces haut-niveau de fils d'exécutions multiples (*threading*) conçues en s'appuyant sur le module bas-niveau *`_thread`*. Voir aussi le module *`queue`*.

Modifié dans la version 3.7 : Ce module était auparavant optionnel, il est maintenant toujours disponible.

Note : Bien qu'ils ne soient pas listés ci-dessous, ce module gère toujours les noms en `camelCase` utilisés pour certaines méthodes et fonctions de ce module dans la série Python 2.x.

CPython implementation detail : En CPython, en raison du verrou global de l'interpréteur (*Global Interpreter Lock*), un seul fil d'exécution peut exécuter du code Python à la fois (même si certaines bibliothèques orientées performance peuvent surmonter cette limitation). Si vous voulez que votre application fasse un meilleur usage des ressources de calcul des machines multi-cœurs, nous vous conseillons d'utiliser *`multiprocessing`* ou *`concurrent.futures.ProcessPoolExecutor`*. Néanmoins, les fils d'exécutions multiples restent un modèle approprié si vous souhaitez exécuter simultanément plusieurs tâches limitées par les performances des entrées-sorties.

Ce module définit les fonctions suivantes :

`threading.`**`active_count`**`()`
: Renvoie le nombre d'objets *`Thread`* actuellement vivants. Le compte renvoyé est égal à la longueur de la liste renvoyée par *`enumerate()`*.

`threading.`**`current_thread`**`()`
: Renvoie l'objet *`Thread`* courant, correspondant au fil de contrôle de l'appelant. Si le fil de contrôle de l'appelant n'a pas été créé via le module `Thread`, un objet *thread* factice aux fonctionnalités limitées est renvoyé.

threading.**get_ident**()
Renvoie l'« identifiant de fil » du fil d'exécution courant. C'est un entier non nul. Sa valeur n'a pas de signification directe ; il est destiné à être utilisé comme valeur magique opaque, par exemple comme clef de dictionnaire de données pour chaque fil. Les identificateurs de fils peuvent être recyclés lorsqu'un fil se termine et qu'un autre fil est créé.

Nouveau dans la version 3.3.

threading.**enumerate**()
Renvoie une liste de tous les objets fil d'exécution *Thread* actuellement vivants. La liste inclut les fils démons, les fils factices créés par *current_thread()* et le fil principal. Elle exclut les fils terminés et les fils qui n'ont pas encore été lancés.

threading.**main_thread**()
Renvoie l'objet fil d'exécution *Thread* principal. Dans des conditions normales, le fil principal est le fil à partir duquel l'interpréteur Python a été lancé.

Nouveau dans la version 3.4.

threading.**settrace**(*func*)
Attache une fonction de traçage pour tous les fils d'exécution démarrés depuis le module Thread. La fonction *func* est passée à *sys.settrace()* pour chaque fil, avant que sa méthode *run()* soit appelée.

threading.**setprofile**(*func*)
Attache une fonction de profilage pour tous les fils d'exécution démarrés depuis le module Threading. La fonction *func* est passée à *sys.setprofile()* pour chaque fil, avant que sa méthode *run()* soit appelée.

threading.**stack_size**([*size*])
Renvoie la taille de la pile d'exécution utilisée lors de la création de nouveaux fils d'exécution. L'argument optionnel *size* spécifie la taille de pile à utiliser pour les fils créés ultérieurement, et doit être 0 (pour utiliser la taille de la plate-forme ou la valeur configurée par défaut) ou un entier positif supérieur ou égal à 32 768 (32 Kio). Si *size* n'est pas spécifié, 0 est utilisé. Si la modification de la taille de la pile de fils n'est pas prise en charge, une *RuntimeError* est levée. Si la taille de pile spécifiée n'est pas valide, une *ValueError* est levée et la taille de pile n'est pas modifiée. 32 Kio est actuellement la valeur minimale de taille de pile prise en charge pour garantir un espace de pile suffisant pour l'interpréteur lui-même. Notez que certaines plates-formes peuvent avoir des restrictions particulières sur les valeurs de taille de la pile, telles que l'exigence d'une taille de pile minimale > 32 Kio ou d'une allocation en multiples de la taille de page de la mémoire du système – la documentation de la plate-forme devrait être consultée pour plus d'informations (4 Kio sont courantes ; en l'absence de renseignements plus spécifiques, l'approche proposée est l'utilisation de multiples de 4 096 pour la taille de la pile).

Disponibilité : Windows et systèmes gérant les fils d'exécution POSIX.

Ce module définit également la constante suivante :

threading.**TIMEOUT_MAX**
La valeur maximale autorisée pour le paramètre *timeout* des fonctions bloquantes (*Lock.acquire()*, *RLock.acquire()*, *Condition.wait()*, etc.). Spécifier un délai d'attente supérieur à cette valeur lève une *OverflowError*.

Nouveau dans la version 3.2.

Ce module définit un certain nombre de classes, qui sont détaillées dans les sections ci-dessous.

La conception de ce module est librement basée sur le modèle des fils d'exécution de Java. Cependant, là où Java fait des verrous et des variables de condition le comportement de base de chaque objet, ils sont des objets séparés en Python. La classe Python *Thread* prend en charge un sous-ensemble du comportement de la classe *Thread* de Java ; actuellement, il n'y a aucune priorité, aucun groupe de fils d'exécution, et les fils ne peuvent être détruits, arrêtés, suspendus, repris ni interrompus. Les méthodes statiques de la classe *Thread* de Java, lorsqu'elles sont implémentées, correspondent à des fonctions au niveau du module.

Toutes les méthodes décrites ci-dessous sont exécutées de manière atomique.

17.1.1 Données locales au fil d'exécution

Les données locales au fil d'exécution (*thread-local data*) sont des données dont les valeurs sont propres à chaque fil. Pour gérer les données locales au fil, il suffit de créer une instance de `local` (ou une sous-classe) et d'y stocker des données :

```
mydata = threading.local()
mydata.x = 1
```

Les valeurs dans l'instance sont différentes pour des *threads* différents.

class threading.**local**

Classe qui représente les données locales au fil d'exécution.

Pour plus de détails et de nombreux exemples, voir la chaîne de documentation du module `_threading_local`.

17.1.2 Objets *Threads*

La classe fil d'exécution `Thread` représente une activité qui est exécutée dans un fil d'exécution séparé. Il y a deux façons de spécifier l'activité : en passant un objet appelable au constructeur, ou en ré-implémentant la méthode `run()` dans une sous-classe. Aucune autre méthode (à l'exception du constructeur) ne doit être remplacée dans une sous-classe. En d'autres termes, réimplémentez *seulement* les méthodes `__init__()` et `run()` de cette classe.

Une fois qu'un objet fil d'exécution est créé, son activité doit être lancée en appelant la méthode `start()` du fil. Ceci invoque la méthode `run()` dans un fil d'exécution séparé.

Une fois que l'activité du fil d'exécution est lancée, le fil est considéré comme « vivant ». Il cesse d'être vivant lorsque sa méthode `run()` se termine – soit normalement, soit en levant une exception non gérée. La méthode `is_alive()` teste si le fil est vivant.

D'autres fils d'exécution peuvent appeler la méthode `join()` d'un fil. Ceci bloque le fil appelant jusqu'à ce que le fil dont la méthode `join()` est appelée soit terminé.

Un fil d'exécution a un nom. Le nom peut être passé au constructeur, et lu ou modifié via l'attribut `name`.

Un fil d'exécution peut être marqué comme « fil démon ». Un programme Python se termine quand il ne reste plus que des fils démons. La valeur initiale est héritée du fil d'exécution qui l'a créé. Cette option peut être définie par la propriété `daemon` ou par l'argument *daemon* du constructeur.

Note : Les fils d'exécution démons sont brusquement terminés à l'arrêt du programme Python. Leurs ressources (fichiers ouverts, transactions de base de données, etc.) peuvent ne pas être libérées correctement. Si vous voulez que vos fils s'arrêtent proprement, faites en sorte qu'ils ne soient pas démoniques et utilisez un mécanisme de signalisation approprié tel qu'un objet évènement `Event`.

Il y a un objet "fil principal", qui correspond au fil de contrôle initial dans le programme Python. Ce n'est pas un fil démon.

Il y a une possibilité que des objets fil d'exécution « fictifs » soient créés. Ce sont des objets correspondant à des fils d'exécution « étrangers », qui sont des fils de contrôle démarrés en dehors du module de *threading*, par exemple directement depuis du code C. Les objets fils d'exécution fictifs ont des fonctionnalités limitées ; ils sont toujours considérés comme vivants et démoniques, et ne peuvent pas être attendus via `join()`. Ils ne sont jamais supprimés, car il est impossible de détecter la fin des fils d'exécution étrangers.

class threading.**Thread**(*group=None*, *target=None*, *name=None*, *args=()*, *kwargs={}*, ***, *daemon=None*)

Ce constructeur doit toujours être appelé avec des arguments nommés. Les arguments sont :

group doit être `None` ; cet argument est réservé pour une extension future lorsqu'une classe `ThreadGroup` sera implémentée.

target est l'objet appelable qui doit être invoqué par la méthode `run()`. La valeur par défaut est `None`, ce qui signifie que rien n'est appelé.

name est le nom du fil d'exécution. Par défaut, un nom unique est construit de la forme « Thread–*N* » où *N* est un petit nombre décimal.

args est le tuple d'arguments pour l'invocation de l'objet appelable. La valeur par défaut est `()`.

kwargs est un dictionnaire d'arguments nommés pour l'invocation de l'objet appelable. La valeur par défaut est `{}`.

S'il ne vaut pas `None`, *daemon* définit explicitement si le fil d'exécution est démonique ou pas. S'il vaut `None` (par défaut), la valeur est héritée du fil courant.

Si la sous-classe réimplémente le constructeur, elle doit s'assurer d'appeler le constructeur de la classe de base (`Thread.__init__()`) avant de faire autre chose au fil d'exécution.

Modifié dans la version 3.3 : Ajout de l'argument *daemon*.

start()

Lance l'activité du fil d'exécution.

Elle ne doit être appelée qu'une fois par objet de fil. Elle fait en sorte que la méthode *run()* de l'objet soit invoquée dans un fil d'exécution.

Cette méthode lève une *RuntimeError* si elle est appelée plus d'une fois sur le même objet fil d'exécution.

run()

Méthode représentant l'activité du fil d'exécution.

You may override this method in a subclass. The standard *run()* method invokes the callable object passed to the object's constructor as the *target* argument, if any, with positional and keyword arguments taken from the *args* and *kwargs* arguments, respectively.

join(*timeout=None*)

Attend que le fil d'exécution se termine. Ceci bloque le fil appelant jusqu'à ce que le fil dont la méthode *join()* est appelée se termine – soit normalement, soit par une exception non gérée – ou jusqu'à ce que le délai optionnel *timeout* soit atteint.

Lorsque l'argument *timeout* est présent et ne vaut pas `None`, il doit être un nombre en virgule flottante spécifiant un délai pour l'opération en secondes (ou fractions de secondes). Comme *join()* renvoie toujours `None`, vous devez appeler *is_alive()* après *join()* pour déterminer si le délai a expiré – si le fil d'exécution est toujours vivant, c'est que l'appel à *join()* a expiré.

Lorsque l'argument *timeout* n'est pas présent ou vaut `None`, l'opération se bloque jusqu'à ce que le fil d'exécution se termine.

Un fil d'exécution peut être attendu via *join()* de nombreuses fois.

join() lève une *RuntimeError* si une tentative est faite pour attendre le fil d'exécution courant car cela conduirait à un interblocage (*deadlock* en anglais). Attendre via *join()* un fil d'exécution avant son lancement est aussi une erreur et, si vous tentez de le faire, lève la même exception.

name

Une chaîne de caractères utilisée à des fins d'identification seulement. Elle n'a pas de sémantique. Plusieurs fils d'exécution peuvent porter le même nom. Le nom initial est défini par le constructeur.

getName()

setName()

Anciens accesseur et mutateur pour *name*; utilisez plutôt ce dernier directement.

ident

« L'identificateur de fil d'exécution » de ce fil ou `None` si le fil n'a pas été lancé. C'est un entier non nul. Voyez également la fonction *get_ident()*. Les identificateurs de fils peuvent être recyclés lorsqu'un fil se termine et qu'un autre fil est créé. L'identifiant est disponible même après que le fil ait terminé.

is_alive()

Renvoie si le fil d'exécution est vivant ou pas.

Cette méthode renvoie `True` depuis juste avant le démarrage de la méthode *run()* et jusqu'à juste après la terminaison de la méthode *run()*. La fonction *enumerate()* du module renvoie une liste de tous les fils d'exécution vivants.

daemon

Booléen indiquant si ce fil d'exécution est un fil démon (`True`) ou non (`False`). Celui-ci doit être défini avant que *start()* ne soit appelé, sinon *RuntimeError* est levée. Sa valeur initiale est héritée du fil d'exécution créateur; le fil principal n'est pas un fil démon et donc tous les fils créés dans ce fil principal ont par défaut la valeur *daemon* = `False`.

Le programme Python se termine lorsqu'il ne reste plus de fils d'exécution non-démons vivants.

isDaemon()
setDaemon()
Anciens accesseur et mutateur pour *daemon*; utilisez plutôt ce dernier directement.

17.1.3 Verrous

Un verrou primitif n'appartient pas à un fil d'exécution lorsqu'il est verrouillé. En Python, c'est actuellement la méthode de synchronisation la plus bas-niveau qui soit disponible, implémentée directement par le module d'extension *_thread*.

Un verrou primitif est soit « verrouillé » soit « déverrouillé ». Il est créé dans un état déverrouillé. Il a deux méthodes, *acquire()* et *release()*. Lorsque l'état est déverrouillé, *acquire()* verrouille et se termine immédiatement. Lorsque l'état est verrouillé, *acquire()* bloque jusqu'à ce qu'un appel à *release()* provenant d'un autre fil d'exécution le déverrouille. À ce moment *acquire()* le verrouille à nouveau et rend la main. La méthode *release()* ne doit être appelée que si le verrou est verrouillé, elle le déverrouille alors et se termine immédiatement. Déverrouiller un verrou qui n'est pas verrouillé provoque une *RuntimeError*.

Locks also support the *context management protocol*.

When more than one thread is blocked in *acquire()* waiting for the state to turn to unlocked, only one thread proceeds when a *release()* call resets the state to unlocked; which one of the waiting threads proceeds is not defined, and may vary across implementations.

All methods are executed atomically.

class threading.**Lock**
The class implementing primitive lock objects. Once a thread has acquired a lock, subsequent attempts to acquire it block, until it is released; any thread may release it.

Note that `Lock` is actually a factory function which returns an instance of the most efficient version of the concrete Lock class that is supported by the platform.

acquire(*blocking=True*, *timeout=-1*)
Acquiert un verrou, bloquant ou non bloquant.

When invoked with the *blocking* argument set to `True` (the default), block until the lock is unlocked, then set it to locked and return `True`.

When invoked with the *blocking* argument set to `False`, do not block. If a call with *blocking* set to `True` would block, return `False` immediately; otherwise, set the lock to locked and return `True`.

When invoked with the floating-point *timeout* argument set to a positive value, block for at most the number of seconds specified by *timeout* and as long as the lock cannot be acquired. A *timeout* argument of `-1` specifies an unbounded wait. It is forbidden to specify a *timeout* when *blocking* is false.

The return value is `True` if the lock is acquired successfully, `False` if not (for example if the *timeout* expired).

Modifié dans la version 3.2 : Le paramètre *timeout* est nouveau.

Modifié dans la version 3.2 : Lock acquisition can now be interrupted by signals on POSIX if the underlying threading implementation supports it.

release()
Release a lock. This can be called from any thread, not only the thread which has acquired the lock.

When the lock is locked, reset it to unlocked, and return. If any other threads are blocked waiting for the lock to become unlocked, allow exactly one of them to proceed.

When invoked on an unlocked lock, a *RuntimeError* is raised.

Il n'y a pas de valeur de retour.

locked()
Return true if the lock is acquired.

17.1.4 RLock Objects

A reentrant lock is a synchronization primitive that may be acquired multiple times by the same thread. Internally, it uses the concepts of "owning thread" and "recursion level" in addition to the locked/unlocked state used by primitive locks. In the locked state, some thread owns the lock ; in the unlocked state, no thread owns it.

To lock the lock, a thread calls its *acquire()* method ; this returns once the thread owns the lock. To unlock the lock, a thread calls its *release()* method. *acquire()*/*release()* call pairs may be nested ; only the final *release()* (the *release()* of the outermost pair) resets the lock to unlocked and allows another thread blocked in *acquire()* to proceed.

Reentrant locks also support the *context management protocol*.

class threading.**RLock**

This class implements reentrant lock objects. A reentrant lock must be released by the thread that acquired it. Once a thread has acquired a reentrant lock, the same thread may acquire it again without blocking ; the thread must release it once for each time it has acquired it.

Note that RLock is actually a factory function which returns an instance of the most efficient version of the concrete RLock class that is supported by the platform.

acquire(*blocking=True*, *timeout=-1*)

Acquiert un verrou, bloquant ou non bloquant.

When invoked without arguments : if this thread already owns the lock, increment the recursion level by one, and return immediately. Otherwise, if another thread owns the lock, block until the lock is unlocked. Once the lock is unlocked (not owned by any thread), then grab ownership, set the recursion level to one, and return. If more than one thread is blocked waiting until the lock is unlocked, only one at a time will be able to grab ownership of the lock. There is no return value in this case.

When invoked with the *blocking* argument set to true, do the same thing as when called without arguments, and return True.

When invoked with the *blocking* argument set to false, do not block. If a call without an argument would block, return False immediately ; otherwise, do the same thing as when called without arguments, and return True.

When invoked with the floating-point *timeout* argument set to a positive value, block for at most the number of seconds specified by *timeout* and as long as the lock cannot be acquired. Return True if the lock has been acquired, false if the timeout has elapsed.

Modifié dans la version 3.2 : Le paramètre *timeout* est nouveau.

release()

Release a lock, decrementing the recursion level. If after the decrement it is zero, reset the lock to unlocked (not owned by any thread), and if any other threads are blocked waiting for the lock to become unlocked, allow exactly one of them to proceed. If after the decrement the recursion level is still nonzero, the lock remains locked and owned by the calling thread.

Only call this method when the calling thread owns the lock. A *RuntimeError* is raised if this method is called when the lock is unlocked.

Il n'y a pas de valeur de retour.

17.1.5 Condition Objects

A condition variable is always associated with some kind of lock ; this can be passed in or one will be created by default. Passing one in is useful when several condition variables must share the same lock. The lock is part of the condition object : you don't have to track it separately.

A condition variable obeys the *context management protocol* : using the with statement acquires the associated lock for the duration of the enclosed block. The *acquire()* and *release()* methods also call the corresponding methods of the associated lock.

Other methods must be called with the associated lock held. The *wait()* method releases the lock, and then blocks until another thread awakens it by calling *notify()* or *notify_all()*. Once awakened, *wait()* re-acquires the lock and returns. It is also possible to specify a timeout.

The *notify()* method wakes up one of the threads waiting for the condition variable, if any are waiting. The *notify_all()* method wakes up all threads waiting for the condition variable.

Note : the *notify()* and *notify_all()* methods don't release the lock ; this means that the thread or threads awakened will not return from their *wait()* call immediately, but only when the thread that called *notify()* or *notify_all()* finally relinquishes ownership of the lock.

The typical programming style using condition variables uses the lock to synchronize access to some shared state ; threads that are interested in a particular change of state call *wait()* repeatedly until they see the desired state, while threads that modify the state call *notify()* or *notify_all()* when they change the state in such a way that it could possibly be a desired state for one of the waiters. For example, the following code is a generic producer-consumer situation with unlimited buffer capacity :

```
# Consume one item
with cv:
    while not an_item_is_available():
        cv.wait()
    get_an_available_item()

# Produce one item
with cv:
    make_an_item_available()
    cv.notify()
```

The `while` loop checking for the application's condition is necessary because *wait()* can return after an arbitrary long time, and the condition which prompted the *notify()* call may no longer hold true. This is inherent to multi-threaded programming. The *wait_for()* method can be used to automate the condition checking, and eases the computation of timeouts :

```
# Consume an item
with cv:
    cv.wait_for(an_item_is_available)
    get_an_available_item()
```

To choose between *notify()* and *notify_all()*, consider whether one state change can be interesting for only one or several waiting threads. E.g. in a typical producer-consumer situation, adding one item to the buffer only needs to wake up one consumer thread.

class threading.**Condition**(*lock=None*)

This class implements condition variable objects. A condition variable allows one or more threads to wait until they are notified by another thread.

If the *lock* argument is given and not `None`, it must be a *Lock* or *RLock* object, and it is used as the underlying lock. Otherwise, a new *RLock* object is created and used as the underlying lock.

Modifié dans la version 3.3 : changed from a factory function to a class.

acquire(**args*)

Acquire the underlying lock. This method calls the corresponding method on the underlying lock ; the return value is whatever that method returns.

release()

Release the underlying lock. This method calls the corresponding method on the underlying lock ; there is no return value.

wait(*timeout=None*)

Wait until notified or until a timeout occurs. If the calling thread has not acquired the lock when this method is called, a *RuntimeError* is raised.

This method releases the underlying lock, and then blocks until it is awakened by a *notify()* or *notify_all()* call for the same condition variable in another thread, or until the optional timeout occurs. Once awakened or timed out, it re-acquires the lock and returns.

When the *timeout* argument is present and not `None`, it should be a floating point number specifying a timeout for the operation in seconds (or fractions thereof).

When the underlying lock is an *RLock*, it is not released using its *release()* method, since this may not actually unlock the lock when it was acquired multiple times recursively. Instead, an internal interface

of the *RLock* class is used, which really unlocks it even when it has been recursively acquired several times. Another internal interface is then used to restore the recursion level when the lock is reacquired.

The return value is `True` unless a given *timeout* expired, in which case it is `False`.

Modifié dans la version 3.2 : Previously, the method always returned `None`.

wait_for(*predicate*, *timeout=None*)

Wait until a condition evaluates to true. *predicate* should be a callable which result will be interpreted as a boolean value. A *timeout* may be provided giving the maximum time to wait.

This utility method may call *wait()* repeatedly until the predicate is satisfied, or until a timeout occurs. The return value is the last return value of the predicate and will evaluate to `False` if the method timed out.

Ignoring the timeout feature, calling this method is roughly equivalent to writing :

```
while not predicate():
    cv.wait()
```

Therefore, the same rules apply as with *wait()* : The lock must be held when called and is re-acquired on return. The predicate is evaluated with the lock held.

Nouveau dans la version 3.2.

notify(*n=1*)

By default, wake up one thread waiting on this condition, if any. If the calling thread has not acquired the lock when this method is called, a *RuntimeError* is raised.

This method wakes up at most *n* of the threads waiting for the condition variable ; it is a no-op if no threads are waiting.

The current implementation wakes up exactly *n* threads, if at least *n* threads are waiting. However, it's not safe to rely on this behavior. A future, optimized implementation may occasionally wake up more than *n* threads.

Note : an awakened thread does not actually return from its *wait()* call until it can reacquire the lock. Since *notify()* does not release the lock, its caller should.

notify_all()

Wake up all threads waiting on this condition. This method acts like *notify()*, but wakes up all waiting threads instead of one. If the calling thread has not acquired the lock when this method is called, a *RuntimeError* is raised.

17.1.6 Semaphore Objects

This is one of the oldest synchronization primitives in the history of computer science, invented by the early Dutch computer scientist Edsger W. Dijkstra (he used the names `P()` and `V()` instead of *acquire()* and *release()*).

A semaphore manages an internal counter which is decremented by each *acquire()* call and incremented by each *release()* call. The counter can never go below zero ; when *acquire()* finds that it is zero, it blocks, waiting until some other thread calls *release()*.

Semaphores also support the *context management protocol*.

class threading.**Semaphore**(*value=1*)

This class implements semaphore objects. A semaphore manages an atomic counter representing the number of *release()* calls minus the number of *acquire()* calls, plus an initial value. The *acquire()* method blocks if necessary until it can return without making the counter negative. If not given, *value* defaults to 1.

The optional argument gives the initial *value* for the internal counter ; it defaults to `1`. If the *value* given is less than 0, *ValueError* is raised.

Modifié dans la version 3.3 : changed from a factory function to a class.

acquire(*blocking=True*, *timeout=None*)

Acquire a semaphore.

When invoked without arguments :

— If the internal counter is larger than zero on entry, decrement it by one and return `True` immediately.

— If the internal counter is zero on entry, block until awoken by a call to *release()*. Once awoken (and the counter is greater than 0), decrement the counter by 1 and return `True`. Exactly one thread

will be awoken by each call to *release()*. The order in which threads are awoken should not be relied on.

When invoked with *blocking* set to false, do not block. If a call without an argument would block, return `False` immediately ; otherwise, do the same thing as when called without arguments, and return `True`.

When invoked with a *timeout* other than `None`, it will block for at most *timeout* seconds. If acquire does not complete successfully in that interval, return `False`. Return `True` otherwise.

Modifié dans la version 3.2 : Le paramètre *timeout* est nouveau.

release()

Release a semaphore, incrementing the internal counter by one. When it was zero on entry and another thread is waiting for it to become larger than zero again, wake up that thread.

class threading.**BoundedSemaphore**(*value=1*)

Class implementing bounded semaphore objects. A bounded semaphore checks to make sure its current value doesn't exceed its initial value. If it does, *ValueError* is raised. In most situations semaphores are used to guard resources with limited capacity. If the semaphore is released too many times it's a sign of a bug. If not given, *value* defaults to 1.

Modifié dans la version 3.3 : changed from a factory function to a class.

`Semaphore` Example

Semaphores are often used to guard resources with limited capacity, for example, a database server. In any situation where the size of the resource is fixed, you should use a bounded semaphore. Before spawning any worker threads, your main thread would initialize the semaphore :

```
maxconnections = 5
# ...
pool_sema = BoundedSemaphore(value=maxconnections)
```

Once spawned, worker threads call the semaphore's acquire and release methods when they need to connect to the server :

```
with pool_sema:
    conn = connectdb()
    try:
        # ... use connection ...
    finally:
        conn.close()
```

The use of a bounded semaphore reduces the chance that a programming error which causes the semaphore to be released more than it's acquired will go undetected.

17.1.7 Event Objects

This is one of the simplest mechanisms for communication between threads : one thread signals an event and other threads wait for it.

An event object manages an internal flag that can be set to true with the *set()* method and reset to false with the *clear()* method. The *wait()* method blocks until the flag is true.

class threading.**Event**

Class implementing event objects. An event manages a flag that can be set to true with the *set()* method and reset to false with the *clear()* method. The *wait()* method blocks until the flag is true. The flag is initially false.

Modifié dans la version 3.3 : changed from a factory function to a class.

is_set()

Return `True` if and only if the internal flag is true.

set()

Set the internal flag to true. All threads waiting for it to become true are awakened. Threads that call *wait()* once the flag is true will not block at all.

clear()
Reset the internal flag to false. Subsequently, threads calling *wait()* will block until *set()* is called to set the internal flag to true again.

wait(*timeout=None*)
Block until the internal flag is true. If the internal flag is true on entry, return immediately. Otherwise, block until another thread calls *set()* to set the flag to true, or until the optional timeout occurs.

When the timeout argument is present and not `None`, it should be a floating point number specifying a timeout for the operation in seconds (or fractions thereof).

This method returns `True` if and only if the internal flag has been set to true, either before the wait call or after the wait starts, so it will always return `True` except if a timeout is given and the operation times out.

Modifié dans la version 3.1 : Previously, the method always returned `None`.

17.1.8 Timer Objects

This class represents an action that should be run only after a certain amount of time has passed --- a timer. *Timer* is a subclass of *Thread* and as such also functions as an example of creating custom threads.

Timers are started, as with threads, by calling their `start()` method. The timer can be stopped (before its action has begun) by calling the *cancel()* method. The interval the timer will wait before executing its action may not be exactly the same as the interval specified by the user.

Par exemple :

```
def hello():
    print("hello, world")

t = Timer(30.0, hello)
t.start()  # after 30 seconds, "hello, world" will be printed
```

class threading.**Timer**(*interval*, *function*, *args=None*, *kwargs=None*)
Create a timer that will run *function* with arguments *args* and keyword arguments *kwargs*, after *interval* seconds have passed. If *args* is `None` (the default) then an empty list will be used. If *kwargs* is `None` (the default) then an empty dict will be used.

Modifié dans la version 3.3 : changed from a factory function to a class.

cancel()
Stop the timer, and cancel the execution of the timer's action. This will only work if the timer is still in its waiting stage.

17.1.9 Barrier Objects

Nouveau dans la version 3.2.

This class provides a simple synchronization primitive for use by a fixed number of threads that need to wait for each other. Each of the threads tries to pass the barrier by calling the *wait()* method and will block until all of the threads have made their *wait()* calls. At this point, the threads are released simultaneously.

The barrier can be reused any number of times for the same number of threads.

As an example, here is a simple way to synchronize a client and server thread :

```
b = Barrier(2, timeout=5)

def server():
    start_server()
    b.wait()
    while True:
        connection = accept_connection()
        process_server_connection(connection)
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
def client():
    b.wait()
    while True:
        connection = make_connection()
        process_client_connection(connection)
```

class threading.**Barrier**(*parties*, *action=None*, *timeout=None*)

Create a barrier object for *parties* number of threads. An *action*, when provided, is a callable to be called by one of the threads when they are released. *timeout* is the default timeout value if none is specified for the *wait()* method.

wait(*timeout=None*)

Pass the barrier. When all the threads party to the barrier have called this function, they are all released simultaneously. If a *timeout* is provided, it is used in preference to any that was supplied to the class constructor.

The return value is an integer in the range 0 to *parties* -- 1, different for each thread. This can be used to select a thread to do some special housekeeping, e.g. :

```
i = barrier.wait()
if i == 0:
    # Only one thread needs to print this
    print("passed the barrier")
```

If an *action* was provided to the constructor, one of the threads will have called it prior to being released. Should this call raise an error, the barrier is put into the broken state.

If the call times out, the barrier is put into the broken state.

This method may raise a *BrokenBarrierError* exception if the barrier is broken or reset while a thread is waiting.

reset()

Return the barrier to the default, empty state. Any threads waiting on it will receive the *BrokenBarrierError* exception.

Note that using this function may can require some external synchronization if there are other threads whose state is unknown. If a barrier is broken it may be better to just leave it and create a new one.

abort()

Put the barrier into a broken state. This causes any active or future calls to *wait()* to fail with the *BrokenBarrierError*. Use this for example if one of the needs to abort, to avoid deadlocking the application.

It may be preferable to simply create the barrier with a sensible *timeout* value to automatically guard against one of the threads going awry.

parties

The number of threads required to pass the barrier.

n_waiting

The number of threads currently waiting in the barrier.

broken

A boolean that is `True` if the barrier is in the broken state.

exception threading.**BrokenBarrierError**

This exception, a subclass of *RuntimeError*, is raised when the *Barrier* object is reset or broken.

17.1.10 Using locks, conditions, and semaphores in the `with` statement

All of the objects provided by this module that have `acquire()` and `release()` methods can be used as context managers for a `with` statement. The `acquire()` method will be called when the block is entered, and `release()` will be called when the block is exited. Hence, the following snippet :

```
with some_lock:
    # do something...
```

est équivalente à :

```
some_lock.acquire()
try:
    # do something...
finally:
    some_lock.release()
```

Currently, *Lock*, *RLock*, *Condition*, *Semaphore*, and *BoundedSemaphore* objects may be used as `with` statement context managers.

17.2 `multiprocessing` — Parallélisme par processus

Code source : Lib/multiprocessing/

17.2.1 Introduction

multiprocessing est un paquet qui permet l'instanciation de processus via la même API que le module *threading*. Le paquet *multiprocessing* offre à la fois des possibilités de programmation concurrente locale ou à distance, contournant les problèmes du *Global Interpreter Lock* en utilisant des processus plutôt que des fils d'exécution. Ainsi, le module *multiprocessing* permet au développeur de bénéficier entièrement des multiples processeurs sur une machine. Il tourne à la fois sur les systèmes Unix et Windows.

Le module *multiprocessing* introduit aussi des API sans analogues dans le module *threading*. Un exemple est l'objet *Pool* qui offre une manière pratique de paralléliser l'exécution d'une fonction sur de multiples valeurs d'entrée, distribuant ces valeurs entre les processus (parallélisme de données). L'exemple suivant présente la manière classique de définir une telle fonction dans un module afin que les processus fils puissent importer ce module avec succès. L'exemple basique de parallélisme de données utilise *Pool*,

```
from multiprocessing import Pool

def f(x):
    return x*x

if __name__ == '__main__':
    with Pool(5) as p:
        print(p.map(f, [1, 2, 3]))
```

affiche sur la sortie standard

```
[1, 4, 9]
```

La classe `Process`

Dans le module *multiprocessing*, les processus sont instanciés en créant un objet *Process* et en appelant sa méthode *start()*. La classe *Process* suit la même API que *threading.Thread*. Un exemple trivial d'un programme multi-processus est

```
from multiprocessing import Process

def f(name):
    print('hello', name)

if __name__ == '__main__':
    p = Process(target=f, args=('bob',))
    p.start()
    p.join()
```

Pour afficher les IDs des processus impliqués, voici un exemple plus étoffé :

```
from multiprocessing import Process
import os

def info(title):
    print(title)
    print('module name:', __name__)
    print('parent process:', os.getppid())
    print('process id:', os.getpid())

def f(name):
    info('function f')
    print('hello', name)

if __name__ == '__main__':
    info('main line')
    p = Process(target=f, args=('bob',))
    p.start()
    p.join()
```

La nécessité de la ligne `if __name__ == '__main__'` est expliquée par *Lignes directrices de programmation*.

Contextes et méthodes de démarrage

Suivant la plateforme, *multiprocessing* gère trois manières de démarrer un processus. Ces *méthodes de démarrage* sont

spawn Le processus parent démarre un processus neuf avec un interpréteur Python. Le processus fils hérite uniquement des ressources nécessaires pour exécuter la méthode *run()* de l'objet associé au processus. En particulier, les descripteurs de fichiers superflus et gérés par le processus parent ne sont pas hérités. Démarrer un processus en utilisant cette méthode est plutôt lent par rapport à *fork* ou *forkserver*.

Disponible sur Unix et Windows. Par défaut sur Windows.

fork Le processus parent utilise *os.fork()* pour *forker* l'interpréteur Python. Le processus fils, quand il démarre, est effectivement identique au processus parent. Toutes les ressources du parent sont héritées par le fils. Notez qu'il est problématique de *forker* sans danger un processus *multi-threadé*.

Disponible uniquement sous Unix. Par défaut sous Unix.

forkserver Quand le programme démarre et choisit la méthode de démarrage *forkserver*, un processus serveur est lancé. Dès lors, chaque fois qu'un nouveau processus est nécessaire, le processus parent se connecte au serveur et lui demande de *forker* un nouveau processus. Le processus serveur de *fork* n'utilisant qu'un seul fil d'exécution, il peut utiliser *os.fork()* sans danger. Les ressources superflues ne sont pas héritées.

Disponible sur les plateformes Unix qui acceptent le passage de descripteurs de fichiers à travers des tubes (*pipes*) Unix.

Modifié dans la version 3.4 : *spawn* ajouté à toutes les plateformes Unix, et *forkserver* ajouté à certaines plateformes Unix. Les processus fils n'héritent plus de tous les descripteurs héritables du parent sous Windows.

Sous Unix, utiliser les méthodes de démarrage *spawn* ou *forkserver* démarre aussi un processus *semaphore tracker* qui traque les sémaphores nommés non libérés créés par les processus du programme. Quand tous les processus sont terminés, le traqueur de sémaphores libère les sémaphores restants. Généralement il ne devrait pas y en avoir, mais si un processus a été tué par un signal, certains sémaphores ont pu « fuiter ». (Libérer les sémaphores nommés est une affaire sérieuse puisque le système n'en autorise qu'un certain nombre, et qu'ils ne seront pas automatiquement libérés avant le prochain redémarrage.)

Pour sélectionner une méthode de démarrage, utilisez la fonction *set_start_method()* dans la clause `if __name__ == '__main__'` du module principal. Par exemple :

```
import multiprocessing as mp

def foo(q):
    q.put('hello')

if __name__ == '__main__':
    mp.set_start_method('spawn')
    q = mp.Queue()
    p = mp.Process(target=foo, args=(q,))
    p.start()
    print(q.get())
    p.join()
```

set_start_method() ne doit pas être utilisée plus d'une fois dans le programme.

Alternativement, vous pouvez utiliser *get_context()* pour obtenir un contexte. Les contextes ont la même API que le module *multiprocessing*, et permettent l'utilisation de plusieurs méthodes de démarrage dans un même programme.

```
import multiprocessing as mp

def foo(q):
    q.put('hello')

if __name__ == '__main__':
    ctx = mp.get_context('spawn')
    q = ctx.Queue()
    p = ctx.Process(target=foo, args=(q,))
    p.start()
    print(q.get())
    p.join()
```

Notez que les objets relatifs à un contexte ne sont pas forcément compatibles avec les processus d'un contexte différent. En particulier, les verrous créés avec le contexte *fork* ne peuvent pas être passés aux processus lancés avec les méthodes *spawn* ou *forkserver*.

Une bibliothèque qui veut utiliser une méthode de démarrage particulière devrait probablement faire appel à *get_context()* pour éviter d'interférer avec le choix de l'utilisateur de la bibliothèque.

Avertissement : Les méthodes de démarrage `'spawn'` et `'forkserver'` ne peuvent pas être utilisées avec des exécutables "congelés" (c'est-à-dire des binaires produits par des paquets comme **PyInstaller** et **cx_Freeze**) sur Unix. La méthode de démarrage `'fork'` fonctionne.

Échange d'objets entre les processus

multiprocessing gère deux types de canaux de communication entre les processus :

Queues

La classe *Queue* est un clone assez proche de *queue.Queue*. Par exemple :

```
from multiprocessing import Process, Queue

def f(q):
    q.put([42, None, 'hello'])

if __name__ == '__main__':
    q = Queue()
    p = Process(target=f, args=(q,))
    p.start()
    print(q.get())    # prints "[42, None, 'hello']"
    p.join()
```

Les queues peuvent être utilisées par plusieurs fils d'exécution ou processus.

Tubes (*pipes*)

La fonction *Pipe()* renvoie une paire d'objets de connexion connectés à un tube qui est par défaut à double-sens. Par exemple :

```
from multiprocessing import Process, Pipe

def f(conn):
    conn.send([42, None, 'hello'])
    conn.close()

if __name__ == '__main__':
    parent_conn, child_conn = Pipe()
    p = Process(target=f, args=(child_conn,))
    p.start()
    print(parent_conn.recv())   # prints "[42, None, 'hello']"
    p.join()
```

Les deux objets de connexion renvoyés par *Pipe()* représentent les deux bouts d'un tube. Chaque objet de connexion possède (entre autres) des méthodes `send()` et `recv()`. Notez que les données d'un tube peuvent être corrompues si deux processus (ou fils d'exécution) essaient de lire ou d'écrire sur le même bout du tube en même temps. Évidemment il n'y a pas de risque de corruption si les processus utilisent deux bouts différents en même temps.

Synchronisation entre processus

multiprocessing contient des équivalents à toutes les primitives de synchronisation de *threading*. Par exemple il est possible d'utiliser un verrou pour s'assurer qu'un seul processus à la fois écrit sur la sortie standard :

```
from multiprocessing import Process, Lock

def f(l, i):
    l.acquire()
    try:
        print('hello world', i)
    finally:
        l.release()

if __name__ == '__main__':
    lock = Lock()
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
    for num in range(10):
        Process(target=f, args=(lock, num)).start()
```

Sans le verrou, les sorties des différents processus risquent d'être mélangées.

Partager un état entre les processus

Comme mentionné plus haut, il est généralement préférable d'éviter autant que possible d'utiliser des états partagés en programmation concurrente. C'est particulièrement vrai quand plusieurs processus sont utilisés.

Cependant, si vous devez réellement partager des données, *multiprocessing* permet de le faire de deux manières.

Mémoire partagée

Les données peuvent être stockées dans une mémoire partagée en utilisant des *Value* ou des *Array*. Par exemple, le code suivant

```
from multiprocessing import Process, Value, Array

def f(n, a):
    n.value = 3.1415927
    for i in range(len(a)):
        a[i] = -a[i]

if __name__ == '__main__':
    num = Value('d', 0.0)
    arr = Array('i', range(10))

    p = Process(target=f, args=(num, arr))
    p.start()
    p.join()

    print(num.value)
    print(arr[:])
```

affiche

```
3.1415927
[0, -1, -2, -3, -4, -5, -6, -7, -8, -9]
```

Les arguments `'d'` et `'i'` utilisés à la création des `num` et *arr*' sont des codes de types tels qu'utilisés par le module *array* : `'d'` indique un flottant double-précision et `'i'` indique un entier signé. Ces objets partagés seront sûr d'utilisation entre processus et fils d'exécution.

Pour plus de flexibilité dans l'utilisation de mémoire partagée, vous pouvez utiliser le module *multiprocessing.sharedctypes* qui permet la création d'objets arbitraires *ctypes* alloués depuis la mémoire partagée.

Processus serveur

Un objet gestionnaire renvoyé par `Manager()` contrôle un processus serveur qui détient les objets Python et autorise les autres processus à les manipuler à l'aide de mandataires.

Un gestionnaire renvoyé par `Manager()` supportera les types *list*, *dict*, *Namespace*, *Lock*, *RLock*, *Semaphore*, *BoundedSemaphore*, *Condition*, *Event*, *Barrier*, *Queue*, *Value* et *Array*. Par exemple,

```
from multiprocessing import Process, Manager

def f(d, l):
    d[1] = '1'
    d['2'] = 2
    d[0.25] = None
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
    l.reverse()

if __name__ == '__main__':
    with Manager() as manager:
        d = manager.dict()
        l = manager.list(range(10))

        p = Process(target=f, args=(d, l))
        p.start()
        p.join()

        print(d)
        print(l)
```

affiche

```
{0.25: None, 1: '1', '2': 2}
[9, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1, 0]
```

Les processus serveurs de gestionnaires sont plus flexibles que les mémoires partagées parce qu'ils peuvent gérer des types d'objets arbitraires. Aussi, un gestionnaire unique peut être partagé par les processus sur différentes machines à travers le réseau. Cependant, ils sont plus lents que les mémoires partagées.

Utiliser un réservoir de *workers*

La classe `Pool` représente une *pool* de processus de travail. Elle possède des méthodes qui permettent aux tâches d'être déchargées vers les processus de travail de différentes manières.

Par exemple :

```
from multiprocessing import Pool, TimeoutError
import time
import os

def f(x):
    return x*x

if __name__ == '__main__':
    # start 4 worker processes
    with Pool(processes=4) as pool:

        # print "[0, 1, 4,..., 81]"
        print(pool.map(f, range(10)))

        # print same numbers in arbitrary order
        for i in pool.imap_unordered(f, range(10)):
            print(i)

        # evaluate "f(20)" asynchronously
        res = pool.apply_async(f, (20,))      # runs in *only* one process
        print(res.get(timeout=1))             # prints "400"

        # evaluate "os.getpid()" asynchronously
        res = pool.apply_async(os.getpid, ()) # runs in *only* one process
        print(res.get(timeout=1))             # prints the PID of that process

        # launching multiple evaluations asynchronously *may* use more processes
        multiple_results = [pool.apply_async(os.getpid, ()) for i in range(4)]
        print([res.get(timeout=1) for res in multiple_results])
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
        # make a single worker sleep for 10 secs
        res = pool.apply_async(time.sleep, (10,))
        try:
            print(res.get(timeout=1))
        except TimeoutError:
            print("We lacked patience and got a multiprocessing.TimeoutError")

        print("For the moment, the pool remains available for more work")

    # exiting the 'with'-block has stopped the pool
    print("Now the pool is closed and no longer available")
```

Notez que les méthodes d'une *pool* ne devraient être utilisées que par le processus qui l'a créée.

Note : Fonctionnellement ce paquet exige que que le module `__main__` soit importable par les fils. Cela est expliqué sur la page *Lignes directrices de programmation*, il est cependant utile de le rappeler ici. Cela signifie que certains exemples, comme les exemples utilisant `multiprocessing.pool.Pool`, ne fonctionnent pas dans l'interpréteur interactif. Par exemple :

```
>>> from multiprocessing import Pool
>>> p = Pool(5)
>>> def f(x):
...     return x*x
...
>>> with p:
...   p.map(f, [1,2,3])
Process PoolWorker-1:
Process PoolWorker-2:
Process PoolWorker-3:
Traceback (most recent call last):
AttributeError: 'module' object has no attribute 'f'
AttributeError: 'module' object has no attribute 'f'
AttributeError: 'module' object has no attribute 'f'
```

(Si vous essayez ce code, il affichera trois traces d'appels complètes entrelacées de manière semi-aléatoire, et vous aurez alors à stopper le processus maître.)

17.2.2 Référence

Le paquet `multiprocessing` reproduit en grande partie l'API du module `threading`.

`Process` et exceptions

class multiprocessing.**Process**(*group=None*, *target=None*, *name=None*, *args=()*, *kwargs={}*, ***, *daemon=None*)

Les objets *process* représentent une activité exécutée dans un processus séparé. La classe `Process` a des équivalents à toutes les méthodes de `threading.Thread`.

Le constructeur doit toujours être appelé avec des arguments nommés. *group* devrait toujours être `None` ; il existe uniquement pour la compatibilité avec `threading.Thread`. *target* est l'objet appelable qui est invoqué par la méthode `run()`. Il vaut ``None`()` par défaut, signifiant que rien n'est appelé. *name* est le nom du processus (voir `name` pour plus de détails). *args* est le *tuple* d'arguments pour l'invocation de la cible. *kwargs* est le dictionnaire des arguments nommés pour l'invocation de la cible. S'il est fourni, l'argument nommé *daemon* met l'option `daemon` du processus à `True` ou `False`. S'il est `None` (par défaut), l'option est héritée par le processus créateur.

Par défaut, aucun argument n'est passé à *target*.

Si une sous-classe redéfinit le constructeur, elle doit s'assurer d'invoquer le constructeur de la classe de base (`Process.__init__()`) avant de faire autre chose du processus.

Modifié dans la version 3.3 : Ajout de l'argument *daemon*.

run()

Méthode représentant l'activité du processus.

Vous pouvez redéfinir cette méthode dans une sous-classe. La méthode standard *run()* invoque l'objet appelable passé au constructeur comme argument *target*, si fourni, avec les arguments séquentiels et nommés respectivement pris depuis les paramètres *args* et *kwargs*.

start()

Démarre l'activité du processus.

Elle doit être appelée au plus une fois par objet processus. Elle s'arrange pour que la méthode *run()* de l'objet soit invoquée dans un processus séparé.

join([*timeout*])

Si l'argument optionnel *timeout* est `None` (par défaut), la méthode bloque jusqu'à ce que le processus dont la méthode *join()* a été appelée se termine. Si *timeout* est un nombre positif, elle bloque au maximum pendant *timeout* secondes. Notez que la méthode renvoie `None` si le processus se termine ou si le temps d'exécution expire. Vérifiez l'attribut *exitcode* du processus pour déterminer s'il s'est terminé.

join peut être appelée plusieurs fois sur un même processus.

Un processus ne peut pas s'attendre lui-même car cela causerait un interblocage. C'est une erreur d'essayer d'attendre un processus avant qu'il ne soit démarré.

name

Le nom du processus. Le nom est une chaîne de caractères utilisée uniquement pour l'identification du processus. Il n'a pas de sémantique. Plusieurs processus peuvent avoir le même nom.

Le nom initial est déterminé par le constructeur. Si aucun nom explicite n'est fourni au constructeur, un nom de la forme « Process-N_1 :N_2 :... :N_k » est construit, où chaque N_k est le N-ième enfant de son parent.

is_alive()

Renvoie vrai si le processus est en vie, faux sinon.

Grossièrement, un objet processus est en vie depuis le moment où la méthode *start()* finit de s'exécuter jusqu'à ce que le processus fils se termine.

daemon

L'option *daemon* du processus, une valeur booléenne. L'option doit être réglée avant que la méthode *start()* ne soit appelée.

La valeur initiale est héritée par le processus créateur.

Quand un processus se ferme, il tente de terminer tous ses processus enfants *daemon*.

Notez qu'un processus *daemon* n'est pas autorisé à créer des processus fils. Sinon un processus *daemon* laisserait ses enfants orphelins lorsqu'il se termine par la fermeture de son parent. De plus, ce **ne sont pas** des *daemons* ou services Unix, ce sont des processus normaux qui seront terminés (et non attendus) si un processus non *daemon* se ferme.

En plus de l'API *threading.Thread*, les objets *Process* supportent aussi les attributs et méthodes suivants :

pid

Renvoie l'ID du processus. Avant que le processus ne soit lancé, la valeur est `None`.

exitcode

Le code de fermeture de l'enfant. La valeur est `None` si le processus ne s'est pas encore terminé. Une valeur négative *-N* indique que le fils a été terminé par un signal *N*.

authkey

La clé d'authentification du processus (une chaîne d'octets).

Quand *multiprocessing* est initialisé, une chaîne aléatoire est assignée au processus principal, en utilisant *os.urandom()*.

Quand un objet *Process* est créé, il hérité de la clé d'authentification de son parent, bien que cela puisse être changé à l'aide du paramètre *authkey* pour une autre chaîne d'octets.

Voir *Clés d'authentification*.

sentinel

Un identifiant numérique de l'objet système qui devient « prêt » quand le processus se termine.

Vous pouvez utiliser cette valeur si vous voulez attendre plusieurs événements à la fois en utilisant *multiprocessing.connection.wait()*. Autrement appeler *join()* est plus simple.

Sous Windows, c'est un mécanisme de l'OS utilisable avec les familles d'appels API `WaitForSingleObject` et `WaitForMultipleObjects`. Sous Unix, c'est un descripteur de fichier utilisable avec les primitives sur module *select*.

Nouveau dans la version 3.3.

terminate()

Termine le processus. Sous Unix cela est réalisé à l'aide d'un signal `SIGTERM`, sous Windows `TerminateProcess()` est utilisé. Notez que les gestionnaires de sortie, les clauses *finally* etc. ne sont pas exécutées.

Notez que les descendants du processus ne *seront pas* terminés -- ils deviendront simplement orphelins.

> **Avertissement :** Si cette méthode est utilisée quand le processus associé utilise un tube ou une queue, alors le tube ou la queue sont susceptibles d'être corrompus et peuvent devenir inutilisables par les autres processus. De façon similaire, si le processus a acquis un verrou, un sémaphore ou autre, alors le terminer est susceptible de provoquer des blocages dans les autres processus.

kill()

Identique à *terminate()* mais utilisant le signal `SIGKILL` sous Unix.

Nouveau dans la version 3.7.

close()

Ferme l'objet *Process*, libérant toutes les ressources qui lui sont associées. Une *ValueError* est levée si le processus sous-jacent tourne toujours. Une fois que *close()* se termine avec succès, la plupart des autres méthodes et attributs des objets *Process* lèveront une *ValueError*.

Nouveau dans la version 3.7.

Notez que les méthodes *start()*, *join()*, *is_alive()*, *terminate()* et *exitcode* ne devraient être appelées que par le processus ayant créé l'objet *process*.

Exemple d'utilisation de quelques méthodes de *Process* :

```
>>> import multiprocessing, time, signal
>>> p = multiprocessing.Process(target=time.sleep, args=(1000,))
>>> print(p, p.is_alive())
<Process(Process-1, initial)> False
>>> p.start()
>>> print(p, p.is_alive())
<Process(Process-1, started)> True
>>> p.terminate()
>>> time.sleep(0.1)
>>> print(p, p.is_alive())
<Process(Process-1, stopped[SIGTERM])> False
>>> p.exitcode == -signal.SIGTERM
True
```

exception multiprocessing.**ProcessError**

La classe de base de toutes les exceptions de *multiprocessing*.

exception multiprocessing.**BufferTooShort**

Exception levée par `Connection.recv_bytes_into()` quand l'objet tampon fourni est trop petit pour le message à lire.

Si `e` est une instance de *BufferTooShort* alors `e.args[0]` donnera un message sous forme d'une chaîne d'octets.

exception multiprocessing.**AuthenticationError**

Levée quand il y a une erreur d'authentification.

exception multiprocessing.**TimeoutError**

Levée par les méthodes avec temps d'exécution limité, quand ce temps expire.

Tubes (*pipes*) et Queues

Quand de multiples processus sont utilisés, de l'échange de messages est souvent mis en place pour la communication entre processus et éviter d'avoir à utiliser des primitives de synchronisation telles que des verrous.

Pour échanger des messages vous pouvez utiliser un `Pipe()` (pour une connexion entre deux processus) ou une queue (qui autorise de multiples producteurs et consommateurs).

Les types `Queue`, `SimpleQueue` et `JoinableQueue` sont des queues FIFO multi-producteurs et multi-consommateurs modelées sur la classe `queue.Queue` de la bibliothèque standard. Elles diffèrent par l'absence dans `Queue` des méthodes `task_done()` et `join()` introduites dans la classe `queue.Queue` par Python 2.5.

Si vous utilisez `JoinableQueue` alors vous **devez** appeler `JoinableQueue.task_done()` pour chaque tâche retirée de la queue, sans quoi le sémaphore utilisé pour compter le nombre de tâches non accomplies pourra éventuellement déborder, levant une exception.

Notez que vous pouvez aussi créer une queue partagée en utilisant un objet gestionnaire -- voir *Gestionnaires*.

Note : `multiprocessing` utilise les exceptions habituelles `queue.Empty` et `queue.Full` pour signaler un dépassement du temps maximal autorisé. Elles ne sont pas disponibles dans l'espace de nommage `multiprocessing` donc vous devez les importer depuis le module `queue`.

Note : Quand un objet est placé dans une queue, l'objet est sérialisé par *pickle* et un fil d'exécution en arrière-plan transmettra ensuite les données sérialisées sur un tube sous-jacent. Cela a certaines conséquences qui peuvent être un peu surprenantes, mais ne devrait causer aucune difficultés pratiques -- si elles vous embêtent vraiment, alors vous pouvez à la place utiliser une queue créée avec un *manager*.

(1) Après avoir placé un objet dans une queue vide il peut y avoir un délai infinitésimal avant que la méthode `empty()` de la queue renvoie `False` et que `get_nowait()` renvoie une valeur sans lever de `queue.Empty`.

(2) Si plusieurs processus placent des objets dans la queue, il est possible pour les objets d'être reçus de l'autre côté dans le désordre. Cependant, les objets placés par un même processus seront toujours récupérés dans l'ordre attendu.

Avertissement : Si un processus est tué à l'aide de `Process.terminate()` ou `os.kill()` pendant qu'il tente d'utiliser une `Queue`, alors les données de la queue peuvent être corrompues. Cela peut par la suite causer des levées d'exceptions dans les autres processus quand ils tenteront d'utiliser la queue.

Avertissement : Comme mentionné plus haut, si un processus fils a placé des éléments dans la queue (et qu'il n'a pas utilisé `JoinableQueue.cancel_join_thread`), alors le processus ne se terminera pas tant que les éléments placés dans le tampon n'auront pas été transmis au tube.

Cela signifie que si vous essayez d'attendre ce processus vous pouvez obtenir un interblocage, à moins que vous ne soyez sûr que tous les éléments placés dans la queue ont été consommés. De même, si le processus fils n'est pas un *daemon* alors le processus parent pourrait bloquer à la fermeture quand il tentera d'attendre tous ses enfants non *daemons*.

Notez que la queue créée à l'aide d'un gestionnaire n'a pas ce problème. Voir *Lignes directrices de programmation*.

Pour un exemple d'utilisation de queues pour de la communication entre les processus, voir *Exemples*.

`multiprocessing.`**`Pipe`**`(`[*duplex*]`)`

Renvoie une paire `(conn1, conn2)` d'objets `Connection` représentant les bouts d'un tube.

Si *duplex* vaut `True` (par défaut), alors le tube est bidirectionnel. Si *duplex* vaut `False` il est unidirectionnel : `conn1` ne peut être utilisé que pour recevoir des messages et `conn2` que pour en envoyer.

class multiprocessing.**Queue**([*maxsize*])

Renvoie une queue partagée entre les processus utilisant un tube et quelques verrous/sémaphores. Quand un processus place initialement un élément sur la queue, un fil d'exécution *feeder* est démarré pour transférer les objets du tampon vers le tube.

Les exceptions habituelles *queue.Empty* et *queue.Full* du module *queue* de la bibliothèque standard sont levées pour signaler les *timeouts*.

Queue implémente toutes les méthodes de *queue.Queue* à l'exception de *task_done()* et *join()*.

qsize()

Renvoie la taille approximative de la queue. Ce nombre n'est pas fiable en raison des problématiques de *multithreading* et *multiprocessing*.

Notez que cela peut lever une *NotImplementedError* sous les plateformes Unix telles que Mac OS X où sem_getvalue() n'est pas implémentée.

empty()

Renvoie True si la queue est vide, False sinon. Cette valeur n'est pas fiable en raison des problématiques de *multithreading* et *multiprocessing*.

full()

Renvoie True si la queue est pleine, False sinon. Cette valeur n'est pas fiable en raison des problématiques de *multithreading* et *multiprocessing*.

put(*obj*[, *block*[, *timeout*]])

Place *obj* dans la queue. Si l'argument optionnel *block* vaut True (par défaut) est que *timeout* est None (par défaut), bloque jusqu'à ce qu'un slot libre soit disponible. Si *timeout* est un nombre positif, la méthode bloquera au maximum *timeout* secondes et lèvera une exception *queue.Full* si aucun slot libre n'a été trouvé dans le temps imparti. Autrement (*block* vaut False), place un élément dans la queue si un slot libre est immédiatement disponible, ou lève une exception *queue.Full* dans le cas contraire (*timeout* est ignoré dans ce cas).

put_nowait(*obj*)

Équivalent à put(obj, False).

get([*block*[, *timeout*]])

Retire et renvoie un élément de la queue. Si l'argument optionnel *block* vaut True (par défaut) et que *timeout* est None (par défaut), bloque jusqu'à ce qu'un élément soit disponible. Si *timeout* (le délai maximal autorisé) est un nombre positif, la méthode bloquera au maximum *timeout* secondes et lèvera une exception *queue.Empty* si aucun élément n'est disponible dans le temps imparti. Autrement (*block* vaut False), renvoie un élément s'il est immédiatement disponible, ou lève une exception *queue.Empty* dans le cas contraire (*timeout* est ignoré dans ce cas).

get_nowait()

Équivalent à get(False).

multiprocessing.Queue possède quelques méthodes additionnelles non présentes dans *queue.Queue*. Ces méthodes ne sont habituellement pas nécessaires pour la plupart des codes :

close()

Indique que plus aucune donnée ne peut être placée sur la queue par le processus courant. Le fil d'exécution en arrière-plan se terminera quand il aura transféré toutes les données du tampon vers le tube. Elle est appelée automatiquement quand la queue est collectée par le ramasse-miettes.

join_thread()

Attend le fil d'exécution d'arrière-plan. Elle peut seulement être utilisée une fois que *close()* a été appelée. Elle bloque jusqu'à ce que le fil d'arrière-plan se termine, assurant que toutes les données du tampon ont été transmises au tube.

Par défaut si un processus n'est pas le créateur de la queue alors à la fermeture elle essaiera d'attendre le fil d'exécution d'arrière-plan de la queue. Le processus peut appeler *cancel_join_thread()* pour que *join_thread()* ne fasse rien.

cancel_join_thread()

Empêche *join_thread()* de bloquer. En particulier, cela empêche le fil d'arrière-plan d'être attendu automatiquement quand le processus se ferme -- voir *join_thread()*.

Un meilleur nom pour cette méthode pourrait être allow_exit_without_flush(). Cela peut provoquer des pertes de données placées dans la queue, et vous ne devriez certainement pas avoir besoin de l'utiliser. Elle n'est là que si vous souhaitez terminer immédiatement le processus sans transférer les données du tampon, et que vous ne vous inquiétez pas de perdre des données.

Note : Le fonctionnement de cette classe requiert une implémentation de sémaphore partagé sur le système d'exploitation hôte. Sans cela, la fonctionnalité sera désactivée et la tentative d'instancier une *Queue* lèvera une *ImportError*. Voir bpo-3770 pour plus d'informations. Cette remarque reste valable pour les autres types de queues spécialisées définies par la suite.

class multiprocessing.**SimpleQueue**
Un type de *Queue* simplifié, très proche d'un *Pipe* avec verrou.

empty()
Renvoie `True` si la queue est vide, `False` sinon.

get()
Supprime et renvoie un élément de la queue.

put(*item*)
Place *item* dans la queue.

class multiprocessing.**JoinableQueue**([*maxsize*])
JoinableQueue, une sous-classe de *Queue*, est une queue qui ajoute des méthodes *task_done()* et *join()*.

task_done()
Indique qu'une tâche précédemment placée dans la queue est complétée. Utilisé par les consommateurs de la queue. Pour chaque *get()* utilisé pour récupérer une tâche, un appel ultérieur à *task_done()* indique à la queue que le traitement de la tâche est terminé.

Si un *join()* est actuellement bloquant, il se débloquera quand tous les éléments auront été traités (signifiant qu'un appel à *task_done()* a été reçu pour chaque élément ayant été placé via *put()* dans la queue).

Lève une exception *ValueError* si appelée plus de fois qu'il y avait d'éléments dans la file.

join()
Bloque jusqu'à ce que tous les éléments de la queue aient été récupérés et traités.

Le compteur des tâches non accomplies augmente chaque fois qu'un élément est ajouté à la queue. Le compteur redescend chaque fois qu'un consommateur appelle *task_done()* pour indiquer qu'un élément a été récupéré et que tout le travail qui le concerne est complété. Quand le compteur des tâches non accomplies atteint zéro, *join()* est débloquée.

Divers

multiprocessing.**active_children**()
Renvoie la liste de tous les enfants vivants du processus courant.

Appeler cette méthode provoque l'effet de bord d'attendre tout processus qui n'a pas encore terminé.

multiprocessing.**cpu_count**()
Renvoie le nombre de CPU sur le système.

Ce nombre n'est pas équivalent au nombre de CPUs que le processus courant peut utiliser. Le nombre de CPUs utilisables peut être obtenu avec `len(os.sched_getaffinity(0))`

Peut lever une *NotImplementedError*.

Voir aussi :

os.cpu_count()

multiprocessing.**current_process**()
Renvoie l'objet *Process* correspondant au processus courant.

Un analogue à *threading.current_thread()*.

multiprocessing.**freeze_support**()
Ajoute le support des programmes utilisant *multiprocessing* qui ont été gelés pour produire un exécutable Windows. (Testé avec **py2exe**, **PyInstaller** et **cx_Freeze**.)

Cette fonction doit être appelée juste après la ligne `if __name__ == '__main__'` du module principal. Par exemple :

```
from multiprocessing import Process, freeze_support

def f():
    print('hello world!')

if __name__ == '__main__':
    freeze_support()
    Process(target=f).start()
```

Si la ligne `freeze_support()` est omise, alors tenter de lancer l'exécutable gelé lèvera une *RuntimeError*.

Appeler `freeze_support()` n'a pas d'effet quand elle est invoquée sur un système d'exploitation autre que Windows. De plus, si le module est lancé normalement par l'interpréteur Python sous Windows (le programme n'a pas été gelé), alors `freeze_support()` n'a pas d'effet.

`multiprocessing.`**`get_all_start_methods`**`()`

Renvoie la liste des méthodes de démarrage supportées, la première étant celle par défaut. Les méthodes de démarrage possibles sont `'fork'`, `'spawn'` et `'forkserver'`. Sous Windows seule `'spawn'` est disponible. Sous Unix `'fork'` et `'spawn'` sont disponibles, `'fork'` étant celle par défaut.

Nouveau dans la version 3.4.

`multiprocessing.`**`get_context`**`(`*method=None*`)`

Renvoie un contexte ayant les mêmes attributs que le module *multiprocessing*.

Si *method* est `None` le contexte par défaut est renvoyé. Sinon *method* doit valoir `'fork'`, `'spawn'` ou `'forkserver'`. Une *ValueError* est levée si la méthode de démarrage spécifiée n'est pas disponible.

Nouveau dans la version 3.4.

`multiprocessing.`**`get_start_method`**`(`*allow_none=False*`)`

Renvoie le nom de la méthode de démarrage utilisée pour démarrer le processus.

Si le nom de la méthode n'a pas été fixé et que *allow_none* est faux, alors la méthode de démarrage est réglée à celle par défaut et son nom est renvoyé. Si la méthode n'a pas été fixée et que *allow_none* est vrai, `None` est renvoyé.

La valeur de retour peut être `'fork'`, `'spawn'`, `'forkserver'` ou `None`. `'fork'` est la valeur par défaut sous Unix, `'spawn'` est celle sous Windows.

Nouveau dans la version 3.4.

`multiprocessing.`**`set_executable`**`()`

Définit le chemin de l'interpréteur Python à utiliser pour démarrer un processus fils. (Par défaut *sys.executable* est utilisé). Les intégrateurs devront probablement faire quelque chose comme

```
set_executable(os.path.join(sys.exec_prefix, 'pythonw.exe'))
```

avant de pouvoir créer des processus fils.

Modifié dans la version 3.4 : Maintenant supporté sous Unix quand la méthode de démarrage `'spawn'` est utilisée.

`multiprocessing.`**`set_start_method`**`(`*method*`)`

Règle la méthode qui doit être utilisée pour démarrer un processus fils. *method* peut être `'fork'`, `'spawn'` ou `'forkserver'`.

Notez que cette fonction ne devrait être appelée qu'une fois au plus, et l'appel devrait être protégé à l'intérieur d'une clause `if __name__ == '__main__'` dans le module principal.

Nouveau dans la version 3.4.

Note : *multiprocessing* ne contient pas d'analogues à *threading.active_count()*, *threading.enumerate()*, *threading.settrace()*, *threading.setprofile()*, *threading.Timer*, ou *threading.local*.

Objets de connexions

Les objets de connexion autorisent l'envoi et la réception d'objets sérialisables ou de chaînes de caractères. Ils peuvent être vus comme des interfaces de connexion (*sockets*) connectées orientées messages.

Les objets de connexion sont habituellement créés via `Pipe` -- voir aussi *Auditeurs et Clients*.

class multiprocessing.connection.**Connection**

send(*obj*)
Envoie un objet sur l'autre bout de la connexion, qui devra être lu avec `recv()`.

L'objet doit être sérialisable. Les *pickles* très larges (approximativement 32 Mo+, bien que cela dépende de l'OS) pourront lever une exception `ValueError`.

recv()
Renvoie un objet envoyé depuis l'autre bout de la connexion en utilisant `send()`. Bloque jusqu'à ce que quelque chose soit reçu. Lève une `EOFError` s'il n'y a plus rien à recevoir et que l'autre bout a été fermé.

fileno()
Renvoie le descripteur de fichier ou identifiant utilisé par la connexion.

close()
Ferme la connexion.

Elle est appelée automatiquement quand la connexion est collectée par le ramasse-miettes.

poll([*timeout*])
Renvoie vrai ou faux selon si des données sont disponibles à la lecture.

Si *timeout* n'est pas spécifié la méthode renverra immédiatement. Si *timeout* est un nombre alors il spécifie le temps maximum de blocage en secondes. Si *timeout* est `None`, un temps d'attente infini est utilisé.

Notez que plusieurs objets de connexions peuvent être attendus en même temps à l'aide de `multiprocessing.connection.wait()`.

send_bytes(*buffer*[, *offset*[, *size*]])
Envoie des données binaires depuis un *bytes-like object* comme un message complet.

Si *offset* est fourni, les données sont lues depuis cette position dans le tampon *buffer*. Si *size* est fourni, il indique le nombre d'octets qui seront lus depuis *buffer*. Les tampons très larges (approximativement 32 MiB+, bien que cela dépende de l'OS) pourront lever une exception `ValueError`.

recv_bytes([*maxlength*])
Renvoie un message complet de données binaires envoyées depuis l'autre bout de la connexion comme une chaîne de caractères. Bloque jusqu'à ce qu'il y ait quelque chose à recevoir. Lève une `EOFError` s'il ne reste rien à recevoir et que l'autre côté de la connexion a été fermé.

Si *maxlength* est précisé que que le message est plus long que *maxlength* alors une `OSError` est levée et la connexion n'est plus lisible.

Modifié dans la version 3.3 : Cette fonction levait auparavant une `IOError`, qui est maintenant un alias pour `OSError`.

recv_bytes_into(*buffer*[, *offset*])
Lit et stocke dans *buffer* un message complet de données binaires envoyées depuis l'autre bout de la connexion et renvoie le nombre d'octets du message. Bloque jusqu'à ce qu'il y ait quelque chose à recevoir. Lève une `EOFError` s'il ne reste rien à recevoir et que l'autre côté de la connexion a été fermé.

buffer doit être un *bytes-like object* accessible en écriture. Si *offset* est donné, le message sera écrit dans le tampon à partir de cette position. *offset* doit être un entier positif, inférieur à la taille de *buffer* (en octets).

Si le tampon est trop petit une exception `BufferTooShort` est levée et le message complet est accessible via `e.args[0]` où `e` est l'instance de l'exception.

Modifié dans la version 3.3 : Les objets de connexions eux-mêmes peuvent maintenant être transférés entre les processus en utilisant `Connection.send()` et `Connection.recv()`.

Nouveau dans la version 3.3 : Les objets de connexions supportent maintenant le protocole des gestionnaires de contexte -- voir *Le type gestionnaire de contexte*. `__enter__()` renvoie l'objet de connexion, et `__exit__()` appelle `close()`.

Par exemple :

```
>>> from multiprocessing import Pipe
>>> a, b = Pipe()
>>> a.send([1, 'hello', None])
>>> b.recv()
[1, 'hello', None]
>>> b.send_bytes(b'thank you')
>>> a.recv_bytes()
b'thank you'
>>> import array
>>> arr1 = array.array('i', range(5))
>>> arr2 = array.array('i', [0] * 10)
>>> a.send_bytes(arr1)
>>> count = b.recv_bytes_into(arr2)
>>> assert count == len(arr1) * arr1.itemsize
>>> arr2
array('i', [0, 1, 2, 3, 4, 0, 0, 0, 0, 0])
```

Avertissement : La méthode *Connection.recv()* désérialise automatiquement les données qu'elle reçoit, ce qui peut être un risque de sécurité à moins que vous ne fassiez réellement confiance au processus émetteur du message.

Par conséquent, à moins que l'objet de connexion soit instancié par `Pipe()`, vous ne devriez uniquement utiliser les méthodes *recv()* et *send()* après avoir effectué une quelconque forme d'authentification. Voir *Clés d'authentification*.

Avertissement : Si un processus est tué pendant qu'il essaye de lire ou écrire sur le tube, alors les données du tube ont des chances d'être corrompues, parce qu'il devient impossible d'être sûr d'où se trouvent les bornes du message.

Primitives de synchronisation

Généralement les primitives de synchronisation ne sont pas nécessaire dans un programme multi-processus comme elles le sont dans un programme multi-fils d'exécution. Voir la documentation du module *threading*.

Notez que vous pouvez aussi créer des primitives de synchronisation en utilisant un objet gestionnaire -- voir *Gestionnaires*.

class multiprocessing.**Barrier**(*parties*[, *action*[, *timeout*]])
Un objet barrière : un clone de *threading.Barrier*.
Nouveau dans la version 3.3.

class multiprocessing.**BoundedSemaphore**([*value*])
Un objet sémaphore lié : un analogue proche de *threading.BoundedSemaphore*.
Une seule différence existe avec son proche analogue : le premier argument de sa méthode `acquire` est appelé *block*, pour la cohérence avec *Lock.acquire()*.

Note : Sur Mac OS X, elle n'est pas distinguable de la classe *Semaphore* parce que `sem_getvalue()` n'est pas implémentée sur cette plateforme.

---

class multiprocessing.**Condition**([*lock*])
Une variable conditionnelle : un alias pour *threading.Condition*.
Si *lock* est spécifié il doit être un objet *Lock* ou *RLock* du module *multiprocessing*.
Modifié dans la version 3.3 : La méthode *wait_for()* a été ajoutée.

class multiprocessing.**Event**
Un clone de *threading.Event*.

class multiprocessing.**Lock**

Un verrou non récursif : un analogue proche de *threading.Lock*. Une fois que le processus ou le fil d'exécution a acquis un verrou, les tentatives suivantes d'acquisition depuis n'importe quel processus ou fil d'exécution bloqueront jusqu'à ce qu'il soit libéré ; n'importe quel processus ou fil peut le libérer. Les concepts et comportements de *threading.Lock* qui s'appliquent aux fils d'exécution sont répliqués ici dans *multiprocessing.Lock* et s'appliquent aux processus et aux fils d'exécution, à l'exception de ce qui est indiqué.

Notez que *Lock* est en fait une fonction *factory* qui renvoie une instance de multiprocessing.synchronize.Lock initialisée avec un contexte par défaut.

Lock supporte le protocole *context manager* et peut ainsi être utilisé avec une instruction with.

acquire(*block=True*, *timeout=None*)

Acquiert un verrou, bloquant ou non bloquant.

Avec l'argument *block* à True (par défaut), l'appel de méthode bloquera jusqu'à ce que le verrou soit dans déverrouillé, puis le verrouillera avant de renvoyer True. Notez que le nom de ce premier argument diffère de celui de *threading.Lock.acquire()*.

Avec l'argument *block* à False, l'appel de méthode ne bloque pas. Si le verrou est actuellement verrouillé, renvoie False ; autrement verrouille le verrou et renvoie True.

Quand invoqué avec un nombre flottant positif comme *timeout*, bloque au maximum pendant ce nombre spécifié de secondes, tant que le verrou ne peut être acquis. Les invocations avec une valeur de *timeout* négatives sont équivalents à zéro. Les invocations avec un *timeout* à None (par défaut) correspondent à un délai d'attente infini. Notez que le traitement des valeurs de *timeout* négatives et None diffère du comportement implémenté dans *threading.Lock.acquire()*. L'argument *timeout* n'a pas d'implication pratique si l'argument *block* est mis) False et est alors ignoré. Renvoie True si le verrou a été acquis et False si le temps de *timeout* a expiré.

release()

Libère un verrou. Elle peut être appelée depuis n'importe quel processus ou fil d'exécution, pas uniquement le processus ou le fil qui a acquis le verrou à l'origine.

Le comportement est le même que *threading.Lock.release()* excepté que lorsque la méthode est appelée sur un verrou déverrouillé, une *ValueError* est levée.

class multiprocessing.**RLock**

Un objet verrou récursif : un analogue proche de *threading.RLock*. Un verrou récursif doit être libéré par le processus ou le fil d'exécution qui l'a acquis. Quand un processus ou un fil acquiert un verrou récursif, le même processus/fil peut l'acquérir à nouveau sans bloquer ; le processus/fil doit le libérer autant de fois qu'il l'acquiert.

Notez que *RLock* est en fait une fonction *factory* qui renvoie une instance de multiprocessing.synchronize.RLock initialisée avec un contexte par défaut.

RLock supporte le protocole *context manager* et peut ainsi être utilisée avec une instruction with.

acquire(*block=True*, *timeout=None*)

Acquiert un verrou, bloquant ou non bloquant.

Quand invoqué avec l'argument *block* à True, bloque jusqu'à ce que le verrou soit déverrouillé (n'appartenant à aucun processus ou fil d'exécution) sauf s'il appartient déjà au processus ou fil d'exécution courant. Le processus ou fil d'exécution courant prend la possession du verrou (s'il ne l'a pas déjà) et incrémente d'un le niveau de récursion du verrou, renvoyant ainsi True. Notez qu'il y a plusieurs différences dans le comportement de ce premier argument comparé à l'implémentation de *threading.RLock.acquire()*, à commencer par le nom de l'argument lui-même.

Quand invoqué avec l'argument *block* à False, ne bloque pas. Si le verrou est déjà acquis (et possédé) par un autre processus ou fil d'exécution, le processus/fil courant n'en prend pas la possession et le niveau de récursion n'est pas incrémenté, résultant en une valeur de retour à False. Si le verrou est déverrouillé, le processus/fil courant en prend possession et incrémente son niveau de récursion, renvoyant True.

L'usage et les comportements de l'argument *timeout* sont les mêmes que pour *Lock.acquire()*. Notez que certains de ces comportements diffèrent par rapport à ceux implémentés par *threading.RLock.acquire()*.

release()

Libère un verrou, décrémentant son niveau de récursion. Si après la décrémentation le niveau de récursion est zéro, réinitialise le verrou à un état déverrouillé (n'appartenant à aucun processus ou fil d'exécution) et si des processus/fils attendent que le verrou se déverrouillé, autorise un seul d'entre-eux à continuer. Si

après cette décrémentation le niveau de récursion est toujours strictement positif, le verrou reste verrouillé et propriété du processus/fil appelant.

N'appelez cette méthode que si le processus ou fil d'exécution appelant est propriétaire du verrou. Une `AssertionError` est levée si cette méthode est appelée par un processus/fil autre que le propriétaire ou si le verrou n'est pas verrouillé (possédé). Notez que le type d'exception levé dans cette situation diffère du comportement de `threading.RLock.release()`.

class multiprocessing.**Semaphore**([*value*])

Un objet sémaphore, proche analogue de `threading.Semaphore`.

Une seule différence existe avec son proche analogue : le premier argument de sa méthode `acquire` est appelé *block*, pour la cohérence avec `Lock.acquire()`.

Note : Sous Mac OS X, `sem_timedwait` n'est pas supporté, donc appeler `acquire()` avec un temps d'exécution limité émulera le comportement de cette fonction en utilisant une boucle d'attente.

Note : Si le signal *SIGINT* généré par un `Ctrl-C` survient pendant que le fil d'exécution principal est bloqué par un appel à `BoundedSemaphore.acquire()`, `Lock.acquire()`, `RLock.acquire()`, `Semaphore.acquire()`, `Condition.acquire()` ou `Condition.wait()`, l'appel sera immédiatement interrompu et une `KeyboardInterrupt` sera levée.

Cela diffère du comportement de `threading` où le *SIGINT* est ignoré tant que les appels bloquants sont en cours.

Note : Certaines des fonctionnalités de ce paquet requièrent une implémentation fonctionnelle de sémaphores partagés sur le système hôte. Sans cela, le module `multiprocessing.synchronize` sera désactivé, et les tentatives de l'importer lèveront une `ImportError`. Voir bpo-3770 pour plus d'informations.

Objets `ctypes` partagés

Il est possible de créer des objets partagés utilisant une mémoire partagée pouvant être héritée par les processus enfants.

multiprocessing.**Value**(*typecode_or_type*, **args*, *lock=True*)

Renvoie un objet `ctypes` alloué depuis la mémoire partagée. Par défaut la valeur de retour est en fait un *wrapper* synchronisé autour de l'objet. L'objet en lui-même est accessible par l'attribut *value* de l'une `Value`.

typecode_or_type détermine le type de l'objet renvoyé : il s'agit soit d'un type *ctype* soit d'un caractère *typecode* tel qu'utilisé par le module `array`. **args* est passé au constructeur de ce type.

Si *lock* vaut `True` (par défaut), alors un nouveau verrou récursif est créé pour synchroniser l'accès à la valeur. Si *lock* est un objet `Lock` ou `RLock` alors il sera utilisé pour synchroniser l'accès à la valeur. Si *lock* vaut `False`, l'accès à l'objet renvoyé ne sera pas automatiquement protégé par un verrou, donc il ne sera pas forcément « *process-safe* ».

Les opérations telles que += qui impliquent une lecture et une écriture ne sont pas atomique. Ainsi si vous souhaitez par exemple réaliser une incrémentation atomique sur une valeur partagée, vous ne pouvez pas simplement faire

```
counter.value += 1
```

En supposant que le verrou associé est récursif (ce qui est le cas par défaut), vous pouvez à la place faire

```
with counter.get_lock():
    counter.value += 1
```

Notez que *lock* est un argument *keyword-only*.

multiprocessing.**Array**(*typecode_or_type*, *size_or_initializer*, ***, *lock=True*)

Renvoie un tableau *ctypes* alloué depuis la mémoire partagée. Par défaut la valeur de retour est en fait un *wrapper* synchronisé autour du tableau.

typecode_or_type détermine le type des éléments du tableau renvoyé : il s'agit soit d'un type *ctype* soit d'un caractère *typecode* tel qu'utilisé par le module `array`. Si *size_or_initialize* est un entier, alors il détermine la taille du tableau, et le tableau sera initialisé avec des zéros. Autrement, *size*or_initializer* est une séquence qui sera utilisée pour initialiser le tableau et dont la taille détermine celle du tableau.

Si *lock* vaut `True` (par défaut), alors un nouveau verrou est créé pour synchroniser l'accès à la valeur. Si *lock* est un objet `Lock` ou `RLock` alors il sera utilisé pour synchroniser l'accès à la valeur. Si *lock* vaut `False`, l'accès à l'objet renvoyé ne sera pas automatiquement protégé par un verrou, donc il ne sera pas forcément « *process-safe* ».

Notez que *lock* est un argument *keyword-only*.

Notez qu'un tableau de `ctypes.c_char` a ses attributs *value* et *raw* qui permettent de l'utiliser pour stocker et récupérer des chaînes de caractères.

Le module `multiprocessing.sharedctypes`

Le module `multiprocessing.sharedctypes` fournit des fonctions pour allouer des objets `ctypes` depuis la mémoire partagée, qui peuvent être hérités par les processus fils.

Note : Bien qu'il soit possible de stocker un pointeur en mémoire partagée, rappelez-vous qu'un pointer référence un emplacement dans l'espace d'adressage d'un processus particulier. Ainsi, ce pointeur a de fortes chances d'être invalide dans le contexte d'un autre processus et déréférencer le pointeur depuis ce second processus peut causer un plantage.

`multiprocessing.sharedctypes.`**`RawArray`**(*typecode_or_type*, *size_or_initializer*)

Renvoie un tableau *ctypes* alloué depuis la mémoire partagée.

typecode_or_type détermine le type des éléments du tableau renvoyé : il s'agit soit d'un type *ctype* soit d'un caractère codant le type des éléments du tableau (*typecode*) tel qu'utilisé par le module `array`. Si *size_or_initialize* est un entier, alors il détermine la taille du tableau, et le tableau sera initialisé avec des zéros. Autrement, *size_or_initializer* est une séquence qui sera utilisée pour initialiser le tableau et dont la taille détermine celle du tableau.

Notez que définir ou récupérer un élément est potentiellement non atomique -- utilisez plutôt `Array()` pour vous assurer de synchroniser automatiquement avec un verrou.

`multiprocessing.sharedctypes.`**`RawValue`**(*typecode_or_type*, **args*)

Renvoie un objet *ctypes* alloué depuis la mémoire partagée.

typecode_or_type détermine le type de l'objet renvoyé : il s'agit soit d'un type *ctype* soit d'un caractère *typecode* tel qu'utilisé par le module `array`. **args* est passé au constructeur de ce type.

Notez que définir ou récupérer un élément est potentiellement non atomique -- utilisez plutôt `Value()` pour vous assurer de synchroniser automatiquement avec un verrou.

Notez qu'un tableau de `ctypes.c_char` a ses attributs *value* et *raw* qui permettent de l'utiliser pour stocker et récupérer des chaînes de caractères -- voir la documentation de `ctypes`.

`multiprocessing.sharedctypes.`**`Array`**(*typecode_or_type*, *size_or_initializer*, *, *lock=True*)

Identique à `RawArray()` à l'exception que suivant la valeur de *lock* un *wrapper* de synchronisation *process-safe* pourra être renvoyé à la place d'un tableau *ctypes* brut.

Si *lock* vaut `True` (par défaut), alors un nouveau verrou est créé pour synchroniser l'accès à la valeur. Si *lock* est un objet `Lock` ou `RLock` alors il sera utilisé pour synchroniser l'accès à la valeur. Si *lock* vaut `False`, l'accès à l'objet renvoyé ne sera pas automatiquement protégé par un verrou, donc il ne sera pas forcément « *process-safe* ».

Notez que *lock* est un argument *keyword-only*.

`multiprocessing.sharedctypes.`**`Value`**(*typecode_or_type*, **args*, *lock=True*)

Identique à `RawValue()` à l'exception que suivant la valeur de *lock* un *wrapper* de synchronisation *process-safe* pourra être renvoyé à la place d'un objet *ctypes* brut.

Si *lock* vaut `True` (par défaut), alors un nouveau verrou est créé pour synchroniser l'accès à la valeur. Si *lock* est un objet `Lock` ou `RLock` alors il sera utilisé pour synchroniser l'accès à la valeur. Si *lock* vaut `False`,

l'accès à l'objet renvoyé ne sera pas automatiquement protégé par un verrou, donc il ne sera pas forcément « *process-safe* ».

Notez que *lock* est un argument *keyword-only*.

`multiprocessing.sharedctypes.`**`copy`**(*obj*)

Renvoie un objet *ctypes* alloué depuis la mémoire partagée, qui est une copie de l'objet *ctypes obj*.

`multiprocessing.sharedctypes.`**`synchronized`**(*obj*[, *lock*])

Renvoie un *wrapper process-safe* autour de l'objet *ctypes* qui utilise *lock* pour synchroniser l'accès. Si *lock* est `None` (par défaut), un objet *`multiprocessing.RLock`* est créé automatiquement.

Un *wrapper* synchronisé aura deux méthodes en plus de celles de l'objet qu'il enveloppe : `get_obj()` renvoie l'objet *wrappé* et `get_lock()` renvoie le verrou utilisé pour la synchronisation.

Notez qu'accéder à l'objet *ctypes* à travers le *wrapper* peut s'avérer beaucoup plus lent qu'accéder directement à l'objet *ctypes* brut.

Modifié dans la version 3.5 : Les objets synchronisés supportent le protocole *context manager*.

Le tableau ci-dessous compare la syntaxe de création des objets *ctypes* partagés depuis une mémoire partagée avec la syntaxe normale *ctypes*. (Dans le tableau, `MyStruct` est une sous-classe quelconque de *`ctypes.Structure`*.)

ctypes	*sharedctypes* utilisant un type	*sharedctypes* utilisant un *typecode*
c_double(2.4)	RawValue(c_double, 2.4)	RawValue('d', 2.4)
MyStruct(4, 6)	RawValue(MyStruct, 4, 6)	
(c_short * 7)()	RawArray(c_short, 7)	RawArray('h', 7)
(c_int * 3)(9, 2, 8)	RawArray(c_int, (9, 2, 8))	RawArray('i', (9, 2, 8))

Ci-dessous un exemple où des objets *ctypes* sont modifiés par un processus fils :

```
from multiprocessing import Process, Lock
from multiprocessing.sharedctypes import Value, Array
from ctypes import Structure, c_double

class Point(Structure):
    _fields_ = [('x', c_double), ('y', c_double)]

def modify(n, x, s, A):
    n.value **= 2
    x.value **= 2
    s.value = s.value.upper()
    for a in A:
        a.x **= 2
        a.y **= 2

if __name__ == '__main__':
    lock = Lock()

    n = Value('i', 7)
    x = Value(c_double, 1.0/3.0, lock=False)
    s = Array('c', b'hello world', lock=lock)
    A = Array(Point, [(1.875,-6.25), (-5.75,2.0), (2.375,9.5)], lock=lock)

    p = Process(target=modify, args=(n, x, s, A))
    p.start()
    p.join()

    print(n.value)
    print(x.value)
    print(s.value)
    print([(a.x, a.y) for a in A])
```

Les résultats affichés sont

```
49
0.1111111111111111
HELLO WORLD
[(3.515625, 39.0625), (33.0625, 4.0), (5.640625, 90.25)]
```

Gestionnaires

Les gestionnaires fournissent un moyen de créer des données qui peuvent être partagées entre les différents processus, incluant le partage à travers le réseau entre des processus tournant sur des machines différentes. Un objet gestionnaire contrôle un processus serveur qui gère les *shared objects*. Les autres processus peuvent accéder aux objets partagés à l'aide de mandataires.

`multiprocessing.`**`Manager`**`()`
Renvoie un objet *`SyncManager`* démarré qui peut être utilisé pour partager des objets entre les processus. L'objet gestionnaire renvoyé correspond à un processus enfant instancié et possède des méthodes pour créer des objets partagés et renvoyer les mandataires correspondants.

Les processus gestionnaires seront arrêtés dès qu'ils seront collectés par le ramasse-miettes ou que leur processus parent se terminera. Les classes gestionnaires sont définies dans le module *`multiprocessing.managers`* :

`class` `multiprocessing.managers.`**`BaseManager`**`(`[*address*[, *authkey*]]`)`
Crée un objet *BaseManager*.

Une fois créé il faut appeler *`start()`* ou `get_server().serve_forever()` pour assurer que l'objet gestionnaire référence un processus gestionnaire démarré.

address est l'adresse sur laquelle le processus gestionnaire écoute pour de nouvelles connexions. Si *address* est `None`, une adresse arbitraire est choisie.

authkey est la clé d'authentification qui sera utilisée pour vérifier la validité des connexions entrantes sur le processus serveur. Si *authkey* est `None` alors `current_process().authkey` est utilisée. Autrement *authkey* est utilisée et doit être une chaîne d'octets.

`start``(`[*initializer*[, *initargs*]]`)`
Démarre un sous-processus pour démarrer le gestionnaire. Si *initializer* n'est pas `None` alors le sous-processus appellera `initializer(*initargs)` quand il démarrera.

`get_server``()`
Renvoie un objet `Server` qui représente le serveur sous le contrôle du gestionnaire. L'objet `Server` supporte la méthode `serve_forever()` :

```
>>> from multiprocessing.managers import BaseManager
>>> manager = BaseManager(address=('', 50000), authkey=b'abc')
>>> server = manager.get_server()
>>> server.serve_forever()
```

`Server` possède en plus un attribut *`address`*.

`connect``()`
Connecte un objet gestionnaire local au processus gestionnaire distant :

```
>>> from multiprocessing.managers import BaseManager
>>> m = BaseManager(address=('127.0.0.1', 50000), authkey=b'abc')
>>> m.connect()
```

`shutdown``()`
Stoppe le processus utilisé par le gestionnaire. Cela est disponible uniquement si *`start()`* a été utilisée pour démarrer le processus serveur.

Cette méthode peut être appelée plusieurs fois.

`register``(`*typeid*[, *callable*[, *proxytype*[, *exposed*[, *method_to_typeid*[, *create_method*]]]]]`)`
Une méthode de classe qui peut être utilisée pour enregistrer un type ou un appelable avec la classe gestionnaire.

typeif est un « *type identifier* » qui est utilisé pour identifier un type particulier d'objet partagé. Cela doit être une chaîne de caractères.

callable est un objet appelable utilisé pour créer les objets avec cet identifiant de type. Si une instance de gestionnaire prévoit de se connecter au serveur en utilisant sa méthode `connect()` ou si l'argument *create_method* vaut `False` alors cet argument peut être laissé à `None`.

proxytype est une sous-classe de `BaseProxy` utilisée pour créer des mandataires autour des objets partagés avec ce *typeid*. S'il est `None`, une classe mandataire sera créée automatiquement.

exposed est utilisé pour préciser une séquence de noms de méthodes dont les mandataires pour ce *typeid* doivent être autorisés à accéder via `BaseProxy._callmethod()`. (Si *exposed* est `None` alors `proxytype._exposed_` est utilisé à la place s'il existe.) Dans le cas où aucune liste *exposed* n'est précisée, toutes les « méthodes publiques » de l'objet partagé seront accessibles. (Ici une « méthode publique » signifie n'importe quel attribut qui possède une méthode `__call__()` et dont le nom ne commence pas par un `'_'`.)

method_to_typeid est un tableau associatif utilisé pour préciser le type de retour de ces méthodes exposées qui doivent renvoyer un mandataire. Il associé un nom de méthode à une chaîne de caractères *typeid*. (Si *method_to_typeid* est `None`, `proxytype._method_to_typeid_` est utilisé à la place s'il existe). Si le nom d'une méthode n'est pas une clé de ce tableau associatif ou si la valeur associée est `None`, l'objet renvoyé par la méthode sera une copie de la valeur.

create_method détermine si une méthode devrait être créée avec le nom *typeid*, qui peut être utilisée pour indiquer au processus serveur de créer un nouvel objet partagé et d'en renvoyer un mandataire. a valeur par défaut est `True`.

Les instances de `BaseManager` ont aussi une propriété en lecture seule :

address

L'adresse utilisée par le gestionnaire.

Modifié dans la version 3.3 : Les objets gestionnaires supportent le protocole des gestionnaires de contexte -- voir *Le type gestionnaire de contexte*. `__enter__()` démarre le processus serveur (s'il n'a pas déjà été démarré) et renvoie l'objet gestionnaire. `__exit__()` appelle `shutdown()`.

Dans les versions précédentes `__enter__()` ne démarrait pas le processus serveur du gestionnaire s'il n'était pas déjà démarré.

class multiprocessing.managers.**SyncManager**

Une sous-classe de `BaseManager` qui peut être utilisée pour la synchronisation entre processus. Des objets de ce type sont renvoyés par `multiprocessing.Manager()`.

Ces méthodes créent et renvoient des *Objets mandataires* pour un certain nombre de types de données communément utilisés pour être synchronisés entre les processus. Elles incluent notamment des listes et dictionnaires partagés.

Barrier(*parties*[, *action*[, *timeout*]])

Crée un objet `threading.Barrier` partagé et renvoie un mandataire pour cet objet.

Nouveau dans la version 3.3.

BoundedSemaphore([*value*])

Crée un objet `threading.BoundedSemaphore` partagé et renvoie un mandataire pour cet objet.

Condition([*lock*])

Crée un objet `threading.Condition` partagé et renvoie un mandataire pour cet objet.

Si *lock* est fourni alors il doit être un mandataire pour un objet `threading.Lock` ou `threading.RLock`.

Modifié dans la version 3.3 : La méthode `wait_for()` a été ajoutée.

Event()

Crée un objet `threading.Event` partagé et renvoie un mandataire pour cet objet.

Lock()

Crée un objet `threading.Lock` partagé et renvoie un mandataire pour cet objet.

Namespace()

Crée un objet `Namespace` partagé et renvoie un mandataire pour cet objet.

Queue([*maxsize*])

Crée un objet `queue.Queue` partagé et renvoie un mandataire pour cet objet.

RLock()

Crée un objet `threading.RLock` partagé et renvoie un mandataire pour cet objet.

Semaphore([*value*])

Crée un objet `threading.Semaphore` partagé et renvoie un mandataire pour cet objet.

Array(*typecode*, *sequence*)
Crée un tableau et renvoie un mandataire pour cet objet.

Value(*typecode*, *value*)
Crée un objet avec un attribut `value` accessible en écriture et renvoie un mandataire pour cet objet.

dict()
dict(*mapping*)
dict(*sequence*)
Crée un objet *dict* partagé et renvoie un mandataire pour cet objet.

list()
list(*sequence*)
Crée un objet *list* partagé et renvoie un mandataire pour cet objet.

Modifié dans la version 3.6 : Les objets partagés peuvent être imbriqués. Par exemple, un conteneur partagé tel qu'une liste partagée peu contenir d'autres objets partagés qui seront aussi gérés et synchronisés par le *SyncManager*.

class multiprocessing.managers.**Namespace**
Un type qui peut être enregistré avec *SyncManager*.

Un espace de nommage n'a pas de méthodes publiques, mais possède des attributs accessibles en écriture. Sa représentation montre les valeurs de ses attributs.

Cependant, en utilisant un mandataire pour un espace de nommage, un attribut débutant par `'_'` est un attribut du mandataire et non de l'objet cible :

```
>>> manager = multiprocessing.Manager()
>>> Global = manager.Namespace()
>>> Global.x = 10
>>> Global.y = 'hello'
>>> Global._z = 12.3    # this is an attribute of the proxy
>>> print(Global)
Namespace(x=10, y='hello')
```

Gestionnaires personnalisés

Pour créer son propre gestionnaire, il faut créer une sous-classe de *BaseManager* et utiliser la méthode de classe *register()* pour enregistrer de nouveaux types ou *callables* au gestionnaire. Par exemple :

```
from multiprocessing.managers import BaseManager

class MathsClass:
    def add(self, x, y):
        return x + y
    def mul(self, x, y):
        return x * y

class MyManager(BaseManager):
    pass

MyManager.register('Maths', MathsClass)

if __name__ == '__main__':
    with MyManager() as manager:
        maths = manager.Maths()
        print(maths.add(4, 3))         # prints 7
        print(maths.mul(7, 8))         # prints 56
```

Utiliser un gestionnaire distant

Il est possible de lancer un serveur gestionnaire sur une machine et d'avoir des clients l'utilisant sur d'autres machines (en supposant que les pare-feus impliqués l'autorisent).

Exécuter les commandes suivantes crée un serveur pour une simple queue partagée à laquelle des clients distants peuvent accéder :

```
>>> from multiprocessing.managers import BaseManager
>>> from queue import Queue
>>> queue = Queue()
>>> class QueueManager(BaseManager): pass
>>> QueueManager.register('get_queue', callable=lambda:queue)
>>> m = QueueManager(address=('', 50000), authkey=b'abracadabra')
>>> s = m.get_server()
>>> s.serve_forever()
```

Un client peut accéder au serveur comme suit :

```
>>> from multiprocessing.managers import BaseManager
>>> class QueueManager(BaseManager): pass
>>> QueueManager.register('get_queue')
>>> m = QueueManager(address=('foo.bar.org', 50000), authkey=b'abracadabra')
>>> m.connect()
>>> queue = m.get_queue()
>>> queue.put('hello')
```

Un autre client peut aussi l'utiliser :

```
>>> from multiprocessing.managers import BaseManager
>>> class QueueManager(BaseManager): pass
>>> QueueManager.register('get_queue')
>>> m = QueueManager(address=('foo.bar.org', 50000), authkey=b'abracadabra')
>>> m.connect()
>>> queue = m.get_queue()
>>> queue.get()
'hello'
```

Les processus locaux peuvent aussi accéder à cette queue, utilisant le code précédent sur le client pour y accéder à distance :

```
>>> from multiprocessing import Process, Queue
>>> from multiprocessing.managers import BaseManager
>>> class Worker(Process):
...     def __init__(self, q):
...         self.q = q
...         super(Worker, self).__init__()
...     def run(self):
...         self.q.put('local hello')
...
>>> queue = Queue()
>>> w = Worker(queue)
>>> w.start()
>>> class QueueManager(BaseManager): pass
...
>>> QueueManager.register('get_queue', callable=lambda: queue)
>>> m = QueueManager(address=('', 50000), authkey=b'abracadabra')
>>> s = m.get_server()
>>> s.serve_forever()
```

Objets mandataires

Un mandataire est un objet qui *référence* un objet partagé appartenant (supposément) à un processus différent. L'objet partagé est appelé le *référent* du mandataire. Plusieurs mandataires peuvent avoir un même référent.

Un mandataire possède des méthodes qui appellent les méthodes correspondantes du référent (bien que toutes les méthodes du référent ne soient pas nécessairement accessibles à travers le mandataire). De cette manière, un mandataire peut être utilisé comme le serait sont référent :

```
>>> from multiprocessing import Manager
>>> manager = Manager()
>>> l = manager.list([i*i for i in range(10)])
>>> print(l)
[0, 1, 4, 9, 16, 25, 36, 49, 64, 81]
>>> print(repr(l))
<ListProxy object, typeid 'list' at 0x...>
>>> l[4]
16
>>> l[2:5]
[4, 9, 16]
```

Notez qu'appliquer *str()* à un mandataire renvoie la représentation du référent, alors que *repr()* renvoie celle du mandataire.

Une fonctionnalité importantes des objets mandataires est qu'ils sont sérialisables et peuvent donc être échangés entre les processus. Ainsi, un référent peut contenir des *Objets mandataires*. Cela permet d'imbriquer des listes et dictionnaires gérés ainsi que d'autres *Objets mandataires* :

```
>>> a = manager.list()
>>> b = manager.list()
>>> a.append(b)         # referent of a now contains referent of b
>>> print(a, b)
[<ListProxy object, typeid 'list' at ...>] []
>>> b.append('hello')
>>> print(a[0], b)
['hello'] ['hello']
```

De même, les mandataires de listes et dictionnaires peuvent être imbriqués dans d'autres :

```
>>> l_outer = manager.list([ manager.dict() for i in range(2) ])
>>> d_first_inner = l_outer[0]
>>> d_first_inner['a'] = 1
>>> d_first_inner['b'] = 2
>>> l_outer[1]['c'] = 3
>>> l_outer[1]['z'] = 26
>>> print(l_outer[0])
{'a': 1, 'b': 2}
>>> print(l_outer[1])
{'c': 3, 'z': 26}
```

Si des objets standards (non *proxyfiés*) *list* ou *dict* sont contenus dans un référent, les modifications sur ces valeurs mutables ne seront pas propagées à travers le gestionnaire parce que le mandataire n'a aucun moyen de savoir quand les valeurs contenues sont modifiées. Cependant, stocker une valeur dans un conteneur mandataire (qui déclenche un appel à __setitem__ sur le mandataire) propage bien la modification à travers le gestionnaire et modifie effectivement l'élément, il est ainsi possible de réassigner la valeur modifiée au conteneur mandataire :

```
# create a list proxy and append a mutable object (a dictionary)
lproxy = manager.list()
lproxy.append({})
# now mutate the dictionary
d = lproxy[0]
d['a'] = 1
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
d['b'] = 2
# at this point, the changes to d are not yet synced, but by
# updating the dictionary, the proxy is notified of the change
lproxy[0] = d
```

Cette approche est peut-être moins pratique que d'utiliser des *Objets mandataires* imbriqués pour la majorité des cas d'utilisation, mais démontre aussi un certain niveau de contrôle sur la synchronisation.

Note : Les types de mandataires de `multiprocessing` n'implémentent rien pour la comparaison par valeurs. Par exemple, on a :

```
>>> manager.list([1,2,3]) == [1,2,3]
False
```

Il faut à la place simplement utiliser une copie du référent pour faire les comparaisons.

---

class multiprocessing.managers.**BaseProxy**

Les objets mandataires sont des instances de sous-classes de `BaseProxy`.

_callmethod(*methodname*[, *args*[, *kwds*]])

Appelle et renvoie le résultat d'une méthode du référent du mandataire.

Si `proxy` est un mandataire sont le référent est `obj`, alors l'expression

```
proxy._callmethod(methodname, args, kwds)
```

s'évalue comme

```
getattr(obj, methodname)(*args, **kwds)
```

dans le processus du gestionnaire.

La valeur renvoyée sera une copie du résultat de l'appel ou un mandataire sur un nouvel objet partagé -- voir l'a documentation de l'argument *method_to_typeid* de `BaseManager.register()`.

Si une exception est levée par l'appel, elle est relayée par `_callmethod()`. Si une autre exception est levée par le processus du gestionnaire, elle est convertie en une `RemoteError` et est levée par `_callmethod()`.

Notez en particulier qu'une exception est levée si *methodname* n'est pas *exposée*.

Un exemple d'utilisation de `_callmethod()` :

```
>>> l = manager.list(range(10))
>>> l._callmethod('__len__')
10
>>> l._callmethod('__getitem__', (slice(2, 7),)) # equivalent to l[2:7]
[2, 3, 4, 5, 6]
>>> l._callmethod('__getitem__', (20,))          # equivalent to l[20]
Traceback (most recent call last):
...
IndexError: list index out of range
```

_getvalue()

Renvoie une copie du référent.

Si le référent n'est pas sérialisable, une exception est levée.

__repr__()

Renvoie la représentation de l'objet mandataire.

__str__()

Renvoie la représentation du référent.

Nettoyage

Un mandataire utilise un *callback* sous une référence faible de façon à ce que quand il est collecté par le ramasse-miettes, il se désenregistre auprès du gestionnaire qui possède le référent.

Un objet partagé est supprimé par le processus gestionnaire quand plus aucun mandataire ne le référence.

Bassins de processus

On peut créer un bassin de processus qui exécuteront les tâches qui lui seront soumises avec la classe `Pool`.

class multiprocessing.pool.**Pool**([*processes*[, *initializer*[, *initargs*[, *maxtasksperchild*[, *context*]]]]])

Un objet *process pool* qui contrôle un bassin de processus *workers* auquel sont soumises des tâches. Il supporte les résultats asynchrones avec des *timeouts* et des *callabacks* et possède une implémentation parallèle de *map*.

processes est le nombre de processus *workers* à utiliser. Si *processes* est `None`, le nombre renvoyé par `os.cpu_count()` est utilisé.

Si *initializer* n'est pas `None`, chaque processus *worker* appellera `initializer(*initargs)` en démarrant.

maxtasksperchild est le nombre de tâches qu'un processus *worker* peut accomplir avant de se fermer et d'être remplacé par un *worker* frais, pour permettre aux ressources inutilisées d'être libérées. Par défaut *maxtasksperchild* est `None`, ce qui signifie que le *worker* vit aussi longtemps que le bassin.

context peut être utilisé pour préciser le contexte utilisé pour démarrer les processus *workers*. Habituellement un bassin est créé à l'aide de la fonction `multiprocessing.Pool()` ou de la méthode `Pool()` d'un objet de contexte. Dans les deux cas *context* est réglé de façon appropriée.

Notez que les méthodes de l'objet *pool* ne doivent être appelées que par le processus qui l'a créé.

> **Avertissement :** `multiprocessing.pool` objects have internal resources that need to be properly managed (like any other resource) by using the pool as a context manager or by calling `close()` and `terminate()` manually. Failure to do this can lead to the process hanging on finalization.
>
> Note that is **not correct** to rely on the garbage colletor to destroy the pool as CPython does not assure that the finalizer of the pool will be called (see `object.__del__()` for more information).

Nouveau dans la version 3.2 : *maxtasksperchild*

Nouveau dans la version 3.4 : *context*

Note : Les processus *workers* à l'intérieur d'une `Pool` vivent par défaut aussi longtemps que la queue de travail du bassin. Un modèle fréquent chez d'autres systèmes (tels qu'Apache, *mod_wsgi*, etc.) pour libérer les ressources détenues par les *workers* est d'autoriser un *worker* dans le bassin à accomplir seulement une certaine charge de travail avant de se fermer, se retrouvant nettoyé et remplacé par un nouvelle processus fraîchement lancé. L'argument *maxtasksperchild* de `Pool` expose cette fonctionnalité à l'utilisateur final.

---

apply(*func*[, *args*[, *kwds*]])

Appelle *func* avec les arguments *args* et les arguments nommés *kwds*. Bloque jusqu'à ce que que le résultat soit prêt. En raison de ce blocage, `apply_async()` est préférable pour exécuter du travail en parallèle. De plus, *func* est exécutée sur un seul des *workers* du bassin.

apply_async(*func*[, *args*[, *kwds*[, *callback*[, *error_callback*]]]])

Une variante de la méthode `apply()` qui renvoie un objet résultat.

Si *callback* est précisé alors ce doit être un objet appelable qui accepte un seul argument. Quand le résultat est prêt, *callback* est appelé avec ce résultat, si l'appel n'échoue pas auquel cas *error_callback* est appelé à la place.

Si *error_callback* est précisé alors ce doit être un objet appelable qui accepte un seul argument. Si la fonction cible échoue, alors *error_callback* est appelé avec l'instance de l'exception.

Les *callbacks* doivent se terminer immédiatement, autrement le fil d'exécution qui gère les résultats se retrouverait bloqué.

map(*func*, *iterable*[, *chunksize*])
A parallel equivalent of the `map()` built-in function (it supports only one *iterable* argument though, for multiple iterables see `starmap()`). It blocks until the result is ready.

La méthode découpe l'itérable en un nombre de morceaux qu'elle envoie au bassin de processus comme des tâches séparées. La taille (approximative) de ces morceaux peut être précisée en passant à *chunksize* un entier positif.

Notez que cela peut entraîner une grosse consommation de mémoire pour les itérables très longs. Envisagez d'utiliser `imap()` ou `imap_unordered()` avec l'option *chunksize* explicite pour une meilleure efficacité.

map_async(*func*, *iterable*[, *chunksize*[, *callback*[, *error_callback*]]])
Une variante de la méthode `map()` qui renvoie un objet résultat.

Si *callback* est précisé alors ce doit être un objet appelable qui accepte un seul argument. Quand le résultat est prêt, *callback* est appelé avec ce résultat, si l'appel n'échoue pas auquel cas *error_callback* est appelé à la place.

Si *error_callback* est précisé alors ce doit être un objet appelable qui accepte un seul argument. Si la fonction cible échoue, alors *error_callback* est appelé avec l'instance de l'exception.

Les *callbacks* doivent se terminer immédiatement, autrement le fil d'exécution qui gère les résultats se retrouverait bloqué.

imap(*func*, *iterable*[, *chunksize*])
Une version paresseuse de `map()`.

L'argument *chunksize* est le même que celui utilisé par la méthode `map()`. Pour de très longs itérables, utiliser une grande valeur pour *chunksize* peut faire s'exécuter la tâche **beaucoup** plus rapidement qu'en utilisant la valeur par défaut de `1`.

Aussi, si *chucksize* vaut `1` alors la méthode `next()` de l'itérateur renvoyé par `imap()` prend un paramètre optionnel *timeout* : `next(timeout)` lève une `multiprocessing.TimeoutError` si le résultat ne peut pas être renvoyé avant *timeout* secondes.

imap_unordered(*func*, *iterable*[, *chunksize*])
Identique à `imap()` si ce n'est que l'ordre des résultats de l'itérateur renvoyé doit être considéré comme arbitraire. (L'ordre n'est garanti que quand il n'y a qu'un *worker*.)

starmap(*func*, *iterable*[, *chunksize*])
Semblable à `map()` à l'exception que les éléments d'*iterable* doivent être des itérables qui seront dépaquetés comme arguments pour la fonction.

Par conséquent un *iterable* `[(1,2), (3, 4)]` donnera pour résultat `[func(1,2), func(3, 4)]`.

Nouveau dans la version 3.3.

starmap_async(*func*, *iterable*[, *chunksize*[, *callback*[, *error_callback*]]])
Une combinaison de `starmap()` et `map_async()` qui itère sur *iterable* (composé d'itérables) et appelle *func* pour chaque itérable dépaqueté. Renvoie l'objet résultat.

Nouveau dans la version 3.3.

close()
Empêche de nouvelles tâches d'être envoyées à la *pool*. Les processus *workers* se terminent une fois que toutes les tâches ont été complétées.

terminate()
Stoppe immédiatement les processus *workers* sans finaliser les travaux courants. Quand l'objet *pool* est collecté par le ramasse-miettes, sa méthode `terminate()` est appelée immédiatement.

join()
Attend que les processus *workers* se terminent. Il est nécessaire d'appeler `close()` ou `terminate()` avant d'utiliser `join()`.

Nouveau dans la version 3.3 : Les bassins de *workers* supportent maintenant le protocole des gestionnaires de contexte -- voir *Le type gestionnaire de contexte*. `__enter__()` renvoie l'objet *pool* et `__exit__()` appelle `terminate()`.

class multiprocessing.pool.**AsyncResult**
La classe des résultats renvoyés par `Pool.apply_async()` et `Pool.map_async()`.

get([*timeout*])
Renvoie le résultat quand il arrive. Si *timeout* n'est pas `None` et que le résultat n'arrive pas avant *timeout*

secondes, une *multiprocessing.TimeoutError* est levée. Si l'appel distance lève une exception, alors elle est relayée par *get()*.

wait([*timeout*])
Attend que le résultat soit disponible ou que *timeout* secondes s'écoulent.

ready()
Renvoie `True` ou `False` suivant si la tâche est accomplie.

successful()
Return whether the call completed without raising an exception. Will raise *ValueError* if the result is not ready.

Les exemples suivants présentent l'utilisation d'un bassin de *workers* :

```
from multiprocessing import Pool
import time

def f(x):
    return x*x

if __name__ == '__main__':
    with Pool(processes=4) as pool:          # start 4 worker processes
        result = pool.apply_async(f, (10,)) # evaluate "f(10)" asynchronously in a␣
↪single process
        print(result.get(timeout=1))         # prints "100" unless your computer is␣
↪*very* slow

        print(pool.map(f, range(10)))        # prints "[0, 1, 4,..., 81]"

        it = pool.imap(f, range(10))
        print(next(it))                      # prints "0"
        print(next(it))                      # prints "1"
        print(it.next(timeout=1))            # prints "4" unless your computer is␣
↪*very* slow

        result = pool.apply_async(time.sleep, (10,))
        print(result.get(timeout=1))         # raises multiprocessing.TimeoutError
```

Auditeurs et Clients

Habituellement l'échange de messages entre processus est réalisé en utilisant des queues ou des objets *Connection* renvoyés par *Pipe()*.

Cependant, le module *multiprocessing.connection* permet un peu plus de flexibilité. Il fournit un message de plus haut-niveau orienté API pour gérer des connecteurs ou des tubes nommés sous Windows. Il gère aussi l'authentification par condensat (*digest authentication* en anglais) en utilisant le module *hmac*, et pour interroger de multiples connexions en même temps.

multiprocessing.connection.**deliver_challenge**(*connection*, *authkey*)
Envoie un message généré aléatoirement à l'autre bout de la connexion et attend une réponse.

Si la réponse correspond au condensat du message avec la clé *authkey*, alors un message de bienvenue est envoyé à l'autre bout de la connexion. Autrement, une *AuthenticationError* est levée.

multiprocessing.connection.**answer_challenge**(*connection*, *authkey*)
Reçoit un message, calcule le condensat du message en utilisant la clé *authkey*, et envoie le condensat en réponse.

Si un message de bienvenue n'est pas reçu, une *AuthenticationError* est levée.

multiprocessing.connection.**Client**(*address*[, *family*[, *authkey*]])
Essaie d'établir une connexion avec l'auditeur qui utilise l'adresse *address*, renvoie une *Connection*.

Le type de la connexion est déterminé par l'argument *family*, mais il peut généralement être omis puisqu'il peut être inféré depuis le format d'*address*. (Voir *Formats d'adresses*)

Si *authkey* est passée et n'est pas `None`, elle doit être une chaîne d'octets et sera utilisée comme clé secrète pour le défi d'authentification basé sur HMAC. Aucune authentification n'est réalisée si *authkey* est `None`. Une `AuthenticationError` est levée si l'authentification échoue. Voir *Clés d'authentification*.

class multiprocessing.connection.**Listener**([*address*[, *family*[, *backlog*[, *authkey*]]]])

Une enveloppe autour d'un connecteur lié ou un tube nommé sous Windows qui écoute pour des connexions. *address* est l'adresse à utiliser par le connecteur lié ou le tube nommé de l'objet auditeur.

Note : Si une adresse '0.0.0.0' est utilisée, l'adresse ne sera pas un point d'accès connectable sous Windows. Si vous avez besoin d'un point d'accès connectable, utilisez '127.0.0.1'.

---

family est le type de connecteur (ou tube nommé) à utiliser. Cela peut être l'une des chaînes `'AF_INET'` (pour un connecteur TCP), `'AF_UNIX'` (pour un connecteur Unix) ou `'AF_PIPE'` (pour un tube nommé sous Windows). Seulement le premier d'entre eux est garanti d'être disponible. Si *family* est `None`, la famille est inférée depuis le format d'*address*. Si *address* est aussi `None`, la famille par défaut est utilisée. La famille par défaut est supposée être la plus rapide disponible. Voir *Formats d'adresses*. Notez que si la *family* est `'AF_UNIX'` et qu'*address* est `None`, le connecteur est créé dans un répertoire temporaire privé créé avec `tempfile.mkstemp()`.

Si l'objet auditeur utilise un connecteur alors *backlog* (1 par défaut) est passé à la méthode `listen()` du connecteur une fois qu'il a été lié.

Si *authkey* est passée et n'est pas `None`, elle doit être une chaîne d'octets et sera utilisée comme clé secrète pour le défi d'authentification basé sur HMAC. Aucune authentification n'est réalisée si *authkey* est `None`. Une `AuthenticationError` est levée si l'authentification échoue. Voir *Clés d'authentification*.

accept()

Accepte une connexion sur le connecteur lié ou le tube nommé de l'objet auditeur et renvoie un objet `Connection`. Si la tentative d'authentification échoue, une `AuthenticationError` est levée.

close()

Ferme le connecteur lié ou le tube nommé de l'objet auditeur. La méthode est appelée automatiquement quand l'auditeur est collecté par le ramasse-miettes. Il est cependant conseillé de l'appeler explicitement.

Les objets auditeurs ont aussi les propriétés en lecture seule suivantes :

address

L'adresse utilisée par l'objet auditeur.

last_accepted

L'adresse depuis laquelle a été établie la dernière connexion. `None` si aucune n'est disponible.

Nouveau dans la version 3.3 : Les objets auditeurs supportent maintenant le protocole des gestionnaires de contexte -- voir *Le type gestionnaire de contexte*. `__enter__()` renvoie l'objet auditeur, et `__exit__()` appelle `close()`.

multiprocessing.connection.**wait**(*object_list*, *timeout=None*)

Attend qu'un objet d'*object_list* soit prêt. Renvoie la liste de ces objets d'*object_list* qui sont prêts. Si *timeout* est un nombre flottant, l'appel bloquera au maximum ce nombre de secondes. Si *timeout* est `None`, l'appelle bloquera pour une durée non limitée. Un *timeout* négatif est équivalent à un *timeout* nul.

Pour Unix et Windows, un objet peut apparaître dans *object_list* s'il est

— un objet `Connection` accessible en lecture ;
— un objet `socket.socket` connecté et accessible en lecture ; ou
— l'attribut `sentinel` d'un objet `Process`.

Une connexion (*socket* en anglais) est prête quand il y a des données disponibles en lecture dessus, ou que l'autre bout a été fermé.

Unix : `wait(object_list, timeout)` est en grande partie équivalente à `select.select(object_list, [], [], timeout)`. La différence est que, si `select.select()` est interrompue par un signal, elle peut lever une `OSError` avec un numéro d'erreur `EINTR`, alors que `wait()` ne le fera pas.

Windows : un élément d'*object_list* doit être soit un identifiant *waitable* (en accord avec la définition utilisée par la documentation de la fonction Win32 `WaitForMultipleObjects()`), soit un objet avec une méthode `fileno()` qui renvoie un identifiant de connecteur ou de tube (notez que les identifiants de tubes et de connecteurs **ne sont pas** des identifiants *waitables*).

Nouveau dans la version 3.3.

Exemples

Le code serveur suivant crée un auditeur qui utilise `'secret password'` comme clé d'authentification. Il attend ensuite une connexion et envoie les données au client :

```
from multiprocessing.connection import Listener
from array import array

address = ('localhost', 6000)     # family is deduced to be 'AF_INET'

with Listener(address, authkey=b'secret password') as listener:
    with listener.accept() as conn:
        print('connection accepted from', listener.last_accepted)

        conn.send([2.25, None, 'junk', float])

        conn.send_bytes(b'hello')

        conn.send_bytes(array('i', [42, 1729]))
```

Le code suivant se connecte au serveur et en reçoit des données :

```
from multiprocessing.connection import Client
from array import array

address = ('localhost', 6000)

with Client(address, authkey=b'secret password') as conn:
    print(conn.recv())                  # => [2.25, None, 'junk', float]

    print(conn.recv_bytes())            # => 'hello'

    arr = array('i', [0, 0, 0, 0, 0])
    print(conn.recv_bytes_into(arr))    # => 8
    print(arr)                          # => array('i', [42, 1729, 0, 0, 0])
```

Le code suivant utilise *wait()* pour attendre des messages depuis plusieurs processus à la fois :

```
import time, random
from multiprocessing import Process, Pipe, current_process
from multiprocessing.connection import wait

def foo(w):
    for i in range(10):
        w.send((i, current_process().name))
    w.close()

if __name__ == '__main__':
    readers = []

    for i in range(4):
        r, w = Pipe(duplex=False)
        readers.append(r)
        p = Process(target=foo, args=(w,))
        p.start()
        # We close the writable end of the pipe now to be sure that
        # p is the only process which owns a handle for it.  This
        # ensures that when p closes its handle for the writable end,
        # wait() will promptly report the readable end as being ready.
        w.close()

    while readers:
        for r in wait(readers):
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
            try:
                msg = r.recv()
            except EOFError:
                readers.remove(r)
            else:
                print(msg)
```

Formats d'adresses

— Une adresse `'AF_INET'` est un *tuple* de la forme `(hostname, port)` où *hostname* est une chaîne et *port* un entier.
— Une adresse `'AF_UNIX'` est une chaîne représentant un nom de fichier sur le système de fichiers.
— **Une adresse `'AF_PIPE'` est une chaîne de la forme** `r'\\.\pipe{PipeName}'`. Pour utiliser un *`Client()`* pour se connecter à un tube nommé sur une machine distante appelée *ServerName*, il faut plutôt utiliser une adresse de la forme `r'\\`*`ServerName`*`\pipe{PipeName}'`.

Notez que toute chaîne commençant par deux antislashs est considérée par défaut comme l'adresse d'un `'AF_PIPE'` plutôt qu'une adresse `'AF_UNIX'`.

Clés d'authentification

Quand *`Connection.recv`* est utilisée, les données reçues sont automatiquement désérialisées par *pickle*. Malheureusement désérialiser des données depuis une source non sûre constitue un risque de sécurité. Par conséquent *`Listener`* et *`Client()`* utilisent le module *`hmac`* pour fournir une authentification par condensat.

Une clé d'authentification est une chaîne d'octets qui peut être vue comme un mot de passe : quand une connexion est établie, les deux interlocuteurs vont demander à l'autre une preuve qu'il connaît la clé d'authentification. (Démontrer que les deux utilisent la même clé n'implique **pas** d'échanger la clé sur la connexion.)

Si l'authentification est requise et qu'aucune clé n'est spécifiée alors la valeur de retour de `current_process().authkey` est utilisée (voir *`Process`*). Celle valeur est automatiquement héritée par tout objet *`Process`* créé par le processus courant. Cela signifie que (par défaut) tous les processus d'un programme multi-processus partageront une clé d'authentification unique qui peut être utilisée pour mettre en place des connexions entre-eux.

Des clés d'authentification adaptées peuvent aussi être générées par *`os.urandom()`*.

Journalisation

Un certain support de la journalisation est disponible. Notez cependant que le le paquet *`logging`* n'utilise pas de verrous partagés entre les processus et il est donc possible (dépendant du type de gestionnaire) que les messages de différents processus soient mélangés.

`multiprocessing.`**`get_logger`**`()`
Renvoie le journaliseur utilisé par *`multiprocessing`*. Si nécessaire, un nouveau sera créé.

À sa première création le journaliseur a pour niveau `logging.NOTSET` et pas de gestionnaire par défaut. Les messages envoyés à ce journaliseur ne seront pas propagés par défaut au journaliseur principal.

Notez que sous Windows les processus fils n'hériteront que du niveau du journaliseur du processus parent -- toute autre personnalisation du journaliseur ne sera pas héritée.

`multiprocessing.`**`log_to_stderr`**`()`
Cette fonction effectue un appel à *`get_logger()`* mais en plus de renvoyer le journaliseur créé par *get_logger*, elle ajoute un gestionnaire qui envoie la sortie sur *`sys.stderr`* en utilisant le format `'[%(levelname)s/%(processName)s] %(message)s'`.

L'exemple ci-dessous présente une session avec la journalisation activée :

```
>>> import multiprocessing, logging
>>> logger = multiprocessing.log_to_stderr()
>>> logger.setLevel(logging.INFO)
>>> logger.warning('doomed')
[WARNING/MainProcess] doomed
>>> m = multiprocessing.Manager()
[INFO/SyncManager-...] child process calling self.run()
[INFO/SyncManager-...] created temp directory /.../pymp-...
[INFO/SyncManager-...] manager serving at '/.../listener-...'
>>> del m
[INFO/MainProcess] sending shutdown message to manager
[INFO/SyncManager-...] manager exiting with exitcode 0
```

Pour un tableau complet des niveaux de journalisation, voir le module *logging*.

Le module multiprocessing.dummy

multiprocessing.dummy réplique toute l'API de *multiprocessing* mais n'est rien de plus qu'un *wrapper* autour du module *threading*.

In particular, the Pool function provided by *multiprocessing.dummy* returns an instance of *ThreadPool*, which is a subclass of *Pool* that supports all the same method calls but uses a pool of worker threads rather than worker processes.

class multiprocessing.pool.**ThreadPool**([*processes*[, *initializer*[, *initargs*]]])

A thread pool object which controls a pool of worker threads to which jobs can be submitted. *ThreadPool* instances are fully interface compatible with *Pool* instances, and their resources must also be properly managed, either by using the pool as a context manager or by calling *close()* and *terminate()* manually.

processes is the number of worker threads to use. If *processes* is None then the number returned by *os.cpu_count()* is used.

Si *initializer* n'est pas None, chaque processus *worker* appellera initializer(*initargs) en démarrant.

Unlike *Pool*, *maxtasksperchild* and *context* cannot be provided.

> **Note :** A *ThreadPool* shares the same interface as *Pool*, which is designed around a pool of processes and predates the introduction of the *concurrent.futures* module. As such, it inherits some operations that don't make sense for a pool backed by threads, and it has its own type for representing the status of asynchronous jobs, *AsyncResult*, that is not understood by any other libraries.
>
> Users should generally prefer to use *concurrent.futures.ThreadPoolExecutor*, which has a simpler interface that was designed around threads from the start, and which returns *concurrent.futures.Future* instances that are compatible with many other libraries, including *asyncio*.

17.2.3 Lignes directrices de programmation

Il y a certaines lignes directrices et idiomes auxquels il faut adhérer en utilisant *multiprocessing*.

Toutes les méthodes de démarrage

Les règles suivantes s'appliquent aux méthodes de démarrage.

Éviter les états partagés

Autant que possible, vous devriez éviter de déplacer de larges données entre les processus.

Il est probablement meilleur de s'en tenir à l'utilisation de queues et tubes pour la communication entre processus plutôt que d'utiliser des primitives de synchronisation plus bas-niveau.

Sérialisation

Assurez-vous que les arguments passés aux méthodes des mandataires soient sérialisables (*pickables*).

Sûreté des mandataires à travers les fils d'exécution

N'utilisez pas d'objet mandataire depuis plus d'un fil d'exécution à moins que vous ne le protégiez avec un verrou.

(Il n'y a jamais de problème avec plusieurs processus utilisant un *même* mandataire.)

Attendre les processus zombies

Sous Unix quand un processus se termine mais n'est pas attendu, il devient un zombie. Il ne devrait jamais y en avoir beaucoup parce que chaque fois qu'un nouveau processus démarre (ou que `active_children()` est appelée) tous les processus complétés qui n'ont pas été attendus le seront. Aussi appeler la méthode `Process.is_alive` d'un processus terminé attendra le processus. Toutefois il est probablement une bonne pratique d'attendre explicitement tous les processus que vous démarrez.

Préférez hériter que sérialiser/désérialiser

Quand vous utilisez les méthodes de démarrage *spawn* ou *forkserver*, de nombreux types de `multiprocessing` nécessitent d'être sérialisées pour que les processus enfants puissent les utiliser. Cependant, il faut généralement éviter d'envoyer des objets partagés aux autres processus en utilisant des tubes ou des queues. Vous devriez plutôt vous arranger pour qu'un processus qui nécessite l'accès à une ressource partagée créée autre part qu'il en hérite depuis un de ses processus ancêtres.

Éviter de terminer les processus

Utiliser la méthode `Process.terminate` pour stopper un processus risque de casser ou de rendre indisponible aux autres processus des ressources partagées (comme des verrous, sémaphores, tubes et queues) actuellement utilisée par le processus.

Il est donc probablement préférable de n'utiliser `Process.terminate` que sur les processus qui n'utilisent jamais de ressources partagées.

Attendre les processus qui utilisent des queues

Gardez à l'esprit qu'un processus qui a placé des éléments dans une queue attendra que tous les éléments mis en tampon soient consommés par le fil d'exécution « consommateur » du tube sous-jacent avant de se terminer. (Le processus enfant peut appeler la méthode `Queue.cancel_join_thread` de la queue pour éviter ce comportement.)

Cela signifie que chaque fois que vous utilisez une queue vous devez vous assurer que tous les éléments qui y ont été placés seront effectivement supprimés avant que le processus ne soit attendu. Autrement vous ne pouvez pas être sûr que les processus qui ont placé des éléments dans la queue se termineront. Souvenez-vous aussi que tous les processus non *daemons* seront attendus automatiquement.

L'exemple suivant provoquera un interblocage :

```
from multiprocessing import Process, Queue

def f(q):
    q.put('X' * 1000000)

if __name__ == '__main__':
    queue = Queue()
    p = Process(target=f, args=(queue,))
    p.start()
    p.join()                    # this deadlocks
    obj = queue.get()
```

Une solution ici serait d'intervertir les deux dernières lignes (ou simplement supprimer la ligne `p.join()`).

Passer explicitement les ressources aux processus fils

Sous Unix en utilisant la méthode de démarrage *fork*, un processus fils peut utiliser une ressource partagée créée par un processus parent en utilisant une ressource globale. Cependant, il est préférable de passer l'objet en argument au constructeur du processus fils.

En plus de rendre le code (potentiellement) compatible avec Windows et les autres méthodes de démarrage, cela assure aussi que tant que le processus fils est en vie, l'objet ne sera pas collecté par le ramasse-miettes du processus parent. Cela peut être important si certaines ressources sont libérées quand l'objet est collecté par le ramasse-miettes du processus parent.

Donc par exemple

```
from multiprocessing import Process, Lock

def f():
    ... do something using "lock" ...

if __name__ == '__main__':
    lock = Lock()
    for i in range(10):
        Process(target=f).start()
```

devrait être réécrit comme

```
from multiprocessing import Process, Lock

def f(l):
    ... do something using "l" ...

if __name__ == '__main__':
    lock = Lock()
    for i in range(10):
        Process(target=f, args=(lock,)).start()
```

Faire attention à remplacer *sys.stdin* par un objet « *file-like* »

À l'origine, *multiprocessing* appelait inconditionnellement :

```
os.close(sys.stdin.fileno())
```

dans la méthode `multiprocessing.Process._bootstrap()` --- cela provoquait des problèmes avec les processus imbriqués. Cela peut être changé en :

```
sys.stdin.close()
sys.stdin = open(os.open(os.devnull, os.O_RDONLY), closefd=False)
```

Qui résout le problème fondamental des collisions entre processus provoquant des erreurs de mauvais descripteurs de fichiers, mais introduit un potentiel danger pour les applications qui remplacent *sys.stdin()* avec un « *file-like object* » ayant une sortie *bufferisée*. Ce danger est que si plusieurs processus appellent *close()* sur cet objet *file-like*, cela peut amener les données à être transmises à l'objet à plusieurs reprises, résultant en une corruption.

Si vous écrivez un objet *file-like* et implémentez votre propre cache, vous pouvez le rendre sûr pour les *forks* en stockant le *pid* chaque fois que vous ajoutez des données au cache, et annulez le cache quand le *pip* change. Par exemple :

```
@property
def cache(self):
    pid = os.getpid()
    if pid != self._pid:
        self._pid = pid
        self._cache = []
    return self._cache
```

Pour plus d'informations, voir bpo-5155, bpo-5313 et bpo-5331

Les méthodes de démarrage *spawn* et *forkserver*

Certaines restrictions ne s'appliquent pas à la méthode de démarrage *fork*.

Plus de sérialisation

Assurez-vous que tous les argument de `Process.__init__()` sont sérialisables avec *pickle*. Aussi, si vous héritez de *Process*, assurez-vous que toutes les instances sont sérialisables quand la méthode *Process.start* est appelée.

Variables globales

Gardez en tête que si le code exécuté dans un processus fils essaie d'accéder à une variable globale, alors la valeur qu'il voit (s'il y en a une) pourrait ne pas être la même que la valeur du processus parent au moment même où *Process.start* est appelée.

Cependant, les variables globales qui sont juste des constantes de modules ne posent pas de problèmes.

Importation sûre du module principal

Assurez-vous que le module principal peut être importé en toute sécurité par un nouvel interpréteur Python sans causer d'effets de bord inattendus (comme le démarrage d'un nouveau processus).

Par exemple, utiliser la méthode de démarrage *spawn* ou *forkserver* pour lancer le module suivant échouerait avec une *RuntimeError* :

```
from multiprocessing import Process

def foo():
    print('hello')

p = Process(target=foo)
p.start()
```

Vous devriez plutôt protéger le « point d'entrée » du programme en utilisant `if __name__ == '__main__':` comme suit :

```
from multiprocessing import Process, freeze_support, set_start_method

def foo():
    print('hello')

if __name__ == '__main__':
    freeze_support()
    set_start_method('spawn')
    p = Process(target=foo)
    p.start()
```

(La ligne `freeze_support()` peut être omise si le programme est uniquement lancé normalement et pas gelé.)

Cela permet aux interpréteurs Python fraîchement instanciés d'importer en toute sécurité le module et d'exécution ensuite la fonction `foo()`.

Des restrictions similaires s'appliquent si une *pool* ou un gestionnaire est créé dans le module principal.

17.2.4 Exemples

Démonstration de comment créer et utiliser des gestionnaires et mandataires personnalisés :

```
from multiprocessing import freeze_support
from multiprocessing.managers import BaseManager, BaseProxy
import operator

##

class Foo:
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
    def f(self):
        print('you called Foo.f()')
    def g(self):
        print('you called Foo.g()')
    def _h(self):
        print('you called Foo._h()')

# A simple generator function
def baz():
    for i in range(10):
        yield i*i

# Proxy type for generator objects
class GeneratorProxy(BaseProxy):
    _exposed_ = ['__next__']
    def __iter__(self):
        return self
    def __next__(self):
        return self._callmethod('__next__')

# Function to return the operator module
def get_operator_module():
    return operator

##

class MyManager(BaseManager):
    pass

# register the Foo class; make `f()` and `g()` accessible via proxy
MyManager.register('Foo1', Foo)

# register the Foo class; make `g()` and `_h()` accessible via proxy
MyManager.register('Foo2', Foo, exposed=('g', '_h'))

# register the generator function baz; use `GeneratorProxy` to make proxies
MyManager.register('baz', baz, proxytype=GeneratorProxy)

# register get_operator_module(); make public functions accessible via proxy
MyManager.register('operator', get_operator_module)

##

def test():
    manager = MyManager()
    manager.start()

    print('-' * 20)

    f1 = manager.Foo1()
    f1.f()
    f1.g()
    assert not hasattr(f1, '_h')
    assert sorted(f1._exposed_) == sorted(['f', 'g'])

    print('-' * 20)

    f2 = manager.Foo2()
    f2.g()
    f2._h()
    assert not hasattr(f2, 'f')
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
    assert sorted(f2._exposed_) == sorted(['g', '_h'])

    print('-' * 20)

    it = manager.baz()
    for i in it:
        print('<%d>' % i, end=' ')
    print()

    print('-' * 20)

    op = manager.operator()
    print('op.add(23, 45) =', op.add(23, 45))
    print('op.pow(2, 94) =', op.pow(2, 94))
    print('op._exposed_ =', op._exposed_)

##

if __name__ == '__main__':
    freeze_support()
    test()
```

En utilisant *Pool* :

```
import multiprocessing
import time
import random
import sys

#
# Functions used by test code
#

def calculate(func, args):
    result = func(*args)
    return '%s says that %s%s = %s' % (
        multiprocessing.current_process().name,
        func.__name__, args, result
        )

def calculatestar(args):
    return calculate(*args)

def mul(a, b):
    time.sleep(0.5 * random.random())
    return a * b

def plus(a, b):
    time.sleep(0.5 * random.random())
    return a + b

def f(x):
    return 1.0 / (x - 5.0)

def pow3(x):
    return x ** 3

def noop(x):
    pass

#
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
# Test code
#

def test():
    PROCESSES = 4
    print('Creating pool with %d processes\n' % PROCESSES)

    with multiprocessing.Pool(PROCESSES) as pool:
        #
        # Tests
        #

        TASKS = [(mul, (i, 7)) for i in range(10)] + \
                [(plus, (i, 8)) for i in range(10)]

        results = [pool.apply_async(calculate, t) for t in TASKS]
        imap_it = pool.imap(calculatestar, TASKS)
        imap_unordered_it = pool.imap_unordered(calculatestar, TASKS)

        print('Ordered results using pool.apply_async():')
        for r in results:
            print('\t', r.get())
        print()

        print('Ordered results using pool.imap():')
        for x in imap_it:
            print('\t', x)
        print()

        print('Unordered results using pool.imap_unordered():')
        for x in imap_unordered_it:
            print('\t', x)
        print()

        print('Ordered results using pool.map() --- will block till complete:')
        for x in pool.map(calculatestar, TASKS):
            print('\t', x)
        print()

        #
        # Test error handling
        #

        print('Testing error handling:')

        try:
            print(pool.apply(f, (5,)))
        except ZeroDivisionError:
            print('\tGot ZeroDivisionError as expected from pool.apply()')
        else:
            raise AssertionError('expected ZeroDivisionError')

        try:
            print(pool.map(f, list(range(10))))
        except ZeroDivisionError:
            print('\tGot ZeroDivisionError as expected from pool.map()')
        else:
            raise AssertionError('expected ZeroDivisionError')

        try:
            print(list(pool.imap(f, list(range(10)))))
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
        except ZeroDivisionError:
            print('\tGot ZeroDivisionError as expected from list(pool.imap())')
        else:
            raise AssertionError('expected ZeroDivisionError')

        it = pool.imap(f, list(range(10)))
        for i in range(10):
            try:
                x = next(it)
            except ZeroDivisionError:
                if i == 5:
                    pass
            except StopIteration:
                break
            else:
                if i == 5:
                    raise AssertionError('expected ZeroDivisionError')

        assert i == 9
        print('\tGot ZeroDivisionError as expected from IMapIterator.next()')
        print()

        #
        # Testing timeouts
        #

        print('Testing ApplyResult.get() with timeout:', end=' ')
        res = pool.apply_async(calculate, TASKS[0])
        while 1:
            sys.stdout.flush()
            try:
                sys.stdout.write('\n\t%s' % res.get(0.02))
                break
            except multiprocessing.TimeoutError:
                sys.stdout.write('.')
        print()
        print()

        print('Testing IMapIterator.next() with timeout:', end=' ')
        it = pool.imap(calculatestar, TASKS)
        while 1:
            sys.stdout.flush()
            try:
                sys.stdout.write('\n\t%s' % it.next(0.02))
            except StopIteration:
                break
            except multiprocessing.TimeoutError:
                sys.stdout.write('.')
        print()
        print()


if __name__ == '__main__':
    multiprocessing.freeze_support()
    test()
```

Un exemple montrant comment utiliser des queues pour alimenter en tâches une collection de processus *workers* et collecter les résultats :

```
import time
import random
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
from multiprocessing import Process, Queue, current_process, freeze_support

#
# Function run by worker processes
#

def worker(input, output):
    for func, args in iter(input.get, 'STOP'):
        result = calculate(func, args)
        output.put(result)

#
# Function used to calculate result
#

def calculate(func, args):
    result = func(*args)
    return '%s says that %s%s = %s' % \
        (current_process().name, func.__name__, args, result)

#
# Functions referenced by tasks
#

def mul(a, b):
    time.sleep(0.5*random.random())
    return a * b

def plus(a, b):
    time.sleep(0.5*random.random())
    return a + b

#
#
#

def test():
    NUMBER_OF_PROCESSES = 4
    TASKS1 = [(mul, (i, 7)) for i in range(20)]
    TASKS2 = [(plus, (i, 8)) for i in range(10)]

    # Create queues
    task_queue = Queue()
    done_queue = Queue()

    # Submit tasks
    for task in TASKS1:
        task_queue.put(task)

    # Start worker processes
    for i in range(NUMBER_OF_PROCESSES):
        Process(target=worker, args=(task_queue, done_queue)).start()

    # Get and print results
    print('Unordered results:')
    for i in range(len(TASKS1)):
        print('\t', done_queue.get())

    # Add more tasks using `put()`
    for task in TASKS2:
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
        task_queue.put(task)

    # Get and print some more results
    for i in range(len(TASKS2)):
        print('\t', done_queue.get())

    # Tell child processes to stop
    for i in range(NUMBER_OF_PROCESSES):
        task_queue.put('STOP')


if __name__ == '__main__':
    freeze_support()
    test()
```

17.3 Le paquet `concurrent`

Il n'y a actuellement qu'un module dans ce paquet :

— *concurrent.futures* -- Lancer des tâches en parallèle

17.4 `concurrent.futures` --- Launching parallel tasks

Nouveau dans la version 3.2.

Source code : Lib/concurrent/futures/thread.py and Lib/concurrent/futures/process.py

---

The *concurrent.futures* module provides a high-level interface for asynchronously executing callables.

The asynchronous execution can be performed with threads, using *ThreadPoolExecutor*, or separate processes, using *ProcessPoolExecutor*. Both implement the same interface, which is defined by the abstract *Executor* class.

17.4.1 Executor Objects

class concurrent.futures.**Executor**

An abstract class that provides methods to execute calls asynchronously. It should not be used directly, but through its concrete subclasses.

submit(*fn*, **args*, ***kwargs*)

Schedules the callable, *fn*, to be executed as `fn(*args **kwargs)` and returns a *Future* object representing the execution of the callable.

```
with ThreadPoolExecutor(max_workers=1) as executor:
    future = executor.submit(pow, 323, 1235)
    print(future.result())
```

map(*func*, **iterables*, *timeout=None*, *chunksize=1*)

Similar to *map(func, *iterables)* except :

— the *iterables* are collected immediately rather than lazily ;

— *func* is executed asynchronously and several calls to *func* may be made concurrently.

The returned iterator raises a *concurrent.futures.TimeoutError* if *__next__()* is called and the result isn't available after *timeout* seconds from the original call to *Executor.map()*. *timeout* can be an int or a float. If *timeout* is not specified or `None`, there is no limit to the wait time.

If a *func* call raises an exception, then that exception will be raised when its value is retrieved from the iterator.

When using `ProcessPoolExecutor`, this method chops *iterables* into a number of chunks which it submits to the pool as separate tasks. The (approximate) size of these chunks can be specified by setting *chunksize* to a positive integer. For very long iterables, using a large value for *chunksize* can significantly improve performance compared to the default size of 1. With `ThreadPoolExecutor`, *chunksize* has no effect.

Modifié dans la version 3.5 : Added the *chunksize* argument.

shutdown(*wait=True*)

Signal the executor that it should free any resources that it is using when the currently pending futures are done executing. Calls to `Executor.submit()` and `Executor.map()` made after shutdown will raise `RuntimeError`.

If *wait* is `True` then this method will not return until all the pending futures are done executing and the resources associated with the executor have been freed. If *wait* is `False` then this method will return immediately and the resources associated with the executor will be freed when all pending futures are done executing. Regardless of the value of *wait*, the entire Python program will not exit until all pending futures are done executing.

You can avoid having to call this method explicitly if you use the `with` statement, which will shutdown the `Executor` (waiting as if `Executor.shutdown()` were called with *wait* set to `True`) :

```
import shutil
with ThreadPoolExecutor(max_workers=4) as e:
    e.submit(shutil.copy, 'src1.txt', 'dest1.txt')
    e.submit(shutil.copy, 'src2.txt', 'dest2.txt')
    e.submit(shutil.copy, 'src3.txt', 'dest3.txt')
    e.submit(shutil.copy, 'src4.txt', 'dest4.txt')
```

17.4.2 ThreadPoolExecutor

`ThreadPoolExecutor` is an `Executor` subclass that uses a pool of threads to execute calls asynchronously.

Deadlocks can occur when the callable associated with a `Future` waits on the results of another `Future`. For example :

```
import time
def wait_on_b():
    time.sleep(5)
    print(b.result())  # b will never complete because it is waiting on a.
    return 5

def wait_on_a():
    time.sleep(5)
    print(a.result())  # a will never complete because it is waiting on b.
    return 6


executor = ThreadPoolExecutor(max_workers=2)
a = executor.submit(wait_on_b)
b = executor.submit(wait_on_a)
```

Et :

```
def wait_on_future():
    f = executor.submit(pow, 5, 2)
    # This will never complete because there is only one worker thread and
    # it is executing this function.
    print(f.result())
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
executor = ThreadPoolExecutor(max_workers=1)
executor.submit(wait_on_future)
```

class concurrent.futures.**ThreadPoolExecutor**(*max_workers=None*, *thread_name_prefix=''*, *initializer=None*, *initargs=()*)

An *Executor* subclass that uses a pool of at most *max_workers* threads to execute calls asynchronously.

initializer is an optional callable that is called at the start of each worker thread; *initargs* is a tuple of arguments passed to the initializer. Should *initializer* raise an exception, all currently pending jobs will raise a *BrokenThreadPool*, as well as any attempt to submit more jobs to the pool.

Modifié dans la version 3.5 : If *max_workers* is `None` or not given, it will default to the number of processors on the machine, multiplied by `5`, assuming that *ThreadPoolExecutor* is often used to overlap I/O instead of CPU work and the number of workers should be higher than the number of workers for *ProcessPoolExecutor*.

Nouveau dans la version 3.6 : The *thread_name_prefix* argument was added to allow users to control the *threading.Thread* names for worker threads created by the pool for easier debugging.

Modifié dans la version 3.7 : Added the *initializer* and *initargs* arguments.

ThreadPoolExecutor Example

```
import concurrent.futures
import urllib.request

URLS = ['http://www.foxnews.com/',
        'http://www.cnn.com/',
        'http://europe.wsj.com/',
        'http://www.bbc.co.uk/',
        'http://nonexistant-subdomain.python.org/']

# Retrieve a single page and report the URL and contents
def load_url(url, timeout):
    with urllib.request.urlopen(url, timeout=timeout) as conn:
        return conn.read()

# We can use a with statement to ensure threads are cleaned up promptly
with concurrent.futures.ThreadPoolExecutor(max_workers=5) as executor:
    # Start the load operations and mark each future with its URL
    future_to_url = {executor.submit(load_url, url, 60): url for url in URLS}
    for future in concurrent.futures.as_completed(future_to_url):
        url = future_to_url[future]
        try:
            data = future.result()
        except Exception as exc:
            print('%r generated an exception: %s' % (url, exc))
        else:
            print('%r page is %d bytes' % (url, len(data)))
```

17.4.3 ProcessPoolExecutor

The *ProcessPoolExecutor* class is an *Executor* subclass that uses a pool of processes to execute calls asynchronously. *ProcessPoolExecutor* uses the *multiprocessing* module, which allows it to side-step the *Global Interpreter Lock* but also means that only picklable objects can be executed and returned.

The __main__ module must be importable by worker subprocesses. This means that *ProcessPoolExecutor* will not work in the interactive interpreter.

Calling *Executor* or *Future* methods from a callable submitted to a *ProcessPoolExecutor* will result in deadlock.

class concurrent.futures.**ProcessPoolExecutor**(*max_workers=None*, *mp_context=None*, *initializer=None*, *initargs=()*)

An *Executor* subclass that executes calls asynchronously using a pool of at most *max_workers* processes. If *max_workers* is None or not given, it will default to the number of processors on the machine. If *max_workers* is lower or equal to 0, then a *ValueError* will be raised. On Windows, *max_workers* must be equal or lower than 61. If it is not then *ValueError* will be raised. If *max_workers* is None, then the default chosen will be at most 61, even if more processors are available. *mp_context* can be a multiprocessing context or None. It will be used to launch the workers. If *mp_context* is None or not given, the default multiprocessing context is used.

initializer is an optional callable that is called at the start of each worker process; *initargs* is a tuple of arguments passed to the initializer. Should *initializer* raise an exception, all currently pending jobs will raise a *BrokenProcessPool*, as well any attempt to submit more jobs to the pool.

Modifié dans la version 3.3 : When one of the worker processes terminates abruptly, a BrokenProcessPool error is now raised. Previously, behaviour was undefined but operations on the executor or its futures would often freeze or deadlock.

Modifié dans la version 3.7 : The *mp_context* argument was added to allow users to control the start_method for worker processes created by the pool.

Added the *initializer* and *initargs* arguments.

ProcessPoolExecutor Example

```
import concurrent.futures
import math

PRIMES = [
    112272535095293,
    112582705942171,
    112272535095293,
    115280095190773,
    115797848077099,
    1099726899285419]

def is_prime(n):
    if n % 2 == 0:
        return False

    sqrt_n = int(math.floor(math.sqrt(n)))
    for i in range(3, sqrt_n + 1, 2):
        if n % i == 0:
            return False
    return True

def main():
    with concurrent.futures.ProcessPoolExecutor() as executor:
        for number, prime in zip(PRIMES, executor.map(is_prime, PRIMES)):
            print('%d is prime: %s' % (number, prime))
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
if __name__ == '__main__':
    main()
```

17.4.4 Future Objects

The *Future* class encapsulates the asynchronous execution of a callable. *Future* instances are created by *Executor.submit()*.

class concurrent.futures.**Future**

Encapsulates the asynchronous execution of a callable. *Future* instances are created by *Executor.submit()* and should not be created directly except for testing.

cancel()

Attempt to cancel the call. If the call is currently being executed or finished running and cannot be cancelled then the method will return `False`, otherwise the call will be cancelled and the method will return `True`.

cancelled()

Return `True` if the call was successfully cancelled.

running()

Return `True` if the call is currently being executed and cannot be cancelled.

done()

Return `True` if the call was successfully cancelled or finished running.

result(*timeout=None*)

Return the value returned by the call. If the call hasn't yet completed then this method will wait up to *timeout* seconds. If the call hasn't completed in *timeout* seconds, then a *concurrent.futures.TimeoutError* will be raised. *timeout* can be an int or float. If *timeout* is not specified or `None`, there is no limit to the wait time.

If the future is cancelled before completing then *CancelledError* will be raised.

If the call raised, this method will raise the same exception.

exception(*timeout=None*)

Return the exception raised by the call. If the call hasn't yet completed then this method will wait up to *timeout* seconds. If the call hasn't completed in *timeout* seconds, then a *concurrent.futures.TimeoutError* will be raised. *timeout* can be an int or float. If *timeout* is not specified or `None`, there is no limit to the wait time.

If the future is cancelled before completing then *CancelledError* will be raised.

If the call completed without raising, `None` is returned.

add_done_callback(*fn*)

Attaches the callable *fn* to the future. *fn* will be called, with the future as its only argument, when the future is cancelled or finishes running.

Added callables are called in the order that they were added and are always called in a thread belonging to the process that added them. If the callable raises an *Exception* subclass, it will be logged and ignored. If the callable raises a *BaseException* subclass, the behavior is undefined.

If the future has already completed or been cancelled, *fn* will be called immediately.

The following *Future* methods are meant for use in unit tests and *Executor* implementations.

set_running_or_notify_cancel()

This method should only be called by *Executor* implementations before executing the work associated with the *Future* and by unit tests.

If the method returns `False` then the *Future* was cancelled, i.e. *Future.cancel()* was called and returned *True*. Any threads waiting on the *Future* completing (i.e. through *as_completed()* or *wait()*) will be woken up.

If the method returns `True` then the *Future* was not cancelled and has been put in the running state, i.e. calls to *Future.running()* will return *True*.

This method can only be called once and cannot be called after *Future.set_result()* or *Future.set_exception()* have been called.

set_result(*result*)
Sets the result of the work associated with the *Future* to *result*.
This method should only be used by *Executor* implementations and unit tests.

set_exception(*exception*)
Sets the result of the work associated with the *Future* to the *Exception* *exception*.
This method should only be used by *Executor* implementations and unit tests.

17.4.5 Module Functions

concurrent.futures.**wait**(*fs*, *timeout=None*, *return_when=ALL_COMPLETED*)
Wait for the *Future* instances (possibly created by different *Executor* instances) given by *fs* to complete. Returns a named 2-tuple of sets. The first set, named `done`, contains the futures that completed (finished or cancelled futures) before the wait completed. The second set, named `not_done`, contains the futures that did not complete (pending or running futures).
timeout can be used to control the maximum number of seconds to wait before returning. *timeout* can be an int or float. If *timeout* is not specified or `None`, there is no limit to the wait time.
return_when indique quand la fonction doit se terminer. Il peut prendre les valeurs suivantes :

Constante	Description
`FIRST_COMPLETED`	La fonction se termine lorsque n'importe quel futur se termine ou est annulé.
`FIRST_EXCEPTION`	La fonction se termine lorsque n'importe quel futur se termine en levant une exception. Si aucun *futur* ne lève d'exception, équivaut à `ALL_COMPLETED`.
`ALL_COMPLETED`	La fonction se termine lorsque les *futurs* sont tous finis ou annulés.

concurrent.futures.**as_completed**(*fs*, *timeout=None*)
Returns an iterator over the *Future* instances (possibly created by different *Executor* instances) given by *fs* that yields futures as they complete (finished or cancelled futures). Any futures given by *fs* that are duplicated will be returned once. Any futures that completed before *as_completed()* is called will be yielded first. The returned iterator raises a *concurrent.futures.TimeoutError* if *__next__()* is called and the result isn't available after *timeout* seconds from the original call to *as_completed()*. *timeout* can be an int or float. If *timeout* is not specified or `None`, there is no limit to the wait time.

Voir aussi :

PEP 3148 -- futures - execute computations asynchronously The proposal which described this feature for inclusion in the Python standard library.

17.4.6 Exception classes

exception concurrent.futures.**CancelledError**
Raised when a future is cancelled.

exception concurrent.futures.**TimeoutError**
Raised when a future operation exceeds the given timeout.

exception concurrent.futures.**BrokenExecutor**
Derived from *RuntimeError*, this exception class is raised when an executor is broken for some reason, and cannot be used to submit or execute new tasks.
Nouveau dans la version 3.7.

exception concurrent.futures.thread.**BrokenThreadPool**
Derived from *BrokenExecutor*, this exception class is raised when one of the workers of a `ThreadPoolExecutor` has failed initializing.
Nouveau dans la version 3.7.

exception concurrent.futures.process.**BrokenProcessPool**
Derived from *BrokenExecutor* (formerly *RuntimeError*), this exception class is raised when one of

the workers of a `ProcessPoolExecutor` has terminated in a non-clean fashion (for example, if it was killed from the outside).
Nouveau dans la version 3.3.

17.5 `subprocess` — Gestion de sous-processus

Code source : Lib/subprocess.py

Le module *`subprocess`* vous permet de lancer de nouveaux processus, les connecter à des tubes d'entrée/sortie/erreur, et d'obtenir leurs codes de retour. Ce module a l'intention de remplacer plusieurs anciens modules et fonctions :

```
os.system
os.spawn*
```

De plus amples informations sur comment le module *`subprocess`* peut être utilisé pour remplacer ces modules et fonctions peuvent être trouvées dans les sections suivantes.

Voir aussi :

PEP 324 -- PEP proposant le module *subprocess*

17.5.1 Utiliser le module `subprocess`

L'approche recommandée pour invoquer un sous-processus et d'utiliser la fonction *`run()`* pour tous les cas d'utilisation qu'il gère. Pour les cas d'utilisation plus avancés, l'interface inhérente *`Popen`* peut être utilisée directement.

La fonction *`run()`* a été ajoutée avec Python 3.5 ; si vous avez besoin d'une compatibilité avec des versions plus anciennes, référez-vous à la section *Ancienne interface (API) haut-niveau*.

`subprocess.`**`run`**(*args*, *, *stdin=None*, *input=None*, *stdout=None*, *stderr=None*, *capture_output=False*, *shell=False*, *cwd=None*, *timeout=None*, *check=False*, *encoding=None*, *errors=None*, *text=None*, *env=None*, *universal_newlines=None*, ***other_popen_kwargs*)

Lance la commande décrite par *args*. Attend que la commande se termine, puis renvoie une instance *`CompletedProcess`*.

Les arguments présentés ci-dessus sont simplement les plus utilisés, décrits ci-dessous dans la section *Arguments fréquemment utilisés* (d'où l'utilisation de la notation *keyword-only* dans la signature abrégée). La signature complète de la fonction est sensiblement la même que celle du constructeur de *`Popen`*, à l'exception de *timeout*, *input*, *check* et *capture_output*, tous les arguments donnés à cette fonction passent à travers cette interface.

Si *capture_output* est vrai, la sortie et l'erreur standard (`stdout` et `stderr`) sont capturées. Dans ce cas, l'objet interne *`Popen`* est automatiquement créé avec les arguments `stdout=PIPE` et `stderr=PIPE`. Les arguments *stdout* et *stderr* ne doivent pas être passés en même temps que *capture_output*. Si vous souhaitez capturer et combiner les deux flux dans un seul, utilisez `stdout=PIPE` et `stderr=STDOUT` au lieu de *capture_output*.

L'argument *timeout* est passé à *`Popen.communicate()`*. Si le *timeout* expire, le processus enfant sera tué et attendu. Une exception *`TimeoutExpired`* sera levée une fois que le processus enfant se sera terminé.

L'argument *input* est passé à *`Popen.communicate()`* et donc à l'entrée standard (*stdin*) du sous-processus. Si l'argument est utilisé, il doit contenir une séquence de *bytes*, ou une chaîne de caractères si *encoding* ou *errors* sont spécifiés, ou si *text* est vrai. Quand cet argument est utilisé, l'objet interne *`Popen`* est automatiquement créé avec `stdin=PIPE`, et l'argument *stdin* ne doit donc pas être utilisé.

Si *check* est vrai, et que le processus s'arrête avec un code de statut non nul, une exception *`CalledProcessError`* est levée. Les attributs de cette exception contiennent les arguments, le code de statut, et les sorties standard et d'erreur si elles ont été capturées.

Si *encoding* ou *errors* sont spécifiés, ou *text* est vrai, les fichiers pour les entrées et sorties sont ouverts en mode texte en utilisant les paramètres *encoding* et *errors* spécifiés, ou les valeurs par défaut de *`io.TextIOWrapper`*. L'argument *universal_newlines* est équivalent à *text* et est fourni pour la rétrocompatibilité. Par défaut, les fichiers sont ouverts en mode binaire.

Si *env* n'est pas `None`, il doit être un tableau associatif définissant les variables d'environnement du nouveau processus ; elles seront utilisées à la place du comportement par défaut qui est d'hériter de l'environnement du processus courant. Il est passé directement à *Popen*.

Exemples :

```
>>> subprocess.run(["ls", "-l"])  # doesn't capture output
CompletedProcess(args=['ls', '-l'], returncode=0)

>>> subprocess.run("exit 1", shell=True, check=True)
Traceback (most recent call last):
  ...
subprocess.CalledProcessError: Command 'exit 1' returned non-zero exit status 1

>>> subprocess.run(["ls", "-l", "/dev/null"], capture_output=True)
CompletedProcess(args=['ls', '-l', '/dev/null'], returncode=0,
stdout=b'crw-rw-rw- 1 root root 1, 3 Jan 23 16:23 /dev/null\n', stderr=b'')
```

Nouveau dans la version 3.5.

Modifié dans la version 3.6 : Ajout des paramètres *encoding* et *errors*

Modifié dans la version 3.7 : Ajout du paramètre *text*, qui agit comme un alias plus compréhensible de *universal_newlines*. Ajout du paramètre *capture_output*.

Modifié dans la version 3.7.17 : Changed Windows shell search order for `shell=True`. The current directory and `%PATH%` are replaced with `%COMSPEC%` and `%SystemRoot%\System32\cmd.exe`. As a result, dropping a malicious program named `cmd.exe` into a current directory no longer works.

class subprocess.**CompletedProcess**

La valeur de retour de *run()*, représentant un processus qui s'est terminé.

args

Les arguments utilisés pour lancer le processus. Cela peut être une liste ou une chaîne de caractères.

returncode

Le code de statut du processus fils. Typiquement, un code de statut de 0 indique qu'il s'est exécuté avec succès.

Une valeur négative `-N` indique que le processus enfant a été terminé par un signal `N` (seulement sur les systèmes *POSIX*).

stdout

La sortie standard capturée du processus enfant. Une séquence de *bytes*, ou une chaîne de caractères si *run()* a été appelée avec *encoding*, *errors* ou *text=True*. Vaut `None` si la sortie standard n'était pas capturée.

Si vous avez lancé le processus avec `stderr=subprocess.STDOUT`, les sorties standard et d'erreur seront combinées dans cet attribut, et *stderr* sera mis à `None`.

stderr

La sortie d'erreur capturée du processus enfant. Une séquence de *bytes*, ou une chaîne de caractères si *run()* a été appelée avec *encoding*, *errors* ou *text=True*. Vaut `None` si la sortie d'erreur n'était pas capturée.

check_returncode()

Si *returncode* n'est pas nul, lève une *CalledProcessError*.

Nouveau dans la version 3.5.

subprocess.**DEVNULL**

Valeur spéciale qui peut être utilisée pour les arguments *stdin*, *stdout* ou *stderr* de *Popen* et qui indique que le fichier spécial *os.devnull* sera utilisé.

Nouveau dans la version 3.3.

subprocess.**PIPE**

Valeur spéciale qui peut être utilisée pour les arguments *stdin*, *stdout* ou *stderr* de *Popen* et qui indique qu'un tube vers le flux standard doit être ouvert. Surtout utile avec *Popen.communicate()*.

subprocess.**STDOUT**

Valeur spéciale qui peut être utilisée pour l'argument *stderr* de *Popen* et qui indique que la sortie d'erreur doit être redirigée vers le même descripteur que la sortie standard.

exception subprocess.**SubprocessError**
Classe de base à toutes les autres exceptions du module.
Nouveau dans la version 3.3.

exception subprocess.**TimeoutExpired**
Sous-classe de *SubprocessError*, levée quand un *timeout* expire pendant l'attente d'un processus enfant.
cmd
La commande utilisée pour instancier le processus fils.
timeout
Le *timeout* en secondes.
output
La sortie du processus fils, si capturée par *run()* ou *check_output()*. Autrement, None.
stdout
Alias pour *output*, afin d'avoir une symétrie avec *stderr*.
stderr
La sortie d'erreur du processus fils, si capturée par *run()*. Autrement, None.
Nouveau dans la version 3.3.
Modifié dans la version 3.5 : Ajout des attributs *stdout* et *stderr*

exception subprocess.**CalledProcessError**
Sous-classe de *SubprocessError*, levée quand un processus lancé par *check_call()* ou *check_output()* renvoie un code de statut non nul.
returncode
Code de statut du processus fils. Si le processus a été arrêté par un signal, le code sera négatif et correspondra à l'opposé du numéro de signal.
cmd
La commande utilisée pour instancier le processus fils.
output
La sortie du processus fils, si capturée par *run()* ou *check_output()*. Autrement, None.
stdout
Alias pour *output*, afin d'avoir une symétrie avec *stderr*.
stderr
La sortie d'erreur du processus fils, si capturée par *run()*. Autrement, None.
Modifié dans la version 3.5 : Ajout des attributs *stdout* et *stderr*

Arguments fréquemment utilisés

Pour gérer un large ensemble de cas, le constructeur de *Popen* (et les fonctions de convenance) acceptent de nombreux arguments optionnels. Pour les cas d'utilisation les plus typiques, beaucoup de ces arguments peuvent sans problème être laissés à leurs valeurs par défaut. Les arguments les plus communément nécessaires sont :

args est requis pour tous les appels et doit être une chaîne de caractères ou une séquence d'arguments du programme. Il est généralement préférable de fournir une séquence d'arguments, puisque cela permet au module de s'occuper des potentiels échappements ou guillemets autour des arguments (p. ex. pour permettre des espaces dans des noms de fichiers). Si l'argument est passé comme une simple chaîne, soit *shell* doit valoir *True* (voir ci-dessous) soit la chaîne doit simplement contenir le nom du programme à exécuter sans spécifier d'arguments supplémentaires.

stdin, *stdout* et *stderr* spécifient respectivement les descripteurs d'entrée standard, de sortie standard et de sortie d'erreur du programme exécuté. Les valeurs acceptées sont *PIPE*, *DEVNULL*, un descripteur de fichier existant (nombre entier positif), un objet de fichier, et None. *PIPE* indique qu'un nouveau tube vers le processus enfant sera créé. *DEVNULL* indique que le fichier spécial *os.devnull* sera utilisé. Avec les paramètres None par défaut, aucune redirection ne se produira, les descripteurs de fichiers du fils seront hérités du parent. Additionnellement, *stderr* peut valoir *STDOUT*, qui indique que les données de la sortie d'erreur du processus fils doivent être capturées dans le même descripteur de fichier que la sortie standard.

Si *encoding* ou *errors* sont spécifiés, ou si *text* (aussi appelé *universal_newlines*) est vrai, les fichiers *stdin*, *stdout* et *stderr* seront ouverts en mode texte en utilisant les *encoding* et *errors* spécifiés à l'appel, ou les valeurs par défaut de *io.TextIOWrapper*.

Pour *stdin*, les caractères de fin de ligne `'\n'` de l'entrée seront convertis vers des séparateurs de ligne par défaut `os.linesep`. Pour *stdout* et *stderr*, toutes les fins de lignes des sorties seront converties vers `'\n'`. Pour plus d'informations, voir la documentation de la classe `io.TextIOWrapper` quand l'argument *newline* du constructeur est `None`.

Si le mode texte n'est pas utilisé, *stdin*, *stdout* et *stderr* seront ouverts comme des flux binaires. Aucune conversion d'encodage ou de fins de ligne ne sera réalisée.

Nouveau dans la version 3.6 : Ajout des paramètres *encoding* et *errors*.

Nouveau dans la version 3.7 : Ajout du paramètre *text* comme alias de *universal_newlines*.

Note : L'attribut *newlines* des objets `Popen.stdin`, `Popen.stdout` et `Popen.stderr` ne sont pas mis à jour par la méthode `Popen.communicate()`.

Si *shell* vaut `True`, la commande spécifiée sera exécutée à travers un *shell*. Cela peut être utile si vous utilisez Python pour le contrôle de flot qu'il propose par rapport à beaucoup de *shells* système et voulez tout de même profiter des autres fonctionnalités des *shells* telles que les tubes (*pipes*), les motifs de fichiers, l'expansion des variables d'environnement, et l'expansion du ~ vers le répertoire d'accueil de l'utilisateur. Cependant, notez que Python lui-même propose l'implémentation de beaucoup de ces fonctionnalités (en particulier `glob`, `fnmatch`, `os.walk()`, `os.path.expandvars()`, `os.path.expanduser()` et `shutil`).

Modifié dans la version 3.3 : Quand *universal_newlines* vaut `True`, la classe utilise l'encodage `locale.getpreferredencoding(False)` plutôt que `locale.getpreferredencoding()`. Voir la classe `io.TextIOWrapper` pour plus d'informations sur ce changement.

Note : Lire la section *Security Considerations* avant d'utiliser `shell=True`.

Ces options, ainsi que toutes les autres, sont décrites plus en détails dans la documentation du constructeur de `Popen`.

Constructeur de *Popen*

La création et la gestion sous-jacentes des processus est gérée par la classe `Popen`. Elle offre beaucoup de flexibilité de façon à ce que les développeurs soient capables de gérer les cas d'utilisation les moins communs, non couverts par les fonctions de convenance.

class subprocess.**Popen**(*args*, *bufsize=-1*, *executable=None*, *stdin=None*, *stdout=None*, *stderr=None*, *preexec_fn=None*, *close_fds=True*, *shell=False*, *cwd=None*, *env=None*, *universal_newlines=None*, *startupinfo=None*, *creationflags=0*, *restore_signals=True*, *start_new_session=False*, *pass_fds=()*, *, *encoding=None*, *errors=None*, *text=None*)

Exécute un programme fils dans un nouveau processus. Sur les systèmes *POSIX*, la classe utilise un comportement similaire à `os.execvp()` pour exécuter le programme. Sur Windows, la classe utilise la fonction Windows `CreateProcess()`. Les arguments de `Popen` sont les suivants.

args doit être une séquence d'arguments du programme ou une chaîne seule. Par défaut, le programme à exécuter est le premier élément de *args* si *args* est une séquence. Si *args* est une chaîne, l'interprétation dépend de la plateforme et est décrite plus bas. Voir les arguments *shell* et *executable* pour d'autres différences avec le comportement par défaut. Sans autre indication, il est recommandé de passer *args* comme une séquence.

An example of passing some arguments to an external program as a sequence is :

```
Popen(["/usr/bin/git", "commit", "-m", "Fixes a bug."])
```

Sur les systèmes *POSIX*, si *args* est une chaîne, elle est interprétée comme le nom ou le chemin du programme à exécuter. Cependant, cela ne peut être fait que si le programme est passé sans arguments.

Note : It may not be obvious how to break a shell command into a sequence of arguments, especially in complex cases. `shlex.split()` can illustrate how to determine the correct tokenization for *args* :

```
>>> import shlex, subprocess
>>> command_line = input()
/bin/vikings -input eggs.txt -output "spam spam.txt" -cmd "echo '$MONEY'"
>>> args = shlex.split(command_line)
>>> print(args)
['/bin/vikings', '-input', 'eggs.txt', '-output', 'spam spam.txt', '-cmd',
↪"echo '$MONEY'"]
>>> p = subprocess.Popen(args) # Success!
```

Notez en particulier que les options (comme *-input*) et arguments (comme *eggs.txt*) qui sont séparés par des espaces dans le *shell* iront dans des éléments séparés de la liste, alors que les arguments qui nécessitent des guillemets et échappements quand utilisés dans le *shell* (comme les noms de fichiers contenant des espaces ou la commande *echo* montrée plus haut) forment des éléments uniques.

Sous Windows, si *args* est une séquence, elle sera convertie vers une chaîne de caractères de la manière décrite dans *Convertir une séquence d'arguments vers une chaîne de caractères sous Windows*. Cela fonctionne ainsi parce que la fonction `CreateProcess()` opère sur des chaînes.

L'argument *shell* (qui vaut `False` par défaut) spécifie s'il faut utiliser un *shell* comme programme à exécuter. Si *shell* vaut `True`, il est recommandé de passer *args* comme une chaîne de caractères plutôt qu'une séquence.

Sur les systèmes POSIX avec `shell=True`, le *shell* par défaut est `/bin/sh`. Si *args* est une chaîne de caractères, la chaîne spécifie la commande à exécuter à travers le *shell*. Cela signifie que la chaîne doit être formatée exactement comme elle le serait si elle était tapée dans l'invite de commandes du *shell*. Cela inclut, par exemple, les guillemets ou les *backslashs* échappant les noms de fichiers contenant des espaces. Si *args* est une séquence, le premier élément spécifie la commande, et les éléments supplémentaires seront traités comme des arguments additionnels à passer au *shell* lui-même. Pour ainsi dire, *Popen* réalise l'équivalent de :

```
Popen(['/bin/sh', '-c', args[0], args[1], ...])
```

Sous Windows avec `shell=True`, la variable d'environnement `COMSPEC` spécifie le *shell* par défaut. La seule raison pour laquelle vous devriez spécifier `shell=True` sous Windows est quand la commande que vous souhaitez exécuter est une *built-in* du *shell* (p. ex. **`dir`** ou **`copy`**). Vous n'avez pas besoin de `shell=True` pour lancer un fichier batch ou un exécutable console.

Note : Lire la section *Security Considerations* avant d'utiliser `shell=True`.

---

bufsize sera fourni comme l'argument correspondant à la fonction *open()*, lors de la création des objets de fichiers pour les tubes *stdin*/*stdout*/*stderr* :

— `0` indique de ne pas utiliser de tampon (les lectures et écritures sont des appels systèmes et peuvent renvoyer des données incomplètes) ;
— `1` indique une mise en cache par ligne (utilisable seulement si `universal_newlines=True`, c'est-à-dire en mode texte) ;
— toutes les autres valeurs positives indiquent d'utiliser un tampon d'approximativement cette taille ;
— un *bufsize* négatif (par défaut) indique au système d'utiliser la valeur par défaut *io.DEFAULT_BUFFER_SIZE*.

Modifié dans la version 3.3.1 : *bufsize* vaut maintenant `-1` par défaut, pour activer par défaut la mise en cache et correspondre au comportement attendu par la plupart des codes. Dans les versions de Python antérieures à 3.2.4 et 3.3.1, par erreur, la valeur par défaut était `0` qui ne réalisait aucune mise en cache et autorisait les lectures incomplètes. Cela n'était pas intentionnel et ne correspondait pas au comportement de Python 2 attendu par la plupart des codes.

L'argument *executable* spécifie un programme de remplacement à exécuter. Il est très rarement nécessaire. Quand `shell=False`, *executable* remplace le programme à exécuter spécifié par *args*. Cependant, les arguments originels d'*args* sont toujours passés au programme. La plupart des programmes traitent le programme spécifié par **args* comme le nom de la commande, qui peut être différent du programme réellement exécuté. Sur les systèmes POSIX, le nom tiré d'*args* devient le nom affiché pour l'exécutable dans des utilitaires tels que **`ps`**. Si `shell=True`, sur les systèmes POSIX, l'argument *executable* précise le *shell* à utiliser plutôt que `/bin/sh` par défaut.

Modifié dans la version 3.6 : *executable* parameter accepts a *path-like object* on POSIX.

Modifié dans la version 3.7.17 : Changed Windows shell search order for `shell=True`. The current directory

and %PATH% are replaced with %COMSPEC% and %SystemRoot%\System32\cmd.exe. As a result, dropping a malicious program named cmd.exe into a current directory no longer works.

stdin, *stdout* et *stderr* spécifient respectivement les descripteurs d'entrée standard, de sortie standard et de sortie d'erreur du programme exécuté. Les valeurs acceptées sont *PIPE*, *DEVNULL*, un descripteur de fichier existant (nombre entier positif), un *file object*, et None. *PIPE* indique qu'un nouveau tube vers le processus enfant sera créé. *DEVNULL* indique que le fichier spécial *os.devnull* sera utilisé. Avec les paramètres None par défaut, aucune redirection ne se produira, les descripteurs de fichiers du fils seront hérités du parent. Additionnellement, *stderr* peut valoir *STDOUT*, qui indique que les données de la sortie d'erreur du processus fils doivent être capturées dans le même descripteur de fichier que la sortie standard.

Si un objet appelable est passé à *preexec_fn*, cet objet sera appelé dans le processus enfant juste avant d'exécuter le programme. (POSIX seulement)

Avertissement : Le paramètre *preexec_fn* n'est pas sain à utiliser en présence d'autres fils d'exécution dans votre application. Le processus fils pourrait être bloqué (*deadlock*) avant qu'*exec* ne soit appelée. Si vous devez utiliser ce paramètre, gardez son utilisation triviale ! Minimisez le nombre de bibliothèques que vous y appelez.

Note : Si vous devez modifier l'environnement du fils, utilisez le paramètre *env* plutôt que faire cela dans une *preexec_fn*. Le paramètre *start_new_session* peut prendre la place de *preexec_fn* qui était autrefois communément utilisé pour appeler *os.setsid()* dans le fils.

Si *close_fds* est vrai, tous les descripteurs de fichiers exceptés 0, 1 et 2 sont fermés avant que le processus enfant soit exécuté. Sinon, quand *close_fds* est faux, les descripteurs de fichiers se comportent conformément à leur option d'héritage décrite dans *Héritage de descripteurs de fichiers*.

Sur Windows, si *close_fds* est vrai, alors aucun descripteur n'est hérité par le processus enfant à moins d'être explicitement passé dans l'élément handle_list de *STARTUPINFO.lpAttributeList*, ou par redirection des descripteurs standards.

Modifié dans la version 3.2 : La valeur par défaut de *close_fds* n'est plus *False*, comme décrit ci-dessus.

Modifié dans la version 3.7 : Sur Windows, la valeur par défaut de *close_fds* a été changée de *False* à *True* lors d'une redirection des descripteurs standards. Il est maintenant possible de donner la valeur *True* à *close_fds* lors d'une redirection de descripteurs standards.

pass_fds est une séquence optionnelle de descripteurs de fichiers à garder ouverts entre le parent et l'enfant. Fournir *pass_fds* force *close_fds* à valoir *True*. (POSIX seulement)

Nouveau dans la version 3.2 : Ajout du paramètre *pass_fds*.

Si *cwd* n'est pas None, la fonction change de répertoire courant pour *cwd* avant d'exécuter le fils. *cwd* peut être un objet *str* ou un *chemin-compatible*. En particulier, la fonction recherche *executable* (ou le premier élément d'*args*) relativement à *cwd* si le chemin d'exécution est relatif.

Modifié dans la version 3.6 : le paramètre *cwd* accepte un *path-like object*.

Si *restore_signals* est vrai (par défaut), tous les signaux que Python a mis à *SIG_IGN* sont restaurés à *SIG_DFL* dans le processus fils avant l'appel à *exec*. Actuellement, cela inclut les signaux *SIGPIPE*, *SIGXFZ* et *SIGXFSZ*. (POSIX seulement)

Modifié dans la version 3.2 : Ajout de *restore_signals*.

Si *start_new_session* est vrai, l'appel système à *setsid()* sera réalisé dans le processus fils avant l'exécution du sous-processus. (POSIX seulement)

Modifié dans la version 3.2 : Ajout de *start_new_session*.

Si *env* n'est pas None, il doit être un tableau associatif définissant les variables d'environnement du nouveau processus ; elles seront utilisées à la place du comportement par défaut qui est d'hériter de l'environnement du processus courant.

Note : Si spécifié, *env* doit fournir chaque variable requise pour l'exécution du programme. Sous Windows, afin d'exécuter un side-by-side assembly, l'environnement *env* spécifié **doit** contenir une variable SystemRoot valide.

Si *encoding* ou *errors* sont spécifiés, ou si *text* est vrai, les fichiers *stdin*, *stdout* et *stderr* sont ouverts en mode texte, avec l'encodage et la valeur d'*errors* spécifiés, comme décrit ci-dessus dans *Arguments fréquemment*

utilisés. L'argument *universal_newlines*, équivalent à *text*, est fourni pour la rétrocompatibilité. Autrement, ils sont ouverts comme des flux binaires.

Nouveau dans la version 3.6 : Ajout d'*encoding* et *errors*.

Nouveau dans la version 3.7 : *text* a été ajouté comme un alias plus lisible de *universal_newlines*.

Si fourni, *startupinfo* sera un objet *STARTUPINFO*, qui sera passé à la fonction `CreateProcess` inhérente. *creationflags*, si fourni, peut avoir l'une des valeurs suivantes :

— *CREATE_NEW_CONSOLE*
— *CREATE_NEW_PROCESS_GROUP*
— *ABOVE_NORMAL_PRIORITY_CLASS*
— *BELOW_NORMAL_PRIORITY_CLASS*
— *HIGH_PRIORITY_CLASS*
— *IDLE_PRIORITY_CLASS*
— *NORMAL_PRIORITY_CLASS*
— *REALTIME_PRIORITY_CLASS*
— *CREATE_NO_WINDOW*
— *DETACHED_PROCESS*
— *CREATE_DEFAULT_ERROR_MODE*
— *CREATE_BREAKAWAY_FROM_JOB*

Les objets *Popen* sont gérés comme gestionnaires de contexte avec l'instruction `with` : à la sortie, les descripteurs de fichiers standards sont fermés, et le processus est attendu

```
with Popen(["ifconfig"], stdout=PIPE) as proc:
    log.write(proc.stdout.read())
```

Modifié dans la version 3.2 : Ajout de la gestion des gestionnaires de contexte.

Modifié dans la version 3.6 : Le destructeur de *Popen* émet maintenant un avertissement *ResourceWarning* si le processus fils est toujours en cours d'exécution.

Exceptions

Les exceptions levées dans le processus fils, avant que le nouveau programme ait commencé à s'exécuter, seront ré-levées dans le parent.

L'exception la plus communément levée est *OSError*. Elle survient, par exemple, si vous essayez d'exécuter un fichier inexistant. Les applications doivent se préparer à traiter des exceptions *OSError*.

Une *ValueError* sera levée si *Popen* est appelé avec des arguments invalides.

check_call() et *check_output()* lèveront une *CalledProcessError* si le processus appelé renvoie un code de retour non nul.

Toutes les fonctions et méthodes qui acceptent un paramètre *timeout*, telles que *call()* et *Popen.communicate()* lèveront une `TImeoutExpired` si le *timeout* expire avant la fin du processus.

Toutes les exceptions définies dans ce module héritent de *SubprocessError*.

Nouveau dans la version 3.3 : Ajout de la classe de base *SubprocessError*.

17.5.2 Considérations de sécurité

Contrairement à quelques autres fonctions *popen*, cette implémentation n'appellera jamais implicitement le *shell* du système. Cela signifie que tous les caractères, incluant les métacaractères des *shells*, peuvent être passés aux processus fils en toute sécurité. Si le *shell* est invoqué explicitement, avec `shell=True`, il est de la responsabilité de l'application d'assurer que les espaces et métacaractères sont échappés correctement pour éviter les vulnérabilités de type shell injection.

Avec `shell=True`, la fonction *shlex.quote()* peut être utilisée pour échapper proprement les espaces et métacaractères dans les chaînes qui seront utilisées pour construire les commandes *shell*.

17.5.3 Objets *Popen*

Les instances de la classe *Popen* possèdent les méthodes suivantes :

Popen.**poll**()
Vérifie que le processus enfant s'est terminé. Modifie et renvoie l'attribut *returncode*, sinon, renvoie None.

Popen.**wait**(*timeout=None*)
Attend qu'un processus enfant se termine. Modifie l'attribut *returncode* et le renvoie.

Si le processus ne se termine pas après le nombre de secondes spécifié par *timeout*, une exception *TimeoutExpired* est levée. Cela ne pose aucun problème d'attraper cette exception et de réessayer d'attendre.

Note : Cela provoquera un blocage (*deadlock*) lors de l'utilisation de stdout=PIPE ou stderr=PIPE si le processus fils génère tellement de données sur le tube qu'il le bloque, en attente que le système d'exploitation permette au tampon du tube d'accepter plus de données. Utilisez *Popen.communicate()* pour éviter ce problème lors de l'utilisation de tubes.

Note : Cette fonction est implémentée avec une attente active (appels non bloquants et *sleep* courts). Utilisez le module *asyncio* pour une attente asynchrone : voir *asyncio.create_subprocess_exec*.

Modifié dans la version 3.3 : Ajout de *timeout*.

Popen.**communicate**(*input=None*, *timeout=None*)
Interagit avec le processus : envoie des données sur l'entrée standard, lit en retour les données sur les sorties standard et d'erreur, et attend que le processus se termine. L'argument optionnel *input* contient les données à envoyer au processus fils, ou None s'il n'y a aucune donnée à lui transmettre. Si les flux sont ouverts en mode texte, *input* doit être une chaîne de caractère. Autrement, ce doit être un objet *bytes*.

communicate() renvoie un *tuple* (stdout_data, stderr_data). Les données seront des chaînes de caractères si les flux sont ouverts en mode texte, et des objets *bytes* dans le cas contraire.

Notez que si vous souhaitez envoyer des données sur l'entrée standard du processus, vous devez créer l'objet *Popen* avec stdin=PIPE. Similairement, pour obtenir autre chose que None dans le *tuple* résultant, vous devez aussi préciser stdout=PIPE et/ou stderr=PIPE.

Si le processus ne se termine pas après *timeout* secondes, une exception *TimeoutExpired* est levée. Attraper cette exception et retenter la communication ne fait perdre aucune donnée de sortie.

Le processus enfant n'est pas tué si le *timeout* expire, donc afin de nettoyer proprement le tout, une application polie devrait tuer le processus fils et terminer la communication :

```
proc = subprocess.Popen(...)
try:
    outs, errs = proc.communicate(timeout=15)
except TimeoutExpired:
    proc.kill()
    outs, errs = proc.communicate()
```

Note : Les données lues sont mises en cache en mémoire, donc n'utilisez pas cette méthode si la taille des données est importante voire illimitée.

Modifié dans la version 3.3 : Ajout de *timeout*.

Popen.**send_signal**(*signal*)
Envoie le signal *signal* au fils.

Note : Sous Windows, *SIGTERM* est un alias pour *terminate()*. *CTRL_C_EVENT* et *CTRL_BREAK_EVENT* peuvent être envoyés aux processus démarrés avec un paramètre *creationflags* incluant *CREATE_NEW_PROCESS_GROUP*.

Popen.**terminate**()
Stop the child. On POSIX OSs the method sends SIGTERM to the child. On Windows the Win32 API function `TerminateProcess()` is called to stop the child.

Popen.**kill**()
Kills the child. On POSIX OSs the function sends SIGKILL to the child. On Windows *kill()* is an alias for *terminate()*.

Les attributs suivants sont aussi disponibles :

Popen.**args**
L'argument *args* tel que passé à *Popen* -- une séquence d'arguments du programme ou une simple chaîne de caractères.
Nouveau dans la version 3.3.

Popen.**stdin**
Si l'argument *stdin* valait *PIPE*, cet attribut est un flux accessible en écriture comme renvoyé par *open()*. Si les arguments *encoding* ou *errors* ont été spécifiés, ou si *universal_newlines* valait `True`, le flux est textuel, il est autrement binaire. Si l'argument *stdin* ne valait pas *PIPE*, cet attribut est `None`.

Popen.**stdout**
Si l'argument *stdout* valait *PIPE*, cet attribut est un flux accessible en lecture comme renvoyé par *open()*. Lire depuis le flux fournit la sortie du processus fils. Si les arguments *encoding* ou *errors* ont été spécifiés, ou si *universal_newlines* valait `True`, le flux est textuel, il est autrement binaire. Si l'argument *stdout* ne valait pas *PIPE*, cet attribut est `None`.

Popen.**stderr**
Si l'argument *stderr* valait *PIPE*, cet attribut est un flux accessible en lecture comme renvoyé par *open()*. Lire depuis le flux fournit la sortie d'erreur du processus fils. Si les arguments *encoding* ou *errors* ont été spécifiés, ou si *universal_newlines* valait `True`, le flux est textuel, il est autrement binaire. Si l'argument *stderr* ne valait pas *PIPE*, cet attribut est `None`.

Avertissement : Utilisez *communicate()* plutôt que *.stdin.write*, *.stdout.read* ou *.stderr.read* pour empêcher les *deadlocks* dus au remplissage des tampons des tubes de l'OS et bloquant le processus enfant.

Popen.**pid**
L'identifiant de processus du processus enfant.
Notez que si vous passez l'argument *shell* à `True`, il s'agit alors de l'identifiant du *shell* instancié.

Popen.**returncode**
Le code de retour de l'enfant, attribué par *poll()* et *wait()* (et indirectement par *communicate()*). Une valeur `None` indique que le processus ne s'est pas encore terminé.
Une valeur négative `-N` indique que le processus enfant a été terminé par un signal `N` (seulement sur les systèmes *POSIX*).

17.5.4 Utilitaires *Popen* pour Windows

La classe *STARTUPINFO* et les constantes suivantes sont seulement disponibles sous Windows.

class subprocess.**STARTUPINFO**(*, *dwFlags=0*, *hStdInput=None*, *hStdOutput=None*, *hStdError=None*, *wShowWindow=0*, *lpAttributeList=None*)
Une gestion partielle de la structure STARTUPINFO est utilisée lors de la création d'un objet *Popen*. Les attributs ci-dessous peuvent être passés en tant que paramètres *keyword-only*.
Modifié dans la version 3.7 : Ajout de la gestion des paramètres *keyword-only*.

dwFlags
Un champ de bits déterminant si certains attributs *STARTUPINFO* sont utilisés quand le processus crée une fenêtre

```
si = subprocess.STARTUPINFO()
si.dwFlags = subprocess.STARTF_USESTDHANDLES | subprocess.STARTF_
↪USESHOWWINDOW
```

hStdInput
Si *dwFlags* spécifie *STARTF_USESTDHANDLES*, cet attribut est le descripteur d'entrée standard du processus. Si *STARTF_USESTDHANDLES* n'est pas spécifié, l'entrée standard par défaut est le tampon du clavier.

hStdOutput
Si *dwFlags* spécifie *STARTF_USESTDHANDLES*, cet attribut est le descripteur de sortie standard du processus. Autrement, l'attribut est ignoré et la sortie standard par défaut est le tampon de la console.

hStdError
Si *dwFlags* spécifie *STARTF_USESTDHANDLES*, cet attribut est le descripteur de sortie d'erreur du processus. Autrement, l'attribut est ignoré et la sortie d'erreur par défaut est le tampon de la console.

wShowWindow
Si *dwFlags* spécifie *STARTF_USESHOWWINDOW*, cet attribut peut-être n'importe quel attribut valide pour le paramètre `nCmdShow` de la fonction ShowWindow, à l'exception de `SW_SHOWDEFAULT`. Autrement, cet attribut est ignoré.

SW_HIDE est fourni pour cet attribut. Il est utilisé quand *Popen* est appelée avec `shell=True`.

lpAttributeList
Dictionnaire des attributs supplémentaires pour la création d'un processus comme donnés dans `STARTUPINFOEX`, lisez UpdateProcThreadAttribute (ressource en anglais).

Attributs gérés :

handle_list Séquence des descripteurs qui hérités du parent. *close_fds* doit être vrai si la séquence n'est pas vide.

Les descripteurs doivent être temporairement héritables par *os.set_handle_inheritable()* quand ils sont passés au constructeur *Popen*, sinon *OSError* est levée avec l'erreur Windows `ERROR_INVALID_PARAMETER` (87).

> **Avertissement :** Dans un processus avec plusieurs fils d'exécution, faites très attention à éviter la fuite de descripteurs qui sont marqués comme héritables quand vous combinez ceci avec des appels concurrents vers des fonctions de création d'autres processus qui héritent de tous les descripteurs (telle que *os.system()*).

Nouveau dans la version 3.7.

Constantes Windows

Le module *subprocess* expose les constantes suivantes.

`subprocess.`**STD_INPUT_HANDLE**
Le périphérique d'entrée standard. Initialement, il s'agit du tampon de la console d'entrée, `CONIN$`.

`subprocess.`**STD_OUTPUT_HANDLE**
Le périphérique de sortie standard. Initialement, il s'agit du tampon de l'écran de console actif, `CONOUT$`.

`subprocess.`**STD_ERROR_HANDLE**
Le périphérique de sortie d'erreur. Initialement, il s'agit du tampon de l'écran de console actif, `CONOUT$`.

`subprocess.`**SW_HIDE**
Cache la fenêtre. Une autre fenêtre sera activée.

`subprocess.`**STARTF_USESTDHANDLES**
Spécifie que les attributs *STARTUPINFO.hStdInput*, *STARTUPINFO.hStdOutput* et *STARTUPINFO.hStdError* contiennent des informations additionnelles.

`subprocess.`**STARTF_USESHOWWINDOW**
Spécifie que l'attribut *STARTUPINFO.wShowWindow* contient des informations additionnelles.

subprocess.**CREATE_NEW_CONSOLE**
Le nouveau processus instancie une nouvelle console, plutôt que d'hériter de celle de son père (par défaut).

subprocess.**CREATE_NEW_PROCESS_GROUP**
Paramètre `creationflags` de *Popen* pour spécifier si un nouveau groupe de processus doit être créé. Cette option est nécessaire pour utiliser *os.kill()* sur le sous-processus.
L'option est ignorée si *CREATE_NEW_CONSOLE* est spécifié.

subprocess.**ABOVE_NORMAL_PRIORITY_CLASS**
Paramètre `creationflags` de *Popen* pour spécifier qu'un processus aura une priorité au-dessus de la moyenne.
Nouveau dans la version 3.7.

subprocess.**BELOW_NORMAL_PRIORITY_CLASS**
Paramètre `creationflags` de *Popen* pour spécifier qu'un processus aura une priorité au-dessous de la moyenne.
Nouveau dans la version 3.7.

subprocess.**HIGH_PRIORITY_CLASS**
Paramètre `creationflags` de *Popen* pour spécifier qu'un processus aura une priorité haute.
Nouveau dans la version 3.7.

subprocess.**IDLE_PRIORITY_CLASS**
Paramètre `creationflags` de *Popen* pour spécifier qu'un processus aura la priorité la plus basse (inactif ou *idle*).
Nouveau dans la version 3.7.

subprocess.**NORMAL_PRIORITY_CLASS**
Paramètre `creationflags` de *Popen* pour spécifier qu'un processus aura une priorité normale (le défaut).
Nouveau dans la version 3.7.

subprocess.**REALTIME_PRIORITY_CLASS**
Paramètre `creationflags` de *Popen* pour spécifier qu'un nouveau processus aura une priorité en temps réel. Vous ne devriez presque JAMAIS utiliser REALTIME_PRIORITY_CLASS, car cela interrompt les fils d'exécution système qui gèrent les entrées de la souris, du clavier et *flush* le cache de disque en arrière-plan. Cette classe peut convenir aux applications qui « parlent » directement au matériel ou qui effectuent de brèves tâches nécessitant des interruptions limitées.
Nouveau dans la version 3.7.

subprocess.**CREATE_NO_WINDOW**
Paramètre `creationflags` de *Popen* pour spécifier qu'un processus ne créera pas une nouvelle fenêtre.
Nouveau dans la version 3.7.

subprocess.**DETACHED_PROCESS**
Paramètre `creationflags` de *Popen* pour spécifier qu'un nouveau processus n'héritera pas de la console du processus parent. Cette valeur ne peut pas être utilisée avec CREATE_NEW_CONSOLE.
Nouveau dans la version 3.7.

subprocess.**CREATE_DEFAULT_ERROR_MODE**
Paramètre `creationflags` de *Popen* pour spécifier qu'un nouveau processus n'hérite pas du mode de gestion des erreurs du processus appelant. À la place, le nouveau processus acquiert le mode d'erreur par défaut. Cette fonctionnalité est particulièrement utile pour les applications *shell* avec de multiples fils d'exécution qui s'exécutent avec les erreurs irréversibles désactivées.
Nouveau dans la version 3.7.

subprocess.**CREATE_BREAKAWAY_FROM_JOB**
Paramètre `creationflags` de *Popen* pour spécifier qu'un processus n'est pas associé au *job*.
Nouveau dans la version 3.7.

17.5.5 Ancienne interface (*API*) haut-niveau

Avant Python 3.5, ces trois fonctions représentaient l'API haut-niveau de *subprocess*. Vous pouvez maintenant utiliser `run()` dans de nombreux cas, mais beaucoup de codes existant font appel à ces trois fonctions.

`subprocess.call`(*args*, *, *stdin=None*, *stdout=None*, *stderr=None*, *shell=False*, *cwd=None*, *timeout=None*, ***other_popen_kwargs*)

Lance la commande décrite par *args*, attend qu'elle se termine, et renvoie son attribut `returncode`.

Le code qui a besoin de capturer *stdout* ou *stderr* doit plutôt utiliser `run()` :

```
run(...).returncode
```

Pour supprimer *stdout* ou *stderr*, passez la valeur `DEVNULL`.

Les arguments montrés plus haut sont sûrement les plus communs. La signature complète de la fonction est en grande partie la même que le constructeur de `Popen` : cette fonction passe tous les arguments fournis autre que *timeout* directement à travers cette interface.

Note : N'utilisez pas `stdout=PIPE` ou `stderr=PIPE` avec cette fonction. Le processus enfant bloquera s'il génère assez de données pour remplir le tampon du tube de l'OS, puisque les tubes ne seront jamais lus.

Modifié dans la version 3.3 : Ajout de *timeout*.

Modifié dans la version 3.7.17 : Changed Windows shell search order for `shell=True`. The current directory and `%PATH%` are replaced with `%COMSPEC%` and `%SystemRoot%\System32\cmd.exe`. As a result, dropping a malicious program named `cmd.exe` into a current directory no longer works.

`subprocess.check_call`(*args*, *, *stdin=None*, *stdout=None*, *stderr=None*, *shell=False*, *cwd=None*, *timeout=None*, ***other_popen_kwargs*)

Lance la commande avec les arguments et attend qu'elle se termine. Se termine normalement si le code de retour est zéro, et lève une `CalledProcessError` autrement. L'objet `CalledProcessError` contiendra le code de retour dans son attribut `returncode`.

Le code qui a besoin de capturer *stdout* ou *stderr* doit plutôt utiliser `run()` :

```
run(..., check=True)
```

Pour supprimer *stdout* ou *stderr*, passez la valeur `DEVNULL`.

Les arguments montrés plus haut sont sûrement les plus communs. La signature complète de la fonction est en grande partie la même que le constructeur de `Popen` : cette fonction passe tous les arguments fournis autre que *timeout* directement à travers cette interface.

Note : N'utilisez pas `stdout=PIPE` ou `stderr=PIPE` avec cette fonction. Le processus enfant bloquera s'il génère assez de données pour remplir le tampon du tube de l'OS, puisque les tubes ne seront jamais lus.

Modifié dans la version 3.3 : Ajout de *timeout*.

Modifié dans la version 3.7.17 : Changed Windows shell search order for `shell=True`. The current directory and `%PATH%` are replaced with `%COMSPEC%` and `%SystemRoot%\System32\cmd.exe`. As a result, dropping a malicious program named `cmd.exe` into a current directory no longer works.

`subprocess.check_output`(*args*, *, *stdin=None*, *stderr=None*, *shell=False*, *cwd=None*, *encoding=None*, *errors=None*, *universal_newlines=None*, *timeout=None*, *text=None*, ***other_popen_kwargs*)

Lance la commande avec les arguments et renvoie sa sortie.

Si le code de retour est non-nul, la fonction lève une `CalledProcessError`. L'objet `CalledProcessError` contiendra le code de retour dans son attribut `returncode`, et la sortie du programme dans son attribut `output`.

C'est équivalent à :

```
run(..., check=True, stdout=PIPE).stdout
```

Les arguments montrés plus haut sont sûrement les plus communs. La signature complète de la fonction est en grande partie la même que `run()` : la plupart des arguments sont passés directement par cette interface. Cependant, passer explicitement `input=None` pour hériter du descripteur d'entrée standard du parent n'est pas géré.

Par défaut, cette fonction renvoie les données encodées sous forme de *bytes*. Le réel encodage des données de sortie peut dépendre de la commande invoquée, donc le décodage du texte devra souvent être géré au niveau de l'application.

Ce comportement peut être redéfini en mettant *text*, *encoding*, *errors*, ou *universal_newlines* à `True` comme décrit dans *Arguments fréquemment utilisés* et `run()`.

Pour capturer aussi la sortie d'erreur dans le résultat, utilisez `stderr=subprocess.STDOUT` :

```
>>> subprocess.check_output(
...     "ls non_existent_file; exit 0",
...     stderr=subprocess.STDOUT,
...     shell=True)
'ls: non_existent_file: No such file or directory\n'
```

Nouveau dans la version 3.1.

Modifié dans la version 3.3 : Ajout de *timeout*.

Modifié dans la version 3.4 : Ajout de la gestion de l'argument nommé *input*.

Modifié dans la version 3.6 : Ajout d'*encoding* et *errors*. Consultez `run()` pour plus d'informations.

Nouveau dans la version 3.7 : *text* a été ajouté comme un alias plus lisible de *universal_newlines*.

Modifié dans la version 3.7.17 : Changed Windows shell search order for `shell=True`. The current directory and `%PATH%` are replaced with `%COMSPEC%` and `%SystemRoot%\System32\cmd.exe`. As a result, dropping a malicious program named `cmd.exe` into a current directory no longer works.

17.5.6 Remplacer les fonctions plus anciennes par le module `subprocess`

Dans cette section, « a devient b » signifie que b peut être utilisée en remplacement de a.

Note : Toutes les fonctions « a » dans cette section échouent (plus ou moins) silencieusement si le programme à exécuter ne peut être trouvé ; les fonctions « b » de remplacement lèvent à la place une `OSError`.

De plus, les remplacements utilisant `check_output()` échoueront avec une `CalledProcessError` si l'opération requise produit un code de retour non-nul. La sortie est toujours disponible par l'attribut `output` de l'exception levée.

Dans les exemples suivants, nous supposons que les fonctions utilisées ont déjà été importées depuis le module `subprocess`.

Remplacement des *backquotes* des *shells /bin/sh*

```
output=`mycmd myarg`
```

devient :

```
output = check_output(["mycmd", "myarg"])
```

Remplacer les *pipes* du *shell*

```
output=`dmesg | grep hda`
```

devient :

```
p1 = Popen(["dmesg"], stdout=PIPE)
p2 = Popen(["grep", "hda"], stdin=p1.stdout, stdout=PIPE)
p1.stdout.close()  # Allow p1 to receive a SIGPIPE if p2 exits.
output = p2.communicate()[0]
```

L'appel à *p1.stdout.close()* après le démarrage de *p2* est important pour que *p1* reçoive un *SIGPIPE* si *p2* se termine avant lui.

Alternativement, pour des entrées fiables, la gestion des tubes du *shell* peut directement être utilisé :

```
output=`dmesg | grep hda`
```

devient :

```
output=check_output("dmesg | grep hda", shell=True)
```

Remplacer `os.system()`

```
sts = os.system("mycmd" + " myarg")
# becomes
sts = call("mycmd" + " myarg", shell=True)
```

Notes :

— Appeler le programme à travers un *shell* n'est habituellement pas requis.

Un exemple plus réaliste ressemblerait à cela :

```
try:
    retcode = call("mycmd" + " myarg", shell=True)
    if retcode < 0:
        print("Child was terminated by signal", -retcode, file=sys.stderr)
    else:
        print("Child returned", retcode, file=sys.stderr)
except OSError as e:
    print("Execution failed:", e, file=sys.stderr)
```

Remplacer les fonctions de la famille `os.spawn`

Exemple avec *P_NOWAIT* :

```
pid = os.spawnlp(os.P_NOWAIT, "/bin/mycmd", "mycmd", "myarg")
==>
pid = Popen(["/bin/mycmd", "myarg"]).pid
```

Exemple avec *P_WAIT* :

```
retcode = os.spawnlp(os.P_WAIT, "/bin/mycmd", "mycmd", "myarg")
==>
retcode = call(["/bin/mycmd", "myarg"])
```

Exemple avec un tableau :

```
os.spawnvp(os.P_NOWAIT, path, args)
==>
Popen([path] + args[1:])
```

Exemple en passant un environnement :

```
os.spawnlpe(os.P_NOWAIT, "/bin/mycmd", "mycmd", "myarg", env)
==>
Popen(["/bin/mycmd", "myarg"], env={"PATH": "/usr/bin"})
```

Remplacer `os.popen()`, `os.popen2()`, `os.popen3()`

```
(child_stdin, child_stdout) = os.popen2(cmd, mode, bufsize)
==>
p = Popen(cmd, shell=True, bufsize=bufsize,
          stdin=PIPE, stdout=PIPE, close_fds=True)
(child_stdin, child_stdout) = (p.stdin, p.stdout)
```

```
(child_stdin,
 child_stdout,
 child_stderr) = os.popen3(cmd, mode, bufsize)
==>
p = Popen(cmd, shell=True, bufsize=bufsize,
          stdin=PIPE, stdout=PIPE, stderr=PIPE, close_fds=True)
(child_stdin,
 child_stdout,
 child_stderr) = (p.stdin, p.stdout, p.stderr)
```

```
(child_stdin, child_stdout_and_stderr) = os.popen4(cmd, mode, bufsize)
==>
p = Popen(cmd, shell=True, bufsize=bufsize,
          stdin=PIPE, stdout=PIPE, stderr=STDOUT, close_fds=True)
(child_stdin, child_stdout_and_stderr) = (p.stdin, p.stdout)
```

La gestion du code de retour se traduit comme suit :

```
pipe = os.popen(cmd, 'w')
...
rc = pipe.close()
if rc is not None and rc >> 8:
    print("There were some errors")
==>
process = Popen(cmd, stdin=PIPE)
...
process.stdin.close()
if process.wait() != 0:
    print("There were some errors")
```

Remplacer les fonctions du module `popen2`

Note : Si l'argument *cmd* des fonctions de *popen2* est une chaîne de caractères, la commande est exécutée à travers */bin/sh*. Si c'est une liste, la commande est directement exécutée.

```
(child_stdout, child_stdin) = popen2.popen2("somestring", bufsize, mode)
==>
p = Popen("somestring", shell=True, bufsize=bufsize,
          stdin=PIPE, stdout=PIPE, close_fds=True)
(child_stdout, child_stdin) = (p.stdout, p.stdin)
```

```
(child_stdout, child_stdin) = popen2.popen2(["mycmd", "myarg"], bufsize, mode)
==>
p = Popen(["mycmd", "myarg"], bufsize=bufsize,
          stdin=PIPE, stdout=PIPE, close_fds=True)
(child_stdout, child_stdin) = (p.stdout, p.stdin)
```

`popen2.Popen3` et `popen2.Popen4` fonctionnent basiquement comme *`subprocess.Popen`*, excepté que :

— *`Popen`* lève une exception si l'exécution échoue.

— L'argument *capturestderr* est remplacé par *stderr*.
— `stdin=PIPE` et `stdout=PIPE` doivent être spécifiés.
— *popen2* ferme tous les descripteurs de fichiers par défaut, mais vous devez spécifier `close_fds=True` avec *Popen* pour garantir ce comportement sur toutes les plateformes ou les anciennes versions de Python.

17.5.7 Remplacement des fonctions originales d'invocation du *shell*

Ce module fournit aussi les fonctions suivantes héritées du module `commands` de Python 2.x. Ces opérations invoquent implicitement le *shell* du système et n'apportent aucune des garanties décrites ci-dessus par rapport à la sécurité ou la cohérence de la gestion des exceptions.

`subprocess.`**`getstatusoutput`**`(`*cmd*`)`
Renvoie les valeurs `(exitcode, output)` de l'exécution de *cmd* dans un *shell*.
Exécute la chaîne *cmd* dans un *shell* avec `Popen.check_output()` et renvoie un *tuple* de 2 éléments `(exitcode, output)`. L'encodage local est utilisé, voir les notes de la section *Arguments fréquemment utilisés* pour plus de détails.
Si la sortie se termine par un caractère de fin de ligne, ce dernier est supprimé. Le code de statut de la commande peut être interprété comme le code de retour de *subprocess*. Par exemple :

```
>>> subprocess.getstatusoutput('ls /bin/ls')
(0, '/bin/ls')
>>> subprocess.getstatusoutput('cat /bin/junk')
(1, 'cat: /bin/junk: No such file or directory')
>>> subprocess.getstatusoutput('/bin/junk')
(127, 'sh: /bin/junk: not found')
>>> subprocess.getstatusoutput('/bin/kill $$')
(-15, '')
```

Disponibilité : POSIX et Windows.
Modifié dans la version 3.3.4 : Ajout de la gestion de Windows.
La fonction renvoie maintenant `(exitcode, output)` plutôt que `(status, output)` comme dans les versions de Python 3.3.3 ou antérieures. *exitcode* vaut la même valeur que *returncode*.

`subprocess.`**`getoutput`**`(`*cmd*`)`
Renvoie la sortie (standard et d'erreur) de l'exécution de *cmd* dans un *shell*.
Comme *getstatusoutput()*, à l'exception que le code de statut est ignoré et que la valeur de retour est une chaîne contenant la sortie de la commande. Exemple :

```
>>> subprocess.getoutput('ls /bin/ls')
'/bin/ls'
```

Disponibilité : POSIX et Windows.
Modifié dans la version 3.3.4 : Ajout de la gestion de Windows

17.5.8 Notes

Convertir une séquence d'arguments vers une chaîne de caractères sous Windows

Sous Windows, une séquence *args* est convertie vers une chaîne qui peut être analysée avec les règles suivantes (qui correspondent aux règles utilisées par l'environnement *MS C*) :

1. Les arguments sont délimités par des espacements, qui peuvent être des espaces ou des tabulations.
2. Une chaîne entourée de double guillemets est interprétée comme un argument seul, qu'elle contienne ou non des espacements. Une chaîne entre guillemets peut être intégrée dans un argument.
3. Un guillemet double précédé d'un *backslash* est interprété comme un guillemet double littéral.
4. Les *backslashs* sont interprétés littéralement, à moins qu'ils précèdent immédiatement un guillemet double.

5. Si des *backslashs* précèdent directement un guillemet double, toute paire de *backslashs* est interprétée comme un *backslash* littéral. Si le nombre de *backslashs* est impair, le dernier *backslash* échappe le prochain guillemet double comme décrit en règle 3.

Voir aussi :

shlex Module qui fournit des fonctions pour analyser et échapper les lignes de commandes.

17.6 sched --- Event scheduler

Code source : Lib/sched.py

The *sched* module defines a class which implements a general purpose event scheduler :

class sched.**scheduler**(*timefunc=time.monotonic*, *delayfunc=time.sleep*)

The *scheduler* class defines a generic interface to scheduling events. It needs two functions to actually deal with the "outside world" --- *timefunc* should be callable without arguments, and return a number (the "time", in any units whatsoever). The *delayfunc* function should be callable with one argument, compatible with the output of *timefunc*, and should delay that many time units. *delayfunc* will also be called with the argument `0` after each event is run to allow other threads an opportunity to run in multi-threaded applications.

Modifié dans la version 3.3 : *timefunc* and *delayfunc* parameters are optional.

Modifié dans la version 3.3 : *scheduler* class can be safely used in multi-threaded environments.

Exemple :

```
>>> import sched, time
>>> s = sched.scheduler(time.time, time.sleep)
>>> def print_time(a='default'):
...     print("From print_time", time.time(), a)
...
>>> def print_some_times():
...     print(time.time())
...     s.enter(10, 1, print_time)
...     s.enter(5, 2, print_time, argument=('positional',))
...     s.enter(5, 1, print_time, kwargs={'a': 'keyword'})
...     s.run()
...     print(time.time())
...
>>> print_some_times()
930343690.257
From print_time 930343695.274 positional
From print_time 930343695.275 keyword
From print_time 930343700.273 default
930343700.276
```

17.6.1 Scheduler Objects

scheduler instances have the following methods and attributes :

scheduler.**enterabs**(*time*, *priority*, *action*, *argument=()*, *kwargs={}*)

Schedule a new event. The *time* argument should be a numeric type compatible with the return value of the *timefunc* function passed to the constructor. Events scheduled for the same *time* will be executed in the order of their *priority*. A lower number represents a higher priority.

Executing the event means executing `action(*argument, **kwargs)`. *argument* is a sequence holding the positional arguments for *action*. *kwargs* is a dictionary holding the keyword arguments for *action*.

Return value is an event which may be used for later cancellation of the event (see *cancel()*).

Modifié dans la version 3.3 : *argument* parameter is optional.

Nouveau dans la version 3.3 : *kwargs* parameter was added.

scheduler.**enter**(*delay*, *priority*, *action*, *argument=()*, *kwargs={}*)
Schedule an event for *delay* more time units. Other than the relative time, the other arguments, the effect and the return value are the same as those for *enterabs()*.

Modifié dans la version 3.3 : *argument* parameter is optional.

Nouveau dans la version 3.3 : *kwargs* parameter was added.

scheduler.**cancel**(*event*)
Remove the event from the queue. If *event* is not an event currently in the queue, this method will raise a *ValueError*.

scheduler.**empty**()
Return `True` if the event queue is empty.

scheduler.**run**(*blocking=True*)
Run all scheduled events. This method will wait (using the `delayfunc()` function passed to the constructor) for the next event, then execute it and so on until there are no more scheduled events.

If *blocking* is false executes the scheduled events due to expire soonest (if any) and then return the deadline of the next scheduled call in the scheduler (if any).

Either *action* or *delayfunc* can raise an exception. In either case, the scheduler will maintain a consistent state and propagate the exception. If an exception is raised by *action*, the event will not be attempted in future calls to *run()*.

If a sequence of events takes longer to run than the time available before the next event, the scheduler will simply fall behind. No events will be dropped ; the calling code is responsible for canceling events which are no longer pertinent.

Nouveau dans la version 3.3 : *blocking* parameter was added.

scheduler.**queue**
Read-only attribute returning a list of upcoming events in the order they will be run. Each event is shown as a *named tuple* with the following fields : time, priority, action, argument, kwargs.

17.7 queue — File synchronisée

Code source : Lib/queue.py

Le module *queue* implémente des files multi-productrices et multi-consommatrices. C'est particulièrement utile en programmation *multi-thread*, lorsque les informations doivent être échangées sans risques entre plusieurs *threads*. La classe *Queue* de ce module implémente tout le verrouillage nécessaire. Cela dépend de la disponibilité du support des fils d'exécution en Python ; voir le module *threading*.

Le module implémente trois types de files qui diffèrent par l'ordre dans lequel les éléments en sont extraits. Dans une file FIFO, les premiers éléments ajoutés sont les premiers extraits. Dans une file LIFO, le dernier élément ajouté est le premier élément extrait (se comporte comme une pile). Avec une file de priorité, les entrées restent triés (en utilisant le module *heapq*) et l'élément ayant la valeur la plus faible est extrait en premier.

En interne, ces trois types de files utilisent des verrous pour bloquer temporairement des fils d'exécution concurrents. Cependant, ils n'ont pas été conçus pour être réentrants au sein d'un fil d'exécution.

Le module implémente aussi une FIFO basique, *SimpleQueue*, dont l'implémentation spécialisée fournit plus de garanties au détriment des fonctionnalités.

Le module *queue* définit les classes et les exceptions suivantes :

class queue.**Queue**(*maxsize=0*)
Constructeur pour une file FIFO. *maxsize* est un entier définissant le nombre maximal d'éléments pouvant être mis dans la file. L'insertion sera bloquée lorsque cette borne supérieure sera atteinte, jusqu'à ce que des éléments de la file soient consommés. Si *maxsize* est inférieur ou égal à 0, la taille de la file sera infinie.

class queue.**LifoQueue**(*maxsize=0*)
Constructeur pour une file LIFO. *maxsize* est un entier définissant le nombre maximal d'éléments pouvant être

mis dans la file. L'insertion sera bloquée lorsque cette borne supérieure sera atteinte, jusqu'à ce que des éléments de la file soient consommés. Si *maxsize* est inférieur ou égal à 0, la taille de la file sera infinie.

class queue.**PriorityQueue**(*maxsize=0*)

Constructeur pour une file de priorité. *maxsize* est un entier définissant le nombre maximal d'éléments pouvant être mis dans la file. L'insertion sera bloquée lorsque cette borne supérieure sera atteinte, jusqu'à ce que des éléments soient consommés. Si *maxsize* est inférieur ou égal à 0, la taille de la file sera infinie.

Les éléments de valeurs les plus faibles sont extraits en premier (l'élément de valeur la plus faible est celui renvoyé par `sorted(list(entries))[0]`). Un cas typique est d'utiliser des tuple de la forme : `(priority_number, data)`.

Si les éléments de *data* ne sont pas comparables, les données peuvent être enveloppées dans une classe qui ignore l'élément de données et ne compare que l'ordre de priorité :

```
from dataclasses import dataclass, field
from typing import Any

@dataclass(order=True)
class PrioritizedItem:
    priority: int
    item: Any=field(compare=False)
```

class queue.**SimpleQueue**

Constructeur d'une file illimitée FIFO. Les simples files d'attente ne possèdent pas de fonctionnalités avancées telles que le suivi des tâches.

Nouveau dans la version 3.7.

exception queue.**Empty**

Exception levée lorsque la méthode non bloquante *get()* (ou *get_nowait()*) est appelée sur l'objet *Queue* vide.

exception queue.**Full**

Exception levée lorsque la méthode non bloquante *put()* (ou *put_nowait()*) est appelée sur un objet *Queue* plein.

17.7.1 Objets Queue

Les objets *Queue* (*Queue*, *LifoQueue* ou *PriorityQueue*) fournissent les méthodes publiques décrites ci-dessous.

Queue.**qsize**()

Renvoie la taille approximative de la file. Notez que `qsize() > 0` ne garantit pas qu'un `get()` ultérieur ne sera pas bloquant et que `qsize() < maxsize` ne garantit pas non plus qu'un `put()` ne sera pas bloquant.

Queue.**empty**()

Renvoie `True` si la file est vide, `False` sinon. Si `empty()` renvoie `True`, cela ne garantit pas qu'un appel ultérieur à `put()` ne sera pas bloquant. Similairement, si `empty()` renvoie `False`, cela ne garantit pas qu'un appel ultérieur à `get()` ne sera pas bloquant.

Queue.**full**()

Renvoie `True` si la file est pleine, `False` sinon. Si `full()` renvoie"True", cela ne garantit pas qu'un appel ultérieur à `get()` ne sera pas bloquant. Similairement, si `full()` retourne `False`, cela ne garantit pas qu'un appel ultérieur à `put()` ne sera pas bloquant.

Queue.**put**(*item*, *block=True*, *timeout=None*)

Met *item* dans la file. Si les arguments optionnels *block* et *timeout* sont respectivement `True` et `None` (les valeurs par défaut), la méthode bloque si nécessaire jusqu'à ce qu'un emplacement libre soit disponible. Si *timeout* est un nombre positif, elle bloque au plus *timeout* secondes et lève l'exception *Full* s'il n'y avait pas d'emplacement libre pendant cette période de temps. Sinon (*block* est `False`), elle met un élément dans la file s'il y a un emplacement libre immédiatement disponible. Si ce n'est pas le cas, elle lève l'exception *Full* (*timeout* est ignoré dans ce cas).

Queue.**put_nowait**(*item*)
Équivalent à `put(item, False)`.

Queue.**get**(*block=True*, *timeout=None*)
Retire et renvoie un élément de la file. Si les arguments optionnels *block* et *timeout* valent respectivement `True` et `None` (les valeurs par défaut), la méthode bloque si nécessaire jusqu'à ce qu'un élément soit disponible. Si *timeout* est un entier positif, elle bloque au plus *timeout* secondes et lève l'exception *Empty* s'il n'y avait pas d'élément disponible pendant cette période de temps. Sinon (*block* vaut `False`), elle renvoie un élément s'il y en a un immédiatement disponible. Si ce n'est pas le cas, elle lève l'exception *Empty* (*timeout* est ignoré dans ce cas).

Avant Python 3.0 sur les systèmes POSIX, et pour toutes les versions sur Windows, si *block* est vrai et *timeout* vaut `None`, cette opération rentre dans une attente ininterruptible sous un verrou. Cela veut dire qu'aucune exception ne peut arriver et, en particulier, un *SIGINT* ne déclenchera pas de *KeyboardInterrupt*.

Queue.**get_nowait**()
Équivalent à `get(False)`.

Deux méthodes sont proposées afin de savoir si les tâches mises dans la file ont été entièrement traitées par les fils d'exécution consommateurs du démon.

Queue.**task_done**()
Indique qu'une tâche précédemment mise dans la file est terminée. Utilisé par les fils d'exécution consommateurs de la file. Pour chaque appel à *get()* effectué afin de récupérer une tâche, un appel ultérieur à *task_done()* informe la file que le traitement de la tâche est terminé.

Si un *join()* est actuellement bloquant, on reprendra lorsque tous les éléments auront été traités (ce qui signifie qu'un appel à *task_done()* a été effectué pour chaque élément qui a été *put()* dans la file).

Lève une exception *ValueError* si appelée plus de fois qu'il y avait d'éléments dans la file.

Queue.**join**()
Bloque jusqu'à ce que tous les éléments de la file aient été obtenus et traités.

Le nombre de tâches inachevées augmente chaque fois qu'un élément est ajouté à la file. Ce nombre diminue chaque fois qu'un fil d'exécution consommateur appelle *task_done()* pour indiquer que l'élément a été extrait et que tout le travail à effectuer dessus est terminé. Lorsque le nombre de tâches non terminées devient nul, *join()* débloque.

Exemple montrant comment attendre que les tâches mises dans la file soient terminées :

```
def worker():
    while True:
        item = q.get()
        if item is None:
            break
        do_work(item)
        q.task_done()

q = queue.Queue()
threads = []
for i in range(num_worker_threads):
    t = threading.Thread(target=worker)
    t.start()
    threads.append(t)

for item in source():
    q.put(item)

# block until all tasks are done
q.join()

# stop workers
for i in range(num_worker_threads):
    q.put(None)
for t in threads:
    t.join()
```

17.7.2 Objets `SimpleQueue`

Les objets *`SimpleQueue`* fournissent les méthodes publiques décrites ci-dessous.

`SimpleQueue.`**`qsize`**`()`
Renvoie la taille approximative de la file. Notez que `qsize() > 0` ne garantit pas qu'un `get()` ultérieur ne soit pas bloquant.

`SimpleQueue.`**`empty`**`()`
Renvoie `True` si la file est vide, `False` sinon. Si `empty()` renvoie `False`, cela ne garantit pas qu'un appel ultérieur à `get()` ne soit pas bloquant.

`SimpleQueue.`**`put`**`(`*item*, *block=True*, *timeout=None*`)`
Met *item* dans la file. La méthode ne bloque jamais et aboutit toujours (sauf en cas de potentielles erreurs de bas niveau, telles qu'un échec d'allocation de mémoire). Les arguments optionnels *block* et *timeout* sont ignorés et fournis uniquement pour la compatibilité avec *`Queue.put()`*.

CPython implementation detail : This method has a C implementation which is reentrant. That is, a `put()` or `get()` call can be interrupted by another `put()` call in the same thread without deadlocking or corrupting internal state inside the queue. This makes it appropriate for use in destructors such as `__del__` methods or *`weakref`* callbacks.

`SimpleQueue.`**`put_nowait`**`(`*item*`)`
Équivalent de `put(item)`, fourni pour la compatibilité avec *`Queue.put_nowait()`*.

`SimpleQueue.`**`get`**`(`*block=True*, *timeout=None*`)`
Retire et renvoie un élément de la file. Si les arguments optionnels *block* et *timeout* valent respectivement `True` et `None` (les valeurs par défaut), la méthode bloque si nécessaire jusqu'à ce qu'un élément soit disponible. Si *timeout* est un entier positif, elle bloque au plus *timeout* secondes et lève l'exception *`Empty`* s'il n'y avait pas d'élément disponible pendant cette période de temps. Sinon (*block* vaut `False`), elle renvoie un élément s'il y en a un immédiatement disponible. Si ce n'est pas le cas, elle lève l'exception *`Empty`* (*timeout* est ignoré dans ce cas).

`SimpleQueue.`**`get_nowait`**`()`
Équivalent à `get(False)`.

Voir aussi :

Classe *`multiprocessing.Queue`* Une file à utiliser dans un contexte multi-processus (plutôt que *multi-thread*).

`collections.deque` est une implémentation alternative de file non bornée avec des méthodes *`append()`* et *`popleft()`* rapides et atomiques ne nécessitant pas de verrouillage.

Les modules suivants servent de fondation pour certains services cités ci-dessus.

17.8 `_thread` — API bas niveau de gestion de fils d'exécution

Ce module fournit les primitives de bas niveau pour travailler avec de multiples fils d'exécution (aussi appelés *light-weight processes* ou *tasks*) — plusieurs fils d'exécution de contrôle partagent leur espace de données global. Pour la synchronisation, de simples verrous (aussi appelés des *mutexes* ou des *binary semaphores*) sont fournis. Le module *`threading`* fournit une API de fils d'exécution de haut niveau, plus facile à utiliser et construite à partir de ce module.

Modifié dans la version 3.7 : Ce module était optionnel, il est maintenant toujours disponible.

Ce module définit les constantes et les fonctions suivantes :

`exception` `_thread.`**`error`**
Levée lors d'erreurs spécifiques aux fils d'exécution.
Modifié dans la version 3.3 : Ceci est à présent un synonyme de l'exception native *`RuntimeError`*.

_thread.**LockType**
C'est le type d'objets verrous.

_thread.**start_new_thread**(*function*, *args*[, *kwargs*])
Démarre un nouveau fils d'exécution et renvoie son identifiant. Ce fil d'exécution exécute la fonction *function* avec la liste d'arguments *args* (qui doit être un *tuple*). L'argument optionnel *kwargs* spécifie un dictionnaire d'arguments de mots clés. Quand la fonction se termine, le fil d'exécution se termine silencieusement. Quand la fonction termine avec une exception non gérée, une trace de la pile est affichée et ensuite le fil d'exécution s'arrête (mais les autres fils d'exécutions continuent de s'exécuter).

_thread.**interrupt_main**()
Simule l'effet d'un signal *signal.SIGINT* arrivant au fil d'exécution principal. Un fil d'exécution peut utiliser cette fonction pour interrompre le fil d'exécution principal.

Si le signal *signal.SIGINT* n'est pas géré par Python (s'il a été paramétré à *signal.SIG_DFL* ou *signal.SIG_IGN*), cette fonction ne fait rien.

_thread.**exit**()
Lève une exception *SystemExit*. Quand elle n'est pas interceptée, le fil d'exécution se terminera silencieusement.

_thread.**allocate_lock**()
Renvoie un nouveau verrou. Les méthodes des verrous sont décrites ci-dessous. Le verrou est initialement déverrouillé.

_thread.**get_ident**()
Renvoie l'« identifiant de fil » du fil d'exécution courant. C'est un entier non nul. Sa valeur n'a pas de signification directe ; il est destiné à être utilisé comme *cookie* magique, par exemple pour indexer un dictionnaire de données pour chaque fil. Les identifiants de fils peuvent être recyclés lorsqu'un fil d'exécution se termine et qu'un autre fil est créé.

_thread.**stack_size**([*size*])
Renvoie la taille de la pile d'exécution utilisée lors de la création de nouveaux fils d'exécution. L'argument optionnel *size* spécifie la taille de pile à utiliser pour les fils créés ultérieurement, et doit être à 0 (pour utiliser la taille de la plate-forme ou la valeur configurée par défaut) ou un entier positif supérieur ou égal à 32 768 (32 Kio). Si *size* n'est pas spécifié, 0 est utilisé. Si la modification de la taille de la pile de fils n'est pas prise en charge, une exception *RuntimeError* est levée. Si la taille de la pile spécifiée n'est pas valide, une exception *ValueError* est levée et la taille de la pile n'est pas modifiée. 32 Kio est actuellement la valeur minimale de taille de la pile prise en charge pour garantir un espace de pile suffisant pour l'interpréteur lui-même. Notez que certaines plates-formes peuvent avoir des restrictions particulières sur les valeurs de taille de la pile, telles que l'exigence d'une taille de pile minimale > 32 Kio ou d'une allocation en multiples de la taille de page de la mémoire du système – la documentation de la plate-forme devrait être consultée pour plus d'informations (4 Kio sont courants ; en l'absence de renseignements plus spécifiques, l'approche suggérée est l'utilisation de multiples de 4 096 octets pour la taille de la pile).

Disponibilité : Windows et systèmes gérant les fils d'exécution POSIX.

_thread.**TIMEOUT_MAX**
La valeur maximale autorisée pour le paramètre *timeout* de la méthode `Lock.acquire()`. Préciser un délai d'attente supérieur à cette valeur lève une exception *OverflowError*.

Nouveau dans la version 3.2.

Les verrous ont les méthodes suivantes :

lock.**acquire**(*waitflag=1*, *timeout=-1*)
Sans aucun argument optionnel, cette méthode acquiert le verrou inconditionnellement, et si nécessaire attend jusqu'à ce qu'il soit relâché par un autre fil d'exécution (un seul fil d'exécution à la fois peut acquérir le verrou — c'est leur raison d'être).

Si l'argument *waitflag*, un entier, est présent, l'action dépend de sa valeur : si elle est de zéro, le verrou est seulement acquis s'il peut être acquis immédiatement, sans attendre, sinon le verrou est acquis inconditionnellement comme ci-dessus.

Si l'argument *timeout*, en virgule flottante, est présent et positif, il spécifie le temps d'attente maximum en secondes avant de renvoyer. Un argument *timeout* négatif spécifie une attente illimitée. Vous ne pouvez pas spécifier un *timeout* si *waitflag* est à zéro.

La valeur renvoyée est `True` si le verrou est acquis avec succès, sinon `False`.

Modifié dans la version 3.2 : Le paramètre *timeout* est nouveau.

Modifié dans la version 3.2 : Le verrou acquis peut maintenant être interrompu par des signaux sur POSIX.

`lock.`**`release`**`()`
Relâche le verrou. Le verrou doit avoir été acquis plus tôt, mais pas nécessairement par le même fil d'exécution.

`lock.`**`locked`**`()`
Renvoie le statut du verrou : `True` s'il a été acquis par certains fils d'exécution, sinon `False`.

En plus de ces méthodes, les objets verrous peuvent aussi être utilisés via l'instruction `with`, e.g. :

```
import _thread

a_lock = _thread.allocate_lock()

with a_lock:
    print("a_lock is locked while this executes")
```

Avertissements :

— Les fils d'exécution interagissent étrangement avec les interruptions : l'exception *KeyboardInterrupt* sera reçue par un fil d'exécution arbitraire. (Quand le module *signal* est disponible, les interruptions vont toujours au fil d'exécution principal).
— Appeler la fonction *sys.exit()* ou lever l'exception *SystemExit* est équivalent à appeler la fonction *_thread.exit()*.
— Il n'est pas possible d'interrompre la méthode `acquire()` sur un verrou — l'exception *KeyboardInterrupt* surviendra après que le verrou a été acquis.
— Quand le fil d'exécution principal s'arrête, il est défini par le système si les autres fils d'exécution survivent. Sur beaucoup de systèmes, ils sont tués sans l'exécution des clauses `try`… `finally` ou l'exécution des destructeurs d'objets.
— Quand le fil d'exécution principal s'arrête, il ne fait pas son nettoyage habituel (excepté que les clauses `try`… `finally` sont honorées) et les fichiers d'entrée/sortie standards ne sont pas nettoyés.

17.9 `_dummy_thread` --- Module de substitution pour le module `_thread`

Code source : Lib/_dummy_thread.py

Obsolète depuis la version 3.7 : Dorénavant, Python active toujours les fils d'exécution multiples. Utilisez *_thread* (ou mieux *threading*) à la place.

Ce module fournit une imitation de l'interface du module *_thread*. Son but était d'être importé lorsque le module *_thread* n'était pas fourni par la plateforme.

Soyez prudent de ne pas utiliser ce module lorsqu'un interblocage (*deadlock* en anglais) peut se produire à partir d'un fil d'exécution en cours de création qui bloque en attentant qu'un autre fil d'exécution soit créé. Cela se produit souvent avec des I/O bloquants.

17.10 dummy_threading --- Module de substitution au module threading

Code source : Lib/dummy_threading.py

Obsolète depuis la version 3.7 : Dorénavant, Python active toujours les fils d'exécution multiples. Utilisez *threading* à la place.

Ce module fournit une imitation de l'interface du module *threading*. Son but était d'être importé lorsque le module *_thread* n'était pas fourni par la plateforme.

Soyez prudent de ne pas utiliser ce module lorsqu'un interblocage (*deadlock* en anglais) peut se produire à partir d'un fil d'exécution en cours de création qui bloque en attentant qu'un autre fil d'exécution soit créé. Cela se produit souvent avec des I/O bloquants.

CHAPITRE 18

contextvars — Variables de contexte

Ce module fournit des API pour gérer, stocker et accéder à l'état local de contexte. La classe *ContextVar* est utilisée pour déclarer et travailler avec les *Variables de contexte*. La fonction *copy_context()* et la classe *Context* doivent être utilisées pour la gestion du contexte actuel dans les cadriciels asynchrones.

Les gestionnaires de contexte, quand ils ont un état et quand ils sont utilisés dans du code s'exécutant de manière concurrente, doivent utiliser les variables de contexte au lieu de *threading.local()* pour empêcher que leur état ne perturbe un autre fil de manière inattendue.

Voir aussi **PEP 567** pour plus de détails.

Nouveau dans la version 3.7.

18.1 Variables de contexte

class contextvars.**ContextVar**(*name*[, *, *default*])

Cette classe est utilisée pour déclarer une nouvelle variable de contexte, p. ex. :

```
var: ContextVar[int] = ContextVar('var', default=42)
```

Le paramètre requis *name* est utilisé à des fins d'introspection et de débogage.

Le paramètre nommé *default* est renvoyé par *ContextVar.get()* quand aucune valeur n'est trouvée dans le contexte actuel pour la variable.

Important : les variables de contexte doivent être créées au plus haut niveau du module et jamais dans des fermetures (*closures*). Les objets *Context* maintiennent des références fortes aux variables de contexte ce qui empêche que les variables de contexte soient correctement nettoyées par le ramasse-miette.

name

Nom de la variable. Cette propriété est en lecture seule.

Nouveau dans la version 3.7.1.

get([*default*])

Renvoie la valeur de la variable de contexte pour le contexte actuel.

S'il n'y a pas de valeur pour la variable dans le contexte actuel, la méthode :

— renvoie la valeur de l'argument *default* passé à la méthode, s'il a été fourni ;
— ou renvoie la valeur par défaut de la variable de contexte, si elle a été créée avec une valeur par défaut ;
— ou lève une erreur *LookupError*.

set(*value*)
Assigne une nouvelle valeur à la variable de contexte dans le contexte actuel.
L'argument requis *value* est la nouvelle valeur pour la variable de contexte.
Renvoie un objet *Token* qui peut être utilisé pour rétablir la variable à sa valeur précédente par la méthode *ContextVar.reset()*.

reset(*token*)
Réinitialise la variable de contexte à la valeur qu'elle avait avant l'appel de *ContextVar.set()* qui a créé le *token*.
Par exemple :

```
var = ContextVar('var')

token = var.set('new value')
# code that uses 'var'; var.get() returns 'new value'.
var.reset(token)

# After the reset call the var has no value again, so
# var.get() would raise a LookupError.
```

class contextvars.**Token**
Les objets *Token* sont renvoyés par la méthode *ContextVar.set()*. Ils peuvent être passés à la méthode *ContextVar.reset()* pour réaffecter la valeur de la variable à ce qu'elle était avant le *set* correspondant.

Token.**var**
Propriété en lecture seule. Pointe vers l'objet *ContextVar* qui a créé le token.

Token.**old_value**
Propriété en lecture seule. Sa valeur est celle que la variable avait avant l'appel à la méthode *ContextVar.set()* qui a créé le jeton. Elle pointe à `Token.MISSING` si la variable n'est pas définie avant l'appel.

Token.**MISSING**
Objet marqueur utilisé par `Token.old_value`.

18.2 Gestion de contexte manuelle

contextvars.**copy_context**()
Renvoie une copie de l'objet *Context* actuel.
Le fragment de code qui suit obtient une copie du contexte actuel et affiche toutes les variables avec leurs valeurs définies dans ce contexte.

```
ctx: Context = copy_context()
print(list(ctx.items()))
```

La fonction a une complexité O(1), c.-à-d. qu'elle fonctionne aussi rapidement pour des contextes avec peu de variables de contexte que pour des contextes qui en ont beaucoup.

class contextvars.**Context**
Tableau associatif entre *ContextVars* et leurs valeurs.
`Context()` crée un contexte vide ne contenant aucune valeur. Pour obtenir une copie du contexte actuel, utilisez la fonction *copy_context()*.
Context implémente l'interface *collections.abc.Mapping*.

run(*callable*, **args*, ***kwargs*)
Exécute le code `callable(*args, **kwargs)` dans le contexte défini par l'objet. Renvoie le résultat de l'exécution ou propage une exception s'il y en a une qui s'est produite.
Tout changement apporté aux variables de contexte effectué par *callable* sera contenu dans l'objet de contexte :

```
var = ContextVar('var')
var.set('spam')

def main():
    # 'var' was set to 'spam' before
    # calling 'copy_context()' and 'ctx.run(main)', so:
    # var.get() == ctx[var] == 'spam'

    var.set('ham')

    # Now, after setting 'var' to 'ham':
    # var.get() == ctx[var] == 'ham'

ctx = copy_context()

# Any changes that the 'main' function makes to 'var'
# will be contained in 'ctx'.
ctx.run(main)

# The 'main()' function was run in the 'ctx' context,
# so changes to 'var' are contained in it:
# ctx[var] == 'ham'

# However, outside of 'ctx', 'var' is still set to 'spam':
# var.get() == 'spam'
```

La méthode lève une *RuntimeError* quand elle est appelée sur le même objet de contexte depuis plus qu'un fil d'exécution ou quand elle est appelée récursivement.

copy()
Renvoie une copie de surface de l'objet de contexte.

var in context
Renvoie `True` si le *context* a une valeur pour *var* ; sinon renvoie `False`.

context[var]
Renvoie la valeur de la variable *ContextVar* *var*. Si la variable n'est pas définie dans l'objet de contexte, une *KeyError* est levée.

get(*var*[, *default*])
Renvoie la valeur de *var* si *var* possède une valeur dans l'objet de contexte. Renvoie *default* sinon (ou `None` si *default* n'est pas donné).

iter(context)
Renvoie un itérateur sur les variables stockées dans l'objet de contexte.

len(proxy)
Renvoie le nombre de variables définies dans l'objet de contexte.

keys()
Renvoie une liste de toutes les variables dans l'objet de contexte.

values()
Renvoie une liste de toutes les valeurs des variables dans l'objet de contexte.

items()
Renvoie une liste de paires contenant toutes les variables et leurs valeurs dans l'objet de contexte.

18.3 Gestion avec *asyncio*

asyncio gère nativement les variables de contexte et elles sont prêtes à être utilisées sans configuration supplémentaire. Par exemple, voici un serveur *echo* simple qui utilise une variable de contexte pour que l'adresse d'un client distant soit disponible dans le *Task* qui gère ce client :

```
import asyncio
import contextvars

client_addr_var = contextvars.ContextVar('client_addr')

def render_goodbye():
    # The address of the currently handled client can be accessed
    # without passing it explicitly to this function.

    client_addr = client_addr_var.get()
    return f'Good bye, client @ {client_addr}\n'.encode()

async def handle_request(reader, writer):
    addr = writer.transport.get_extra_info('socket').getpeername()
    client_addr_var.set(addr)

    # In any code that we call is now possible to get
    # client's address by calling 'client_addr_var.get()'.

    while True:
        line = await reader.readline()
        print(line)
        if not line.strip():
            break
        writer.write(line)

    writer.write(render_goodbye())
    writer.close()

async def main():
    srv = await asyncio.start_server(
        handle_request, '127.0.0.1', 8081)

    async with srv:
        await srv.serve_forever()

asyncio.run(main())

# To test it you can use telnet:
#     telnet 127.0.0.1 8081
```

CHAPITRE 19

Réseau et communication entre processus

Les modules décrits dans ce chapitre fournissent différents mécanismes de mise en réseau et de communication entre processus.

Certains de ces modules ne fonctionnent que pour deux processus sur une seule machine, comme les modules `signal` et `mmap`. D'autres gèrent des protocoles réseaux que deux processus, ou plus, peuvent utiliser pour communiquer entre différentes machines.

La liste des modules documentés dans ce chapitre est :

19.1 `asyncio` — Entrées/Sorties asynchrones

Hello World !

```
import asyncio

async def main():
    print('Hello ...')
    await asyncio.sleep(1)
    print('... World!')

# Python 3.7+
asyncio.run(main())
```

asyncio est une bibliothèque permettant de faire de la programmation asynchrone en utilisant la syntaxe *async*/*await*.

asyncio constitue la base de nombreux cadriciels (*frameworks*) Python asynchrones qui fournissent des utilitaires réseau et des serveurs web performants, des bibliothèques de connexion à des bases de données, des files d'exécution distribuées, etc.

asyncio est souvent le bon choix pour écrire du code réseau de haut-niveau et tributaire des entrées-sorties (*IO-bound*).

asyncio fournit des interfaces de programmation **haut-niveau** pour :

- *exécuter des coroutines Python* de manière concurrente et d'avoir le contrôle total sur leur exécution ;
- effectuer *des entrées/sorties réseau et de la communication inter-processus* ;
- contrôler des *sous-processus* ;

— distribuer des tâches avec des *queues* ;
— *synchroniser* du code s'exécutant de manière concurrente ;

En plus, il existe des bibliothèques de **bas-niveau** pour que les *développeurs de bibliothèques et de frameworks* puissent :

— créer et gérer des *boucles d'événements*, qui fournissent des bibliothèques asynchrones de `réseau`, d'exécution de `subprocesses`, de gestion de `signaux système`, etc ;
— implémenter des protocoles efficaces à l'aide de *transports* ;
— *lier* des bibliothèques basées sur les fonctions de rappel et développer avec la syntaxe *async/await*.

Sommaire

19.1.1 Coroutines et tâches

Cette section donne un aperçu des API de haut-niveau du module *asyncio* pour utiliser les coroutines et les tâches.

Coroutines

Il est recommandé d'utiliser la syntaxe *async* / *await* pour développer des programmes *asyncio*. Par exemple, le morceau de code suivant (nécessitant Python 3.7 ou supérieur) affiche *hello*, attend une seconde et affiche ensuite *world* :

```
>>> import asyncio

>>> async def main():
...     print('hello')
...     await asyncio.sleep(1)
...     print('world')

>>> asyncio.run(main())
hello
world
```

Appeler une coroutine ne la planifie pas pour exécution :

```
>>> main()
<coroutine object main at 0x1053bb7c8>
```

Pour réellement exécuter une coroutine, *asyncio* fournit trois mécanismes principaux :

— La fonction `asyncio.run()` pour exécuter la fonction « main() », le point d'entrée de haut-niveau (voir l'exemple ci-dessus).
— Attendre une coroutine. Le morceau de code suivant attend une seconde, affiche « hello », attend 2 secondes *supplémentaires*, puis affiche enfin *world* :

```
import asyncio
import time

async def say_after(delay, what):
    await asyncio.sleep(delay)
    print(what)

async def main():
    print(f"started at {time.strftime('%X')}")

    await say_after(1, 'hello')
    await say_after(2, 'world')

    print(f"finished at {time.strftime('%X')}")

asyncio.run(main())
```

Sortie attendue :

```
started at 17:13:52
hello
world
finished at 17:13:55
```

— La fonction *asyncio.create_task()* pour exécuter de manière concurrente des coroutines en tant que *tâches asyncio*.
Modifions l'exemple ci-dessus et lançons deux coroutines `say_after` *de manière concurrente* :

```
async def main():
    task1 = asyncio.create_task(
        say_after(1, 'hello'))

    task2 = asyncio.create_task(
        say_after(2, 'world'))

    print(f"started at {time.strftime('%X')}")

    # Wait until both tasks are completed (should take
    # around 2 seconds.)
    await task1
    await task2

    print(f"finished at {time.strftime('%X')}")
```

La sortie attendue montre à présent que ce code s'exécute une seconde plus rapidement que le précédent :

```
started at 17:14:32
hello
world
finished at 17:14:34
```

Awaitables

Un objet est dit *awaitable* (qui peut être attendu) s'il peut être utilisé dans une expression `await`. Beaucoup d'API d'*asyncio* sont conçues pour accepter des *awaitables*.

Il existe trois types principaux d'*awaitables* : les **coroutines**, les **tâches** et les **futurs**.

Coroutines

Les coroutines sont des *awaitables* et peuvent donc être attendues par d'autres coroutines :

```
import asyncio

async def nested():
    return 42

async def main():
    # Nothing happens if we just call "nested()".
    # A coroutine object is created but not awaited,
    # so it *won't run at all*.
    nested()

    # Let's do it differently now and await it:
    print(await nested())  # will print "42".

asyncio.run(main())
```

Important : Dans cette documentation, le terme « coroutine » est utilisé pour désigner deux concepts voisins :
— une *fonction coroutine* : une fonction `async def` ;
— un *objet coroutine* : un objet renvoyé par une *fonction coroutine*.

asyncio implémente également les coroutines *basées sur des générateurs* ; celles-ci sont obsolètes.

Tâches

Les *tâches* servent à planifier des coroutines de façon à ce qu'elles s'exécutent de manière concurrente.

Lorsqu'une coroutine est encapsulée dans une *tâche* à l'aide de fonctions comme *`asyncio.create_task()`*, la coroutine est automatiquement planifiée pour s'exécuter prochainement :

```
import asyncio

async def nested():
    return 42

async def main():
    # Schedule nested() to run soon concurrently
    # with "main()".
    task = asyncio.create_task(nested())

    # "task" can now be used to cancel "nested()", or
    # can simply be awaited to wait until it is complete:
    await task

asyncio.run(main())
```

Futurs

Un *Future* est un objet *awaitable* spécial de **bas-niveau**, qui représente le **résultat final** d'une opération asynchrone.

Quand un objet *Future* est *attendu*, cela signifie que la coroutine attendra que ce futur soit résolu à un autre endroit.

Les objets *Future* d'*asyncio* sont nécessaires pour permettre l'exécution de code basé sur les fonctions de rappel avec la syntaxe *async* / *await*.

Il est normalement **inutile** de créer des objets *Future* dans la couche applicative du code.

Les objets *Future*, parfois exposés par des bibliothèques et quelques API d'*asyncio*, peuvent être attendus :

```
async def main():
    await function_that_returns_a_future_object()

    # this is also valid:
    await asyncio.gather(
        function_that_returns_a_future_object(),
        some_python_coroutine()
    )
```

loop.run_in_executor() est l'exemple typique d'une fonction bas-niveau renvoyant un objet *Future*.

Exécution d'un programme *asyncio*

asyncio.**run**(*coro*, *, *debug=False*)

Execute the *coroutine* *coro* and return the result.

Cette fonction exécute la coroutine passée en argument. Elle gère la boucle d'événements *asyncio* et *finalise les générateurs asynchrones*.

Cette fonction ne peut pas être appelée si une autre boucle d'événement s'exécute dans le même fil d'exécution.

Si *debug* vaut `True`, la boucle d'événement s'exécute en mode de débogage.

Cette fonction crée toujours une nouvelle boucle d'événement et la clôt à la fin. Elle doit être utilisée comme point d'entrée principal des programmes *asyncio* et ne doit être idéalement appelée qu'une seule fois.

Exemple :

```
async def main():
    await asyncio.sleep(1)
    print('hello')

asyncio.run(main())
```

Nouveau dans la version 3.7 : **Important :** cette fonction a été ajoutée à *asyncio* dans Python 3.7 de *manière provisoire*.

Création de tâches

asyncio.**create_task**(*coro*)

Encapsule la *coroutine* *coro* dans une tâche et la planifie pour exécution. Renvoie l'objet *Task*.

La tâche est exécutée dans la boucle renvoyée par *get_running_loop()* ; *RuntimeError* est levée s'il n'y a pas de boucle en cours d'exécution dans le fil actuel.

Cette fonction a été **ajoutée dans Python 3.7**. Pour les versions antérieures à la 3.7, la fonction de bas-niveau *asyncio.ensure_future()* peut-être utilisée :

```
async def coro():
    ...

# In Python 3.7+
task = asyncio.create_task(coro())
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
...

# This works in all Python versions but is less readable
task = asyncio.ensure_future(coro())
...
```

Nouveau dans la version 3.7.

Attente

coroutine asyncio.**sleep**(*delay*, *result=None*, *, *loop=None*)

Attend pendant *delay* secondes.

Si *result* est spécifié, il est renvoyé à l'appelant quand la coroutine se termine.

`sleep()` suspend systématiquement la tâche courante, ce qui permet aux autres tâches de s'exécuter.

L'argument *loop* est obsolète et sera supprimé en Python 3.10.

Exemple d'une coroutine affichant la date toutes les secondes pendant 5 secondes :

```
import asyncio
import datetime

async def display_date():
    loop = asyncio.get_running_loop()
    end_time = loop.time() + 5.0
    while True:
        print(datetime.datetime.now())
        if (loop.time() + 1.0) >= end_time:
            break
        await asyncio.sleep(1)

asyncio.run(display_date())
```

Exécution de tâches de manière concurrente

awaitable asyncio.**gather**(**aws*, *loop=None*, *return_exceptions=False*)

Exécute les objets *awaitable* de la séquence *aws*, *de manière concurrente*.

Si un *awaitable* de *aws* est une coroutine, celui-ci est automatiquement planifié comme une tâche.

Si tous les *awaitables* s'achèvent avec succès, le résultat est la liste des valeurs renvoyées. L'ordre de cette liste correspond à l'ordre des *awaitables* dans *aws*.

Si *return_exceptions* vaut `False` (valeur par défaut), la première exception levée est immédiatement propagée vers la tâche en attente dans le `gather()`. Les autres *awaitables* dans la séquence *aws* **ne sont pas annulés** et poursuivent leur exécution.

Si *return_exceptions* vaut `True`, les exceptions sont traitées de la même manière que les exécutions normales, et incluses dans la liste des résultats.

Si `gather()` est *annulé*, tous les *awaitables* en cours (ceux qui n'ont pas encore fini de s'exécuter) sont également *annulés*.

Si n'importe quel *Task* ou *Future* de la séquence *aws* est *annulé*, il est traité comme s'il avait levé *CancelledError* — l'appel à `gather()` n'est alors **pas** annulé. Ceci permet d'empêcher que l'annulation d'une tâche ou d'un futur entraîne l'annulation des autres tâches ou futurs.

Exemple :

```
import asyncio

async def factorial(name, number):
    f = 1
    for i in range(2, number + 1):
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
        print(f"Task {name}: Compute factorial({i})...")
        await asyncio.sleep(1)
        f *= i
    print(f"Task {name}: factorial({number}) = {f}")

async def main():
    # Schedule three calls *concurrently*:
    await asyncio.gather(
        factorial("A", 2),
        factorial("B", 3),
        factorial("C", 4),
    )

asyncio.run(main())

# Expected output:
#
#     Task A: Compute factorial(2)...
#     Task B: Compute factorial(2)...
#     Task C: Compute factorial(2)...
#     Task A: factorial(2) = 2
#     Task B: Compute factorial(3)...
#     Task C: Compute factorial(3)...
#     Task B: factorial(3) = 6
#     Task C: Compute factorial(4)...
#     Task C: factorial(4) = 24
```

Modifié dans la version 3.7 : Si *gather* est lui-même annulé, l'annulation est propagée indépendamment de *return_exceptions*.

Protection contre l'annulation

awaitable asyncio.**shield**(*aw*, *, *loop=None*)

Empêche qu'un objet *awaitable* puisse être annulé.

Si *aw* est une coroutine, elle est planifiée automatiquement comme une tâche.

L'instruction :

```
res = await shield(something())
```

est équivalente à :

```
res = await something()
```

à la différence près que si la coroutine qui la contient est annulée, la tâche s'exécutant dans `something()` n'est pas annulée. Du point de vue de `something()`, il n'y a pas eu d'annulation. Cependant, son appelant est bien annulé, donc l'expression *await* lève bien une `CancelledError`.

Si `something()` est annulée d'une autre façon (*i.e.* depuis elle-même) ceci annule également `shield()`.

Pour ignorer complètement l'annulation (déconseillé), la fonction `shield()` peut être combinée à une clause *try* / *except*, comme dans le code ci-dessous :

```
try:
    res = await shield(something())
except CancelledError:
    res = None
```

Délais d'attente

coroutine asyncio.**wait_for**(*aw*, *timeout*, *, *loop=None*)

Attend la fin de l'*awaitable* *aw* avec délai d'attente.

Si *aw* est une coroutine, elle est planifiée automatiquement comme une tâche.

timeout peut-être soit `None`, soit le nombre de secondes (entier ou décimal) d'attente. Si *timeout* vaut `None`, la fonction s'interrompt jusqu'à ce que le futur s'achève.

Si le délai d'attente maximal est dépassé, la tâche est annulée et l'exception *asyncio.TimeoutError* est levée.

Pour empêcher *l'annulation* de la tâche, il est nécessaire de l'encapsuler dans une fonction *shield()*.

Cette fonction attend que le futur soit réellement annulé, donc le temps d'attente total peut être supérieur à *timeout*.

Si l'attente est annulée, le futur *aw* est également annulé.

L'argument *loop* est obsolète et sera supprimé en Python 3.10.

Exemple :

```
async def eternity():
    # Sleep for one hour
    await asyncio.sleep(3600)
    print('yay!')

async def main():
    # Wait for at most 1 second
    try:
        await asyncio.wait_for(eternity(), timeout=1.0)
    except asyncio.TimeoutError:
        print('timeout!')

asyncio.run(main())

# Expected output:
#
#     timeout!
```

Modifié dans la version 3.7 : Si le dépassement du délai d'attente maximal provoque l'annulation de *aw*, `wait_for` attend que *aw* soit annulée. Auparavant, l'exception *asyncio.TimeoutError* était immédiatement levée.

Primitives d'attente

coroutine asyncio.**wait**(*aws*, *, *loop=None*, *timeout=None*, *return_when=ALL_COMPLETED*)

Exécute les objets *awaitables* de l'ensemble *aws* de manière concurrente, et s'interrompt jusqu'à ce que la condition décrite dans *return_when* soit vraie.

Si un *awaitable* de *aws* est une coroutine, celle-ci est automatiquement planifiée comme une tâche. Passer directement des objets coroutines à `wait()` est obsolète, car ceci conduisait *à un comportement portant à confusion*.

Renvoie deux ensembles de *Tasks* / *Futures* : `(done, pending)`.

Utilisation :

```
done, pending = await asyncio.wait(aws)
```

L'argument *loop* est obsolète et sera supprimé en Python 3.10.

timeout (entier ou décimal), si précisé, peut-être utilisé pour contrôler le nombre maximal de secondes d'attente avant de se terminer.

Cette fonction ne lève pas *asyncio.TimeoutError*. Les futurs et les tâches qui ne sont pas finis quand le délai d'attente maximal est dépassé sont tout simplement renvoyés dans le second ensemble.

return_when indique quand la fonction doit se terminer. Il peut prendre les valeurs suivantes :

Constante	Description
FIRST_COMPLETED	La fonction se termine lorsque n'importe quel futur se termine ou est annulé.
FIRST_EXCEPTION	La fonction se termine lorsque n'importe quel futur se termine en levant une exception. Si aucun *futur* ne lève d'exception, équivaut à ALL_COMPLETED.
ALL_COMPLETED	La fonction se termine lorsque les *futurs* sont tous finis ou annulés.

À la différence de *wait_for()*, wait() n'annule pas les futurs quand le délai d'attente est dépassé.

Note : wait() planifie automatiquement les coroutines comme des tâches et renvoie les objets *Task* ainsi créés dans les ensembles (done, pending). Le code suivant ne fonctionne donc pas comme voulu :

```
async def foo():
    return 42

coro = foo()
done, pending = await asyncio.wait({coro})

if coro in done:
    # This branch will never be run!
```

Voici comment corriger le morceau de code ci-dessus :

```
async def foo():
    return 42

task = asyncio.create_task(foo())
done, pending = await asyncio.wait({task})

if task in done:
    # Everything will work as expected now.
```

Passer directement des objets coroutines à wait() est obsolète.

---

asyncio.**as_completed**(*aws*, *, *loop=None*, *timeout=None*)

Exécute les objets *awaitables* de l'ensemble *aws* de manière concurrente. Renvoie un itérateur sur des objets *Future*. Chaque objet *futur* renvoyé représente le résultat le plus récent de l'ensemble des *awaitables* restants.

Lève une exception *asyncio.TimeoutError* si le délai d'attente est dépassé avant que tous les futurs ne soient achevés.

Exemple :

```
for f in as_completed(aws):
    earliest_result = await f
    # ...
```

Planification depuis d'autres fils d'exécution

asyncio.**run_coroutine_threadsafe**(*coro*, *loop*)

Enregistre une coroutine dans la boucle d'exécution actuelle. Cette opération est compatible avec les programmes à multiples fils d'exécution (*thread-safe*).

Renvoie un *concurrent.futures.Future* pour attendre le résultat d'un autre fil d'exécution du système d'exploitation.

Cette fonction est faite pour être appelée par un fil d'exécution distinct de celui dans laquelle la boucle d'événement s'exécute. Exemple :

```
# Create a coroutine
coro = asyncio.sleep(1, result=3)

# Submit the coroutine to a given loop
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
future = asyncio.run_coroutine_threadsafe(coro, loop)

# Wait for the result with an optional timeout argument
assert future.result(timeout) == 3
```

Si une exception est levée dans une coroutine, le futur renvoyé en sera averti. Elle peut également être utilisée pour annuler la tâche de la boucle d'événement :

```
try:
    result = future.result(timeout)
except asyncio.TimeoutError:
    print('The coroutine took too long, cancelling the task...')
    future.cancel()
except Exception as exc:
    print(f'The coroutine raised an exception: {exc!r}')
else:
    print(f'The coroutine returned: {result!r}')
```

Voir la section *exécution concurrente et multi-fils d'exécution* de la documentation.

À la différence des autres fonction d'*asyncio*, cette fonction requiert que *loop* soit passé de manière explicite.

Nouveau dans la version 3.5.1.

Introspection

asyncio.**current_task**(*loop=None*)

Renvoie l'instance de la `Task` en cours d'exécution, ou `None` s'il n'y a pas de tâche en cours.

Si *loop* vaut `None`, `get_running_loop()` est appelée pour récupérer la boucle en cours d'exécution.

Nouveau dans la version 3.7.

asyncio.**all_tasks**(*loop=None*)

Renvoie l'ensemble des `Task` non terminés en cours d'exécution dans la boucle.

Si *loop* vaut `None`, `get_running_loop()` est appelée pour récupérer la boucle en cours d'exécution.

Nouveau dans la version 3.7.

Objets *Task*

class asyncio.**Task**(*coro*, *, *loop=None*)

Objet compatible avec `Future` qui exécute une *coroutine* Python. Cet objet n'est pas utilisable dans des programmes à fils d'exécution multiples.

Les tâches servent à exécuter des coroutines dans des boucles d'événements. Si une coroutine attend un futur, la tâche interrompt son exécution et attend la fin de ce *futur*. Quand celui-ci est terminé, l'exécution de la coroutine encapsulée reprend.

Les boucles d'événement fonctionnent de manière *coopérative* : une boucle d'événement exécute une tâche à la fois. Quand une tâche attend la fin d'un futur, la boucle d'événement exécute d'autres tâches, des fonctions de rappel, ou effectue des opérations d'entrées-sorties.

La fonction de haut niveau `asyncio.create_task()` et les fonctions de bas-niveau `loop.create_task()` ou `ensure_future()` permettent de créer des tâches. Il est déconseillé d'instancier manuellement des objets *Task*.

La méthode `cancel()` d'une tâche en cours d'exécution permet d'annuler celle-ci. L'appel de cette méthode force la tâche à lever l'exception `CancelledError` dans la coroutine encapsulée. Si la coroutine attendait un *futur* au moment de l'annulation, celui-ci est annulé.

La méthode `cancelled()` permet de vérifier si la tâche a été annulée. Elle renvoie `True` si la coroutine encapsulée n'a pas ignoré l'exception `CancelledError` et a bien été annulée.

`asyncio.Task` hérite de `Future`, de toute son API, à l'exception de `Future.set_result()` et de `Future.set_exception()`.

Task implémente le module *contextvars*. Lors de sa création, une tâche effectue une copie du contexte actuel et exécutera ses coroutines dans cette copie.

Modifié dans la version 3.7 : Ajout du support du module *contextvars*.

cancel()

Demande l'annulation d'une tâche.

Provisionne la levée de l'exception *CancelledError* dans la coroutine encapsulée. L'exception sera levée au prochain cycle de la boucle d'exécution.

La coroutine peut alors se nettoyer ou même ignorer la requête en supprimant l'exception à l'aide d'un bloc `try` ... ... `except CancelledError` ... `finally`. Par conséquent, contrairement à *Future.cancel()*, *Task.cancel()* ne garantit pas que la tâche sera annulée, bien qu'ignorer totalement une annulation ne soit ni une pratique courante, ni encouragé.

L'exemple ci-dessous illustre comment une coroutine peut intercepter une requête d'annulation :

```
async def cancel_me():
    print('cancel_me(): before sleep')

    try:
        # Wait for 1 hour
        await asyncio.sleep(3600)
    except asyncio.CancelledError:
        print('cancel_me(): cancel sleep')
        raise
    finally:
        print('cancel_me(): after sleep')

async def main():
    # Create a "cancel_me" Task
    task = asyncio.create_task(cancel_me())

    # Wait for 1 second
    await asyncio.sleep(1)

    task.cancel()
    try:
        await task
    except asyncio.CancelledError:
        print("main(): cancel_me is cancelled now")

asyncio.run(main())

# Expected output:
#
#     cancel_me(): before sleep
#     cancel_me(): cancel sleep
#     cancel_me(): after sleep
#     main(): cancel_me is cancelled now
```

cancelled()

Renvoie `True` si la tâche est *annulée*.

La tâche est *annulée* quand l'annulation a été demandée avec *cancel()* et la coroutine encapsulée a propagé l'exception *CancelledError* qui a été levée en son sein.

done()

Renvoie `True` si la tâche est *achevée*.

Une tâche est dite *achevée* quand la coroutine encapsulée a soit renvoyé une valeur, soit levé une exception, ou que la tâche a été annulée.

result()

Renvoie le résultat de la tâche.

Si la tâche est *achevée*, le résultat de la coroutine encapsulée est renvoyé (sinon, dans le cas où la coroutine a levé une exception, cette exception est de nouveau levée).

Si la tâche a été *annulée*, cette méthode lève une exception *CancelledError*.

Si le résultat de la tâche n'est pas encore disponible, cette méthode lève une exception *InvalidStateError*.

exception()

Renvoie l'exception de la tâche.

Si la coroutine encapsulée lève une exception, cette exception est renvoyée. Si la coroutine s'est exécutée normalement, cette méthode renvoie None.

Si la tâche a été *annulée*, cette méthode lève une exception *CancelledError*.

Si la tâche n'est pas encore *achevée*, cette méthode lève une exception *InvalidStateError*.

add_done_callback(*callback*, *, *context=None*)

Ajoute une fonction de rappel qui sera exécutée quand la tâche sera *achevée*.

Cette méthode ne doit être utilisée que dans du code basé sur les fonctions de rappel de bas-niveau.

Se référer à la documentation de *Future.add_done_callback()* pour plus de détails.

remove_done_callback(*callback*)

Retire *callback* de la liste de fonctions de rappel.

Cette méthode ne doit être utilisée que dans du code basé sur les fonctions de rappel de bas-niveau.

Se référer à la documentation de *Future.remove_done_callback()* pour plus de détails.

get_stack(*, *limit=None*)

Renvoie une liste représentant la pile d'appels de la tâche.

Si la coroutine encapsulée n'est pas terminée, cette fonction renvoie la pile d'appels à partir de l'endroit où celle-ci est interrompue. Si la coroutine s'est terminée normalement ou a été annulée, cette fonction renvoie une liste vide. Si la coroutine a été terminée par une exception, ceci renvoie la pile d'erreurs.

La pile est toujours affichée de l'appelant à l'appelé.

Une seule ligne est renvoyée si la coroutine est suspendue.

L'argument facultatif *limit* définit le nombre maximal d'appels à renvoyer ; par défaut, tous sont renvoyés. L'ordre de la liste diffère selon la nature de celle-ci : les appels les plus récents d'une pile d'appels sont renvoyés, si la pile est une pile d'erreurs, ce sont les appels les plus anciens qui le sont (dans un souci de cohérence avec le module *traceback*).

print_stack(*, *limit=None*, *file=None*)

Affiche la pile d'appels ou d'erreurs de la tâche.

Le format de sortie des appels produits par *get_stack()* est similaire à celui du module *traceback*.

Le paramètre *limit* est directement passé à *get_stack()*.

Le paramètre *file* est un flux d'entrées-sorties sur lequel le résultat est écrit ; par défaut, *sys.stderr*.

classmethod all_tasks(*loop=None*)

Renvoie l'ensemble des tâches d'une boucle d'évènements.

Par défaut, toutes les tâches de la boucle d'exécution actuelle sont renvoyées. Si *loop* vaut None, la fonction *get_event_loop()* est appelée pour récupérer la boucle d'exécution actuelle.

Cette méthode est **obsolète** et sera supprimée en Python 3.9. Utilisez la fonction *asyncio.all_tasks()* à la place.

classmethod current_task(*loop=None*)

Renvoie la tâche en cours d'exécution ou None.

Si *loop* vaut None, la fonction *get_event_loop()* est utilisée pour récupérer la boucle d'exécution actuelle.

Cette méthode est **obsolète** et sera supprimée en Python 3.9. Utilisez la fonction *asyncio.current_task()* à la place.

Coroutines basées sur des générateurs

Note : Les coroutines basées sur des générateurs sont **obsolètes** et il est prévu de les supprimer en Python 3.10.

Les coroutines basées sur des générateurs sont antérieures à la syntaxe *async* / *await*. Il existe des générateurs Python qui utilisent les expressions `yield from` pour attendre des *futurs* et autres coroutines.

Les coroutines basées sur des générateurs doivent être décorées avec *`@asyncio.coroutine`*, même si ce n'est pas vérifié par l'interpréteur.

`@asyncio.`**`coroutine`**
Décorateur pour coroutines basées sur des générateurs.

Ce décorateur rend compatibles les coroutines basées sur des générateurs avec le code *async* / *await* :

```
@asyncio.coroutine
def old_style_coroutine():
    yield from asyncio.sleep(1)

async def main():
    await old_style_coroutine()
```

Ce décorateur est **obsolète** et il est prévu de le supprimer en Python 3.10.

Ce décorateur ne doit pas être utilisé avec des coroutines `async def`.

`asyncio.`**`iscoroutine`**`(`*obj*`)`
Renvoie `True` si *obj* est un *objet coroutine*.

Cette méthode est différente de *`inspect.iscoroutine()`* car elle renvoie `True` pour des coroutines basées sur des générateurs.

`asyncio.`**`iscoroutinefunction`**`(`*func*`)`
Renvoie `True` si *func* est une *fonction coroutine*.

Cette méthode est différente de *`inspect.iscoroutinefunction()`* car elle renvoie `True` pour des coroutines basées sur des générateurs, décorées avec *`@coroutine`*.

19.1.2 Streams

Streams are high-level async/await-ready primitives to work with network connections. Streams allow sending and receiving data without using callbacks or low-level protocols and transports.

Here is an example of a TCP echo client written using asyncio streams :

```
import asyncio

async def tcp_echo_client(message):
    reader, writer = await asyncio.open_connection(
        '127.0.0.1', 8888)

    print(f'Send: {message!r}')
    writer.write(message.encode())

    data = await reader.read(100)
    print(f'Received: {data.decode()!r}')

    print('Close the connection')
    writer.close()
    await writer.wait_closed()

asyncio.run(tcp_echo_client('Hello World!'))
```

See also the *Examples* section below.

Stream Functions

The following top-level asyncio functions can be used to create and work with streams :

coroutine asyncio.**open_connection**(*host=None*, *port=None*, ***, *loop=None*, *limit=None*, *ssl=None*, *family=0*, *proto=0*, *flags=0*, *sock=None*, *local_addr=None*, *server_hostname=None*, *ssl_handshake_timeout=None*)

Establish a network connection and return a pair of `(reader, writer)` objects.

The returned *reader* and *writer* objects are instances of `StreamReader` and `StreamWriter` classes.

The *loop* argument is optional and can always be determined automatically when this function is awaited from a coroutine.

limit determines the buffer size limit used by the returned `StreamReader` instance. By default the *limit* is set to 64 KiB.

The rest of the arguments are passed directly to `loop.create_connection()`.

Nouveau dans la version 3.7 : The *ssl_handshake_timeout* parameter.

coroutine asyncio.**start_server**(*client_connected_cb*, *host=None*, *port=None*, ***, *loop=None*, *limit=None*, *family=socket.AF_UNSPEC*, *flags=socket.AI_PASSIVE*, *sock=None*, *backlog=100*, *ssl=None*, *reuse_address=None*, *reuse_port=None*, *ssl_handshake_timeout=None*, *start_serving=True*)

Start a socket server.

The *client_connected_cb* callback is called whenever a new client connection is established. It receives a `(reader, writer)` pair as two arguments, instances of the `StreamReader` and `StreamWriter` classes.

client_connected_cb can be a plain callable or a *coroutine function*; if it is a coroutine function, it will be automatically scheduled as a `Task`.

The *loop* argument is optional and can always be determined automatically when this method is awaited from a coroutine.

limit determines the buffer size limit used by the returned `StreamReader` instance. By default the *limit* is set to 64 KiB.

The rest of the arguments are passed directly to `loop.create_server()`.

Nouveau dans la version 3.7 : The *ssl_handshake_timeout* and *start_serving* parameters.

Unix Sockets

coroutine asyncio.**open_unix_connection**(*path=None*, ***, *loop=None*, *limit=None*, *ssl=None*, *sock=None*, *server_hostname=None*, *ssl_handshake_timeout=None*)

Establish a Unix socket connection and return a pair of `(reader, writer)`.

Similar to `open_connection()` but operates on Unix sockets.

See also the documentation of `loop.create_unix_connection()`.

Disponibilité : Unix.

Nouveau dans la version 3.7 : The *ssl_handshake_timeout* parameter.

Modifié dans la version 3.7 : The *path* parameter can now be a *path-like object*

coroutine asyncio.**start_unix_server**(*client_connected_cb*, *path=None*, ***, *loop=None*, *limit=None*, *sock=None*, *backlog=100*, *ssl=None*, *ssl_handshake_timeout=None*, *start_serving=True*)

Start a Unix socket server.

Similar to `start_server()` but works with Unix sockets.

See also the documentation of `loop.create_unix_server()`.

Disponibilité : Unix.

Nouveau dans la version 3.7 : The *ssl_handshake_timeout* and *start_serving* parameters.

Modifié dans la version 3.7 : The *path* parameter can now be a *path-like object*.

StreamReader

class asyncio.**StreamReader**

Represents a reader object that provides APIs to read data from the IO stream.

It is not recommended to instantiate *StreamReader* objects directly; use *open_connection()* and *start_server()* instead.

coroutine read(*n=-1*)

Read up to *n* bytes. If *n* is not provided, or set to `-1`, read until EOF and return all read bytes.

If EOF was received and the internal buffer is empty, return an empty `bytes` object.

coroutine readline()

Read one line, where "line" is a sequence of bytes ending with `\n`.

If EOF is received and `\n` was not found, the method returns partially read data.

If EOF is received and the internal buffer is empty, return an empty `bytes` object.

coroutine readexactly(*n*)

Read exactly *n* bytes.

Raise an *IncompleteReadError* if EOF is reached before *n* can be read. Use the *IncompleteReadError.partial* attribute to get the partially read data.

coroutine readuntil(*separator=b'\n'*)

Read data from the stream until *separator* is found.

On success, the data and separator will be removed from the internal buffer (consumed). Returned data will include the separator at the end.

If the amount of data read exceeds the configured stream limit, a *LimitOverrunError* exception is raised, and the data is left in the internal buffer and can be read again.

If EOF is reached before the complete separator is found, an *IncompleteReadError* exception is raised, and the internal buffer is reset. The *IncompleteReadError.partial* attribute may contain a portion of the separator.

Nouveau dans la version 3.5.2.

at_eof()

Return `True` if the buffer is empty and `feed_eof()` was called.

StreamWriter

class asyncio.**StreamWriter**

Represents a writer object that provides APIs to write data to the IO stream.

It is not recommended to instantiate *StreamWriter* objects directly; use *open_connection()* and *start_server()* instead.

can_write_eof()

Return `True` if the underlying transport supports the *write_eof()* method, `False` otherwise.

write_eof()

Close the write end of the stream after the buffered write data is flushed.

transport

Return the underlying asyncio transport.

get_extra_info(*name*, *default=None*)

Access optional transport information; see *BaseTransport.get_extra_info()* for details.

write(*data*)

Write *data* to the stream.

This method is not subject to flow control. Calls to `write()` should be followed by *drain()*.

writelines(*data*)

Write a list (or any iterable) of bytes to the stream.

This method is not subject to flow control. Calls to `writelines()` should be followed by *drain()*.

coroutine drain()

Wait until it is appropriate to resume writing to the stream. Example :

```
writer.write(data)
await writer.drain()
```

This is a flow control method that interacts with the underlying IO write buffer. When the size of the buffer reaches the high watermark, *drain()* blocks until the size of the buffer is drained down to the low watermark and writing can be resumed. When there is nothing to wait for, the *drain()* returns immediately.

close()
Close the stream.

is_closing()
Return `True` if the stream is closed or in the process of being closed.
Nouveau dans la version 3.7.

coroutine wait_closed()
Wait until the stream is closed.
Should be called after *close()* to wait until the underlying connection is closed.
Nouveau dans la version 3.7.

Exemples

TCP echo client using streams

TCP echo client using the *asyncio.open_connection()* function :

```
import asyncio

async def tcp_echo_client(message):
    reader, writer = await asyncio.open_connection(
        '127.0.0.1', 8888)

    print(f'Send: {message!r}')
    writer.write(message.encode())

    data = await reader.read(100)
    print(f'Received: {data.decode()!r}')

    print('Close the connection')
    writer.close()

asyncio.run(tcp_echo_client('Hello World!'))
```

Voir aussi :

The *TCP echo client protocol* example uses the low-level *loop.create_connection()* method.

TCP echo server using streams

TCP echo server using the *asyncio.start_server()* function :

```
import asyncio

async def handle_echo(reader, writer):
    data = await reader.read(100)
    message = data.decode()
    addr = writer.get_extra_info('peername')

    print(f"Received {message!r} from {addr!r}")
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
    print(f"Send: {message!r}")
    writer.write(data)
    await writer.drain()

    print("Close the connection")
    writer.close()

async def main():
    server = await asyncio.start_server(
        handle_echo, '127.0.0.1', 8888)

    addr = server.sockets[0].getsockname()
    print(f'Serving on {addr}')

    async with server:
        await server.serve_forever()

asyncio.run(main())
```

Voir aussi :

The *TCP echo server protocol* example uses the `loop.create_server()` method.

Récupère les en-têtes HTTP

Simple example querying HTTP headers of the URL passed on the command line :

```
import asyncio
import urllib.parse
import sys

async def print_http_headers(url):
    url = urllib.parse.urlsplit(url)
    if url.scheme == 'https':
        reader, writer = await asyncio.open_connection(
            url.hostname, 443, ssl=True)
    else:
        reader, writer = await asyncio.open_connection(
            url.hostname, 80)

    query = (
        f"HEAD {url.path or '/'} HTTP/1.0\r\n"
        f"Host: {url.hostname}\r\n"
        f"\r\n"
    )

    writer.write(query.encode('latin-1'))
    while True:
        line = await reader.readline()
        if not line:
            break

        line = line.decode('latin1').rstrip()
        if line:
            print(f'HTTP header> {line}')

    # Ignore the body, close the socket
    writer.close()
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
url = sys.argv[1]
asyncio.run(print_http_headers(url))
```

Utilisation :

```
python example.py http://example.com/path/page.html
```

ou avec HTTPS :

```
python example.py https://example.com/path/page.html
```

Register an open socket to wait for data using streams

Coroutine waiting until a socket receives data using the *open_connection()* function :

```
import asyncio
import socket

async def wait_for_data():
    # Get a reference to the current event loop because
    # we want to access low-level APIs.
    loop = asyncio.get_running_loop()

    # Create a pair of connected sockets.
    rsock, wsock = socket.socketpair()

    # Register the open socket to wait for data.
    reader, writer = await asyncio.open_connection(sock=rsock)

    # Simulate the reception of data from the network
    loop.call_soon(wsock.send, 'abc'.encode())

    # Wait for data
    data = await reader.read(100)

    # Got data, we are done: close the socket
    print("Received:", data.decode())
    writer.close()

    # Close the second socket
    wsock.close()

asyncio.run(wait_for_data())
```

Voir aussi :

The *register an open socket to wait for data using a protocol* example uses a low-level protocol and the *loop.create_connection()* method.

The *watch a file descriptor for read events* example uses the low-level *loop.add_reader()* method to watch a file descriptor.

19.1.3 Synchronization Primitives

asyncio synchronization primitives are designed to be similar to those of the *threading* module with two important caveats :

— asyncio primitives are not thread-safe, therefore they should not be used for OS thread synchronization (use *threading* for that) ;

— methods of these synchronization primitives do not accept the *timeout* argument ; use the *asyncio.wait_for()* function to perform operations with timeouts.

asyncio has the following basic synchronization primitives :

— *Lock*

— *Event*

— *Condition*

— *Semaphore*

— *BoundedSemaphore*

Lock

class asyncio.**Lock**(*, *loop=None*)

Implements a mutex lock for asyncio tasks. Not thread-safe.

An asyncio lock can be used to guarantee exclusive access to a shared resource.

The preferred way to use a Lock is an `async with` statement :

```
lock = asyncio.Lock()

# ... later
async with lock:
    # access shared state
```

which is equivalent to :

```
lock = asyncio.Lock()

# ... later
await lock.acquire()
try:
    # access shared state
finally:
    lock.release()
```

coroutine acquire()

Acquire the lock.

This method waits until the lock is *unlocked*, sets it to *locked* and returns `True`.

When more than one coroutine is blocked in *acquire()* waiting for the lock to be unlocked, only one coroutine eventually proceeds.

Acquiring a lock is *fair* : the coroutine that proceeds will be the first coroutine that started waiting on the lock.

release()

Libère un verrou.

When the lock is *locked*, reset it to *unlocked* and return.

If the lock is *unlocked*, a *RuntimeError* is raised.

locked()

Donne `True` si le verrou est verrouillé.

Event

class asyncio.**Event**(*, *loop=None*)

An event object. Not thread-safe.

An asyncio event can be used to notify multiple asyncio tasks that some event has happened.

An Event object manages an internal flag that can be set to *true* with the *set()* method and reset to *false* with the *clear()* method. The *wait()* method blocks until the flag is set to *true*. The flag is set to *false* initially.

Exemple :

```
async def waiter(event):
    print('waiting for it ...')
    await event.wait()
    print('... got it!')

async def main():
    # Create an Event object.
    event = asyncio.Event()

    # Spawn a Task to wait until 'event' is set.
    waiter_task = asyncio.create_task(waiter(event))

    # Sleep for 1 second and set the event.
    await asyncio.sleep(1)
    event.set()

    # Wait until the waiter task is finished.
    await waiter_task

asyncio.run(main())
```

coroutine wait()

Attend que l'évènement ait une valeur.

If the event is set, return `True` immediately. Otherwise block until another task calls *set()*.

set()

Set the event.

All tasks waiting for event to be set will be immediately awakened.

clear()

Clear (unset) the event.

Tasks awaiting on *wait()* will now block until the *set()* method is called again.

is_set()

Renvoie `True` si l'évènement a une valeur.

Condition

class asyncio.**Condition**(*lock=None*, *, *loop=None*)

A Condition object. Not thread-safe.

An asyncio condition primitive can be used by a task to wait for some event to happen and then get exclusive access to a shared resource.

In essence, a Condition object combines the functionality of an *Event* and a *Lock*. It is possible to have multiple Condition objects share one Lock, which allows coordinating exclusive access to a shared resource between different tasks interested in particular states of that shared resource.

The optional *lock* argument must be a *Lock* object or `None`. In the latter case a new Lock object is created automatically.

The preferred way to use a Condition is an `async with` statement :

```
cond = asyncio.Condition()
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
# ... later
async with cond:
    await cond.wait()
```

which is equivalent to :

```
cond = asyncio.Condition()

# ... later
await cond.acquire()
try:
    await cond.wait()
finally:
    cond.release()
```

coroutine acquire()
Acquire the underlying lock.
This method waits until the underlying lock is *unlocked*, sets it to *locked* and returns `True`.

notify(*n=1*)
Wake up at most *n* tasks (1 by default) waiting on this condition. The method is no-op if no tasks are waiting.
The lock must be acquired before this method is called and released shortly after. If called with an *unlocked* lock a *RuntimeError* error is raised.

locked()
Return `True` if the underlying lock is acquired.

notify_all()
Wake up all tasks waiting on this condition.
This method acts like *notify()*, but wakes up all waiting tasks.
The lock must be acquired before this method is called and released shortly after. If called with an *unlocked* lock a *RuntimeError* error is raised.

release()
Libère le verrou sous-jacent.
When invoked on an unlocked lock, a *RuntimeError* is raised.

coroutine wait()
Attends d'être notifié.
If the calling task has not acquired the lock when this method is called, a *RuntimeError* is raised.
This method releases the underlying lock, and then blocks until it is awakened by a *notify()* or *notify_all()* call. Once awakened, the Condition re-acquires its lock and this method returns `True`.

coroutine wait_for(*predicate*)
Attends jusqu'à ce qu'un prédicat devienne vrai.
The predicate must be a callable which result will be interpreted as a boolean value. The final value is the return value.

Sémaphore

class asyncio.**Semaphore**(*value=1*, *, *loop=None*)
A Semaphore object. Not thread-safe.
A semaphore manages an internal counter which is decremented by each *acquire()* call and incremented by each *release()* call. The counter can never go below zero ; when *acquire()* finds that it is zero, it blocks, waiting until some task calls *release()*.
The optional *value* argument gives the initial value for the internal counter (`1` by default). If the given value is less than `0` a *ValueError* is raised.
The preferred way to use a Semaphore is an `async with` statement :

```
sem = asyncio.Semaphore(10)

# ... later
async with sem:
    # work with shared resource
```

which is equivalent to :

```
sem = asyncio.Semaphore(10)

# ... later
await sem.acquire()
try:
    # work with shared resource
finally:
    sem.release()
```

coroutine acquire()
Acquire a semaphore.
If the internal counter is greater than zero, decrement it by one and return `True` immediately. If it is zero, wait until a *release()* is called and return `True`.

locked()
Returns `True` if semaphore can not be acquired immediately.

release()
Release a semaphore, incrementing the internal counter by one. Can wake up a task waiting to acquire the semaphore.
Unlike *BoundedSemaphore*, *Semaphore* allows making more `release()` calls than `acquire()` calls.

BoundedSemaphore

class asyncio.**BoundedSemaphore**(*value=1*, *, *loop=None*)
A bounded semaphore object. Not thread-safe.
Bounded Semaphore is a version of *Semaphore* that raises a *ValueError* in *release()* if it increases the internal counter above the initial *value*.

Obsolète depuis la version 3.7 : Acquiring a lock using `await lock` or `yield from lock` and/or `with` statement (`with await lock`, `with (yield from lock)`) is deprecated. Use `async with lock` instead.

19.1.4 Sous-processus

This section describes high-level async/await asyncio APIs to create and manage subprocesses.

Here's an example of how asyncio can run a shell command and obtain its result :

```
import asyncio

async def run(cmd):
    proc = await asyncio.create_subprocess_shell(
        cmd,
        stdout=asyncio.subprocess.PIPE,
        stderr=asyncio.subprocess.PIPE)

    stdout, stderr = await proc.communicate()

    print(f'[{cmd!r} exited with {proc.returncode}]')
    if stdout:
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
        print(f'[stdout]\n{stdout.decode()}')
    if stderr:
        print(f'[stderr]\n{stderr.decode()}')

asyncio.run(run('ls /zzz'))
```

will print :

```
['ls /zzz' exited with 1]
[stderr]
ls: /zzz: No such file or directory
```

Because all asyncio subprocess functions are asynchronous and asyncio provides many tools to work with such functions, it is easy to execute and monitor multiple subprocesses in parallel. It is indeed trivial to modify the above example to run several commands simultaneously :

```
async def main():
    await asyncio.gather(
        run('ls /zzz'),
        run('sleep 1; echo "hello"'))

asyncio.run(main())
```

See also the *Examples* subsection.

Creating Subprocesses

coroutine asyncio.**create_subprocess_exec**(*program*, **args*, *stdin=None*, *stdout=None*, *stderr=None*, *loop=None*, *limit=None*, ***kwds*)

Create a subprocess.

The *limit* argument sets the buffer limit for `StreamReader` wrappers for `Process.stdout` and `Process.stderr` (if `subprocess.PIPE` is passed to *stdout* and *stderr* arguments).

Return a `Process` instance.

See the documentation of `loop.subprocess_exec()` for other parameters.

coroutine asyncio.**create_subprocess_shell**(*cmd*, *stdin=None*, *stdout=None*, *stderr=None*, *loop=None*, *limit=None*, ***kwds*)

Exécute la commande *cmd* dans un *shell*.

The *limit* argument sets the buffer limit for `StreamReader` wrappers for `Process.stdout` and `Process.stderr` (if `subprocess.PIPE` is passed to *stdout* and *stderr* arguments).

Return a `Process` instance.

See the documentation of `loop.subprocess_shell()` for other parameters.

Important : It is the application's responsibility to ensure that all whitespace and special characters are quoted appropriately to avoid shell injection vulnerabilities. The `shlex.quote()` function can be used to properly escape whitespace and special shell characters in strings that are going to be used to construct shell commands.

Note : The default asyncio event loop implementation on **Windows** does not support subprocesses. Subprocesses are available for Windows if a `ProactorEventLoop` is used. See *Subprocess Support on Windows* for details.

Voir aussi :

asyncio also has the following *low-level* APIs to work with subprocesses : `loop.subprocess_exec()`, `loop.subprocess_shell()`, `loop.connect_read_pipe()`, `loop.connect_write_pipe()`, as well as the *Subprocess Transports* and *Subprocess Protocols*.

Constantes

asyncio.subprocess.**PIPE**
Can be passed to the *stdin*, *stdout* or *stderr* parameters.

If *PIPE* is passed to *stdin* argument, the `Process.stdin` attribute will point to a `StreamWriter` instance.

If *PIPE* is passed to *stdout* or *stderr* arguments, the `Process.stdout` and `Process.stderr` attributes will point to `StreamReader` instances.

asyncio.subprocess.**STDOUT**
Special value that can be used as the *stderr* argument and indicates that standard error should be redirected into standard output.

asyncio.subprocess.**DEVNULL**
Special value that can be used as the *stdin*, *stdout* or *stderr* argument to process creation functions. It indicates that the special file `os.devnull` will be used for the corresponding subprocess stream.

Interacting with Subprocesses

Both `create_subprocess_exec()` and `create_subprocess_shell()` functions return instances of the *Process* class. *Process* is a high-level wrapper that allows communicating with subprocesses and watching for their completion.

class asyncio.subprocess.**Process**
An object that wraps OS processes created by the `create_subprocess_exec()` and `create_subprocess_shell()` functions.

This class is designed to have a similar API to the `subprocess.Popen` class, but there are some notable differences :

— unlike Popen, Process instances do not have an equivalent to the `poll()` method ;
— the `communicate()` and `wait()` methods don't have a *timeout* parameter : use the `wait_for()` function ;
— the `Process.wait()` method is asynchronous, whereas `subprocess.Popen.wait()` method is implemented as a blocking busy loop ;
— the *universal_newlines* parameter is not supported.

This class is *not thread safe*.

Voir aussi la section *sous-processus et fils d'exécution*.

coroutine wait()
Wait for the child process to terminate.

Set and return the `returncode` attribute.

> **Note :** This method can deadlock when using `stdout=PIPE` or `stderr=PIPE` and the child process generates so much output that it blocks waiting for the OS pipe buffer to accept more data. Use the `communicate()` method when using pipes to avoid this condition.

coroutine communicate(*input=None*)
Interact with process :

1. send data to *stdin* (if *input* is not `None`) ;
2. read data from *stdout* and *stderr*, until EOF is reached ;
3. wait for process to terminate.

The optional *input* argument is the data (`bytes` object) that will be sent to the child process.

Return a tuple `(stdout_data, stderr_data)`.

If either `BrokenPipeError` or `ConnectionResetError` exception is raised when writing *input* into *stdin*, the exception is ignored. This condition occurs when the process exits before all data are written into *stdin*.

If it is desired to send data to the process' *stdin*, the process needs to be created with `stdin=PIPE`. Similarly, to get anything other than `None` in the result tuple, the process has to be created with `stdout=PIPE` and/or `stderr=PIPE` arguments.

Notez que les données lues sont mises en cache en mémoire, donc n'utilisez pas cette méthode si la taille des données est importante voire illimitée.

send_signal(*signal*)
Envoie le signal *signal* au sous-processus.

Note : On Windows, `SIGTERM` is an alias for *terminate()*. `CTRL_C_EVENT` and `CTRL_BREAK_EVENT` can be sent to processes started with a *creationflags* parameter which includes `CREATE_NEW_PROCESS_GROUP`.

---

terminate()
Arrête le sous-processus.

Sur les systèmes POSIX, cette méthode envoie un *signal.SIGTERM* au sous-processus.

On Windows the Win32 API function `TerminateProcess()` is called to stop the child process.

kill()
Kill the child.

On POSIX systems this method sends `SIGKILL` to the child process.

On Windows this method is an alias for *terminate()*.

stdin
Standard input stream (*StreamWriter*) or `None` if the process was created with `stdin=None`.

stdout
Standard output stream (*StreamReader*) or `None` if the process was created with `stdout=None`.

stderr
Standard error stream (*StreamReader*) or `None` if the process was created with `stderr=None`.

Avertissement : Use the *communicate()* method rather than *process.stdin.write()*, *await process.stdout.read()* or *await process.stderr.read*. This avoids deadlocks due to streams pausing reading or writing and blocking the child process.

pid
Process identification number (PID).

Note that for processes created by the *create_subprocess_shell()* function, this attribute is the PID of the spawned shell.

returncode
Return code of the process when it exits.

A `None` value indicates that the process has not terminated yet.

Une valeur négative `-N` indique que le sous-processus a été terminé par un signal `N` (seulement sur les systèmes *POSIX*).

Sous-processus et fils d'exécution

Standard asyncio event loop supports running subprocesses from different threads, but there are limitations :

- Une boucle d'évènements doit être exécutée sur le fil d'exécution principal.
- The child watcher must be instantiated in the main thread before executing subprocesses from other threads. Call the *get_child_watcher()* function in the main thread to instantiate the child watcher.

Note that alternative event loop implementations might not share the above limitations ; please refer to their documentation.

Voir aussi :

The *Concurrency and multithreading in asyncio* section.

Exemples

An example using the *Process* class to control a subprocess and the *StreamReader* class to read from its standard output.

The subprocess is created by the *create_subprocess_exec()* function :

```
import asyncio
import sys

async def get_date():
    code = 'import datetime; print(datetime.datetime.now())'

    # Create the subprocess; redirect the standard output
    # into a pipe.
    proc = await asyncio.create_subprocess_exec(
        sys.executable, '-c', code,
        stdout=asyncio.subprocess.PIPE)

    # Read one line of output.
    data = await proc.stdout.readline()
    line = data.decode('ascii').rstrip()

    # Wait for the subprocess exit.
    await proc.wait()
    return line

if sys.platform == "win32":
    asyncio.set_event_loop_policy(
        asyncio.WindowsProactorEventLoopPolicy())

date = asyncio.run(get_date())
print(f"Current date: {date}")
```

See also the *same example* written using low-level APIs.

19.1.5 Queues

asyncio queues are designed to be similar to classes of the *queue* module. Although asyncio queues are not thread-safe, they are designed to be used specifically in async/await code.

Note that methods of asyncio queues don't have a *timeout* parameter ; use *asyncio.wait_for()* function to do queue operations with a timeout.

See also the *Examples* section below.

Queue

class asyncio.**Queue**(*maxsize=0*, *, *loop=None*)

A first in, first out (FIFO) queue.

If *maxsize* is less than or equal to zero, the queue size is infinite. If it is an integer greater than `0`, then `await put()` blocks when the queue reaches *maxsize* until an item is removed by *get()*.

Unlike the standard library threading *queue*, the size of the queue is always known and can be returned by calling the *qsize()* method.

This class is *not thread safe*.

maxsize

Nombre d'éléments autorisés dans la queue.

empty()

Renvoie `True` si la queue est vide, `False` sinon.

full()
Return `True` if there are *maxsize* items in the queue.
If the queue was initialized with `maxsize=0` (the default), then *full()* never returns `True`.

coroutine get()
Remove and return an item from the queue. If queue is empty, wait until an item is available.

get_nowait()
Return an item if one is immediately available, else raise *QueueEmpty*.

coroutine join()
Block until all items in the queue have been received and processed.
The count of unfinished tasks goes up whenever an item is added to the queue. The count goes down whenever a consumer coroutine calls *task_done()* to indicate that the item was retrieved and all work on it is complete. When the count of unfinished tasks drops to zero, *join()* unblocks.

coroutine put(*item*)
Put an item into the queue. If the queue is full, wait until a free slot is available before adding the item.

put_nowait(*item*)
Ajoute un élément dans la queue sans bloquer.
If no free slot is immediately available, raise *QueueFull*.

qsize()
Renvoie le nombre d'éléments dans la queue.

task_done()
Indicate that a formerly enqueued task is complete.
Used by queue consumers. For each *get()* used to fetch a task, a subsequent call to *task_done()* tells the queue that the processing on the task is complete.
If a *join()* is currently blocking, it will resume when all items have been processed (meaning that a *task_done()* call was received for every item that had been *put()* into the queue).
Raises *ValueError* if called more times than there were items placed in the queue.

File de priorité

class asyncio.**PriorityQueue**
A variant of *Queue*; retrieves entries in priority order (lowest first).
Entries are typically tuples of the form `(priority_number, data)`.

LIFO Queue

class asyncio.**LifoQueue**
A variant of *Queue* that retrieves most recently added entries first (last in, first out).

Exceptions

exception asyncio.**QueueEmpty**
This exception is raised when the *get_nowait()* method is called on an empty queue.

exception asyncio.**QueueFull**
Exception raised when the *put_nowait()* method is called on a queue that has reached its *maxsize*.

Exemples

Queues can be used to distribute workload between several concurrent tasks :

```
import asyncio
import random
import time


async def worker(name, queue):
    while True:
        # Get a "work item" out of the queue.
        sleep_for = await queue.get()

        # Sleep for the "sleep_for" seconds.
        await asyncio.sleep(sleep_for)

        # Notify the queue that the "work item" has been processed.
        queue.task_done()

        print(f'{name} has slept for {sleep_for:.2f} seconds')


async def main():
    # Create a queue that we will use to store our "workload".
    queue = asyncio.Queue()

    # Generate random timings and put them into the queue.
    total_sleep_time = 0
    for _ in range(20):
        sleep_for = random.uniform(0.05, 1.0)
        total_sleep_time += sleep_for
        queue.put_nowait(sleep_for)

    # Create three worker tasks to process the queue concurrently.
    tasks = []
    for i in range(3):
        task = asyncio.create_task(worker(f'worker-{i}', queue))
        tasks.append(task)

    # Wait until the queue is fully processed.
    started_at = time.monotonic()
    await queue.join()
    total_slept_for = time.monotonic() - started_at

    # Cancel our worker tasks.
    for task in tasks:
        task.cancel()
    # Wait until all worker tasks are cancelled.
    await asyncio.gather(*tasks, return_exceptions=True)

    print('====')
    print(f'3 workers slept in parallel for {total_slept_for:.2f} seconds')
    print(f'total expected sleep time: {total_sleep_time:.2f} seconds')


asyncio.run(main())
```

19.1.6 Exceptions

exception asyncio.**TimeoutError**
The operation has exceeded the given deadline.

Important : This exception is different from the builtin *TimeoutError* exception.

---

exception asyncio.**CancelledError**
The operation has been cancelled.
This exception can be caught to perform custom operations when asyncio Tasks are cancelled. In almost all situations the exception must be re-raised.

Important : This exception is a subclass of *Exception*, so it can be accidentally suppressed by an overly broad `try..except` block :

```
try:
    await operation
except Exception:
    # The cancellation is broken because the *except* block
    # suppresses the CancelledError exception.
    log.log('an error has occurred')
```

Instead, the following pattern should be used :

```
try:
    await operation
except asyncio.CancelledError:
    raise
except Exception:
    log.log('an error has occurred')
```

---

exception asyncio.**InvalidStateError**
Invalid internal state of *Task* or *Future*.
Can be raised in situations like setting a result value for a *Future* object that already has a result value set.

exception asyncio.**SendfileNotAvailableError**
The ”sendfile” syscall is not available for the given socket or file type.
A subclass of *RuntimeError*.

exception asyncio.**IncompleteReadError**
The requested read operation did not complete fully.
Raised by the *asyncio stream APIs*.
This exception is a subclass of *EOFError*.

expected
The total number (*int*) of expected bytes.

partial
A string of *bytes* read before the end of stream was reached.

exception asyncio.**LimitOverrunError**
Reached the buffer size limit while looking for a separator.
Raised by the *asyncio stream APIs*.

consumed
The total number of to be consumed bytes.

19.1.7 Boucle d'évènements

Preface

The event loop is the core of every asyncio application. Event loops run asynchronous tasks and callbacks, perform network IO operations, and run subprocesses.

Application developers should typically use the high-level asyncio functions, such as *asyncio.run()*, and should rarely need to reference the loop object or call its methods. This section is intended mostly for authors of lower-level code, libraries, and frameworks, who need finer control over the event loop behavior.

Obtenir une boucle d'évènements

The following low-level functions can be used to get, set, or create an event loop :

asyncio.**get_running_loop**()
Return the running event loop in the current OS thread.

If there is no running event loop a *RuntimeError* is raised. This function can only be called from a coroutine or a callback.

Nouveau dans la version 3.7.

asyncio.**get_event_loop**()
Get the current event loop.

If there is no current event loop set in the current OS thread, the OS thread is main, and *set_event_loop()* has not yet been called, asyncio will create a new event loop and set it as the current one.

Because this function has rather complex behavior (especially when custom event loop policies are in use), using the *get_running_loop()* function is preferred to *get_event_loop()* in coroutines and callbacks.

Consider also using the *asyncio.run()* function instead of using lower level functions to manually create and close an event loop.

asyncio.**set_event_loop**(*loop*)
Set *loop* as a current event loop for the current OS thread.

asyncio.**new_event_loop**()
Create a new event loop object.

Note that the behaviour of *get_event_loop()*, *set_event_loop()*, and *new_event_loop()* functions can be altered by *setting a custom event loop policy*.

Sommaire

This documentation page contains the following sections :

— The *Event Loop Methods* section is the reference documentation of the event loop APIs ;
— The *Callback Handles* section documents the *Handle* and *TimerHandle* instances which are returned from scheduling methods such as *loop.call_soon()* and *loop.call_later()* ;
— The *Server Objects* section documents types returned from event loop methods like *loop.create_server()* ;
— The *Event Loop Implementations* section documents the *SelectorEventLoop* and *ProactorEventLoop* classes ;
— The *Examples* section showcases how to work with some event loop APIs.

Méthodes de la boucle d'évènements

Event loops have **low-level** APIs for the following :

Démarrer et arrêter une boucle d'évènements

`loop.`**`run_until_complete`**`(`*future*`)`
Lance la boucle jusqu'à ce que *future* (une instance de `Future`) soit terminée.
If the argument is a *coroutine object* it is implicitly scheduled to run as a `asyncio.Task`.
Return the Future's result or raise its exception.

`loop.`**`run_forever`**`()`
Run the event loop until `stop()` is called.
If `stop()` is called before `run_forever()` is called, the loop will poll the I/O selector once with a timeout of zero, run all callbacks scheduled in response to I/O events (and those that were already scheduled), and then exit.
If `stop()` is called while `run_forever()` is running, the loop will run the current batch of callbacks and then exit. Note that new callbacks scheduled by callbacks will not run in this case ; instead, they will run the next time `run_forever()` or `run_until_complete()` is called.

`loop.`**`stop`**`()`
Arrête l'exécution de la boucle d'évènements.

`loop.`**`is_running`**`()`
Renvoie `True` si la boucle d'évènements est démarrée.

`loop.`**`is_closed`**`()`
Renvoie `True` si la boucle d'évènements est arrêtée.

`loop.`**`close`**`()`
Arrête la boucle d'évènements.
The loop must not be running when this function is called. Any pending callbacks will be discarded.
This method clears all queues and shuts down the executor, but does not wait for the executor to finish.
This method is idempotent and irreversible. No other methods should be called after the event loop is closed.

`coroutine` `loop.`**`shutdown_asyncgens`**`()`
Schedule all currently open *asynchronous generator* objects to close with an `aclose()` call. After calling this method, the event loop will issue a warning if a new asynchronous generator is iterated. This should be used to reliably finalize all scheduled asynchronous generators.

Note that there is no need to call this function when *asyncio.run()* is used.

Exemple :

```
try:
    loop.run_forever()
finally:
    loop.run_until_complete(loop.shutdown_asyncgens())
    loop.close()
```

Nouveau dans la version 3.6.

Scheduling callbacks

`loop.`**`call_soon`**(*callback*, **args*, *context=None*)

Schedule a *callback* to be called with *args* arguments at the next iteration of the event loop.

Callbacks are called in the order in which they are registered. Each callback will be called exactly once.

An optional keyword-only *context* argument allows specifying a custom *contextvars.Context* for the *callback* to run in. The current context is used when no *context* is provided.

An instance of *asyncio.Handle* is returned, which can be used later to cancel the callback.

This method is not thread-safe.

`loop.`**`call_soon_threadsafe`**(*callback*, **args*, *context=None*)

A thread-safe variant of *call_soon()*. Must be used to schedule callbacks *from another thread*.

Voir la section *exécution concurrente et multi-fils d'exécution* de la documentation.

Modifié dans la version 3.7 : The *context* keyword-only parameter was added. See **PEP 567** for more details.

Note : Most *asyncio* scheduling functions don't allow passing keyword arguments. To do that, use *functools.partial()* :

```
# will schedule "print("Hello", flush=True)"
loop.call_soon(
    functools.partial(print, "Hello", flush=True))
```

Using partial objects is usually more convenient than using lambdas, as asyncio can render partial objects better in debug and error messages.

Scheduling delayed callbacks

Event loop provides mechanisms to schedule callback functions to be called at some point in the future. Event loop uses monotonic clocks to track time.

`loop.`**`call_later`**(*delay*, *callback*, **args*, *context=None*)

Schedule *callback* to be called after the given *delay* number of seconds (can be either an int or a float).

An instance of *asyncio.TimerHandle* is returned which can be used to cancel the callback.

callback will be called exactly once. If two callbacks are scheduled for exactly the same time, the order in which they are called is undefined.

The optional positional *args* will be passed to the callback when it is called. If you want the callback to be called with keyword arguments use *functools.partial()*.

An optional keyword-only *context* argument allows specifying a custom *contextvars.Context* for the *callback* to run in. The current context is used when no *context* is provided.

Modifié dans la version 3.7 : The *context* keyword-only parameter was added. See **PEP 567** for more details.

Modifié dans la version 3.7.1 : In Python 3.7.0 and earlier with the default event loop implementation, the *delay* could not exceed one day. This has been fixed in Python 3.7.1.

`loop.`**`call_at`**(*when*, *callback*, **args*, *context=None*)
Schedule *callback* to be called at the given absolute timestamp *when* (an int or a float), using the same time reference as `loop.time()`.

This method's behavior is the same as `call_later()`.

An instance of `asyncio.TimerHandle` is returned which can be used to cancel the callback.

Modifié dans la version 3.7 : The *context* keyword-only parameter was added. See **PEP 567** for more details.

Modifié dans la version 3.7.1 : In Python 3.7.0 and earlier with the default event loop implementation, the difference between *when* and the current time could not exceed one day. This has been fixed in Python 3.7.1.

`loop.`**`time`**()
Return the current time, as a `float` value, according to the event loop's internal monotonic clock.

Note : Modifié dans la version 3.8 : In Python 3.7 and earlier timeouts (relative *delay* or absolute *when*) should not exceed one day. This has been fixed in Python 3.8.

Voir aussi :

La fonction `asyncio.sleep()`.

Creating Futures and Tasks

`loop.`**`create_future`**()
Create an `asyncio.Future` object attached to the event loop.

This is the preferred way to create Futures in asyncio. This lets third-party event loops provide alternative implementations of the Future object (with better performance or instrumentation).

Nouveau dans la version 3.5.2.

`loop.`**`create_task`**(*coro*)
Schedule the execution of a *Coroutines*. Return a `Task` object.

Third-party event loops can use their own subclass of `Task` for interoperability. In this case, the result type is a subclass of `Task`.

`loop.`**`set_task_factory`**(*factory*)
Set a task factory that will be used by `loop.create_task()`.

If *factory* is `None` the default task factory will be set. Otherwise, *factory* must be a *callable* with the signature matching `(loop, coro)`, where *loop* is a reference to the active event loop, and *coro* is a coroutine object. The callable must return a `asyncio.Future`-compatible object.

`loop.`**`get_task_factory`**()
Return a task factory or `None` if the default one is in use.

Créer des connexions

`coroutine` `loop.`**`create_connection`**(*protocol_factory*, *host=None*, *port=None*, ***, *ssl=None*, *family=0*, *proto=0*, *flags=0*, *sock=None*, *local_addr=None*, *server_hostname=None*, *ssl_handshake_timeout=None*)
Open a streaming transport connection to a given address specified by *host* and *port*.

The socket family can be either `AF_INET` or `AF_INET6` depending on *host* (or the *family* argument, if provided).

The socket type will be `SOCK_STREAM`.

protocol_factory must be a callable returning an *asyncio protocol* implementation.

This method will try to establish the connection in the background. When successful, it returns a `(transport, protocol)` pair.

The chronological synopsis of the underlying operation is as follows :

1. The connection is established and a *transport* is created for it.

2. *protocol_factory* is called without arguments and is expected to return a *protocol* instance.
3. The protocol instance is coupled with the transport by calling its `connection_made()` method.
4. A `(transport, protocol)` tuple is returned on success.

The created transport is an implementation-dependent bidirectional stream.

Other arguments :

— *ssl* : if given and not false, a SSL/TLS transport is created (by default a plain TCP transport is created). If *ssl* is a `ssl.SSLContext` object, this context is used to create the transport ; if *ssl* is `True`, a default context returned from `ssl.create_default_context()` is used.
Voir aussi :
SSL/TLS security considerations

— *server_hostname* sets or overrides the hostname that the target server's certificate will be matched against. Should only be passed if *ssl* is not `None`. By default the value of the *host* argument is used. If *host* is empty, there is no default and you must pass a value for *server_hostname*. If *server_hostname* is an empty string, hostname matching is disabled (which is a serious security risk, allowing for potential man-in-the-middle attacks).

— *family*, *proto*, *flags* are the optional address family, protocol and flags to be passed through to getaddrinfo() for *host* resolution. If given, these should all be integers from the corresponding `socket` module constants.

— *sock*, if given, should be an existing, already connected `socket.socket` object to be used by the transport. If *sock* is given, none of *host*, *port*, *family*, *proto*, *flags* and *local_addr* should be specified.

— *local_addr*, if given, is a `(local_host, local_port)` tuple used to bind the socket to locally. The *local_host* and *local_port* are looked up using `getaddrinfo()`, similarly to *host* and *port*.

— *ssl_handshake_timeout* is (for a TLS connection) the time in seconds to wait for the TLS handshake to complete before aborting the connection. `60.0` seconds if `None` (default).

Nouveau dans la version 3.7 : The *ssl_handshake_timeout* parameter.

Modifié dans la version 3.6 : The socket option `TCP_NODELAY` is set by default for all TCP connections.

Modifié dans la version 3.5 : Added support for SSL/TLS in `ProactorEventLoop`.

Voir aussi :

The `open_connection()` function is a high-level alternative API. It returns a pair of (`StreamReader`, `StreamWriter`) that can be used directly in async/await code.

coroutine loop.**create_datagram_endpoint**(*protocol_factory*, *local_addr=None*, *remote_addr=None*, ***, *family=0*, *proto=0*, *flags=0*, *reuse_address=None*, *reuse_port=None*, *allow_broadcast=None*, *sock=None*)

Note : The parameter *reuse_address* is no longer supported, as using `SO_REUSEADDR` poses a significant security concern for UDP. Explicitly passing `reuse_address=True` will raise an exception.

When multiple processes with differing UIDs assign sockets to an indentical UDP socket address with `SO_REUSEADDR`, incoming packets can become randomly distributed among the sockets.

For supported platforms, *reuse_port* can be used as a replacement for similar functionality. With *reuse_port*, `SO_REUSEPORT` is used instead, which specifically prevents processes with differing UIDs from assigning sockets to the same socket address.

Créer une connexion par datagramme

The socket family can be either `AF_INET`, `AF_INET6`, or `AF_UNIX`, depending on *host* (or the *family* argument, if provided).

The socket type will be `SOCK_DGRAM`.

protocol_factory must be a callable returning a *protocol* implementation.

A tuple of `(transport, protocol)` is returned on success.

Other arguments :

— *local_addr*, if given, is a `(local_host, local_port)` tuple used to bind the socket to locally. The *local_host* and *local_port* are looked up using `getaddrinfo()`.

— *remote_addr*, if given, is a `(remote_host, remote_port)` tuple used to connect the socket to a remote address. The *remote_host* and *remote_port* are looked up using `getaddrinfo()`.

— *family*, *proto*, *flags* are the optional address family, protocol and flags to be passed through to `getaddrinfo()` for *host* resolution. If given, these should all be integers from the corresponding `socket` module constants.
— *reuse_port* tells the kernel to allow this endpoint to be bound to the same port as other existing endpoints are bound to, so long as they all set this flag when being created. This option is not supported on Windows and some Unixes. If the `SO_REUSEPORT` constant is not defined then this capability is unsupported.
— *allow_broadcast* tells the kernel to allow this endpoint to send messages to the broadcast address.
— *sock* can optionally be specified in order to use a preexisting, already connected, `socket.socket` object to be used by the transport. If specified, *local_addr* and *remote_addr* should be omitted (must be `None`).

On Windows, with `ProactorEventLoop`, this method is not supported.

See *UDP echo client protocol* and *UDP echo server protocol* examples.

Modifié dans la version 3.4.4 : The *family*, *proto*, *flags*, *reuse_address*, *reuse_port, *allow_broadcast*, and *sock* parameters were added.

Modifié dans la version 3.7.6 : The *reuse_address* parameter is no longer supported due to security concerns.

coroutine loop.**create_unix_connection**(*protocol_factory*, *path=None*, *, *ssl=None*, *sock=None*, *server_hostname=None*, *ssl_handshake_timeout=None*)

Créer une connexion Unix

The socket family will be `AF_UNIX`; socket type will be `SOCK_STREAM`.

A tuple of `(transport, protocol)` is returned on success.

path is the name of a Unix domain socket and is required, unless a *sock* parameter is specified. Abstract Unix sockets, `str`, `bytes`, and `Path` paths are supported.

See the documentation of the `loop.create_connection()` method for information about arguments to this method.

Disponibilité : Unix.

Nouveau dans la version 3.7 : The *ssl_handshake_timeout* parameter.

Modifié dans la version 3.7 : The *path* parameter can now be a *path-like object*.

Créer des serveurs

coroutine loop.**create_server**(*protocol_factory*, *host=None*, *port=None*, *, *family=socket.AF_UNSPEC*, *flags=socket.AI_PASSIVE*, *sock=None*, *backlog=100*, *ssl=None*, *reuse_address=None*, *reuse_port=None*, *ssl_handshake_timeout=None*, *start_serving=True*)

Create a TCP server (socket type `SOCK_STREAM`) listening on *port* of the *host* address.

Returns a `Server` object.

Arguments :

— *protocol_factory* must be a callable returning a *protocol* implementation.
— The *host* parameter can be set to several types which determine where the server would be listening :
  — If *host* is a string, the TCP server is bound to a single network interface specified by *host*.
  — If *host* is a sequence of strings, the TCP server is bound to all network interfaces specified by the sequence.
  — If *host* is an empty string or `None`, all interfaces are assumed and a list of multiple sockets will be returned (most likely one for IPv4 and another one for IPv6).
— *family* can be set to either `socket.AF_INET` or `AF_INET6` to force the socket to use IPv4 or IPv6. If not set, the *family* will be determined from host name (defaults to `AF_UNSPEC`).
— *flags* est un masque de bits pour `getaddrinfo()`.
— *sock* can optionally be specified in order to use a preexisting socket object. If specified, *host* and *port* must not be specified.
— *backlog* is the maximum number of queued connections passed to `listen()` (defaults to 100).
— *ssl* can be set to an `SSLContext` instance to enable TLS over the accepted connections.
— *reuse_address* tells the kernel to reuse a local socket in `TIME_WAIT` state, without waiting for its natural timeout to expire. If not specified will automatically be set to `True` on Unix.
— *reuse_port* tells the kernel to allow this endpoint to be bound to the same port as other existing endpoints are bound to, so long as they all set this flag when being created. This option is not supported on Windows.

— *ssl_handshake_timeout* is (for a TLS server) the time in seconds to wait for the TLS handshake to complete before aborting the connection. `60.0` seconds if `None` (default).
— *start_serving* set to `True` (the default) causes the created server to start accepting connections immediately. When set to `False`, the user should await on *Server.start_serving()* or *Server.serve_forever()* to make the server to start accepting connections.

Nouveau dans la version 3.7 : Added *ssl_handshake_timeout* and *start_serving* parameters.

Modifié dans la version 3.6 : The socket option `TCP_NODELAY` is set by default for all TCP connections.

Modifié dans la version 3.5 : Added support for SSL/TLS in *ProactorEventLoop*.

Modifié dans la version 3.5.1 : The *host* parameter can be a sequence of strings.

Voir aussi :

The *start_server()* function is a higher-level alternative API that returns a pair of *StreamReader* and *StreamWriter* that can be used in an async/await code.

coroutine loop.**create_unix_server**(*protocol_factory*, *path=None*, *, *sock=None*, *backlog=100*, *ssl=None*, *ssl_handshake_timeout=None*, *start_serving=True*)

Similar to *loop.create_server()* but works with the *AF_UNIX* socket family.

path is the name of a Unix domain socket, and is required, unless a *sock* argument is provided. Abstract Unix sockets, *str*, *bytes*, and *Path* paths are supported.

See the documentation of the *loop.create_server()* method for information about arguments to this method.

Disponibilité : Unix.

Nouveau dans la version 3.7 : The *ssl_handshake_timeout* and *start_serving* parameters.

Modifié dans la version 3.7 : The *path* parameter can now be a *Path* object.

coroutine loop.**connect_accepted_socket**(*protocol_factory*, *sock*, *, *ssl=None*, *ssl_handshake_timeout=None*)

Wrap an already accepted connection into a transport/protocol pair.

This method can be used by servers that accept connections outside of asyncio but that use asyncio to handle them.

Paramètres :
— *protocol_factory* must be a callable returning a *protocol* implementation.
— *sock* is a preexisting socket object returned from *socket.accept*.
— *ssl* can be set to an *SSLContext* to enable SSL over the accepted connections.
— *ssl_handshake_timeout* is (for an SSL connection) the time in seconds to wait for the SSL handshake to complete before aborting the connection. `60.0` seconds if `None` (default).

Returns a `(transport, protocol)` pair.

Nouveau dans la version 3.7 : The *ssl_handshake_timeout* parameter.

Nouveau dans la version 3.5.3.

Transferring files

coroutine loop.**sendfile**(*transport*, *file*, *offset=0*, *count=None*, *, *fallback=True*)

Send a *file* over a *transport*. Return the total number of bytes sent.

The method uses high-performance *os.sendfile()* if available.

file must be a regular file object opened in binary mode.

offset tells from where to start reading the file. If specified, *count* is the total number of bytes to transmit as opposed to sending the file until EOF is reached. File position is always updated, even when this method raises an error, and *file.tell()* can be used to obtain the actual number of bytes sent.

fallback set to `True` makes asyncio to manually read and send the file when the platform does not support the sendfile system call (e.g. Windows or SSL socket on Unix).

Raise *SendfileNotAvailableError* if the system does not support the *sendfile* syscall and *fallback* is `False`.

Nouveau dans la version 3.7.

TLS Upgrade

coroutine loop.**start_tls**(*transport*, *protocol*, *sslcontext*, *, *server_side=False*, *server_hostname=None*, *ssl_handshake_timeout=None*)

Convertit une connexion existante en connexion TLS.

Return a new transport instance, that the *protocol* must start using immediately after the *await*. The *transport* instance passed to the *start_tls* method should never be used again.

Paramètres :

— *transport* and *protocol* instances that methods like `create_server()` and `create_connection()` return.

— *sslcontext* : a configured instance of `SSLContext`.

— *server_side* pass `True` when a server-side connection is being upgraded (like the one created by `create_server()`).

— *server_hostname* : sets or overrides the host name that the target server's certificate will be matched against.

— *ssl_handshake_timeout* is (for a TLS connection) the time in seconds to wait for the TLS handshake to complete before aborting the connection. `60.0` seconds if `None` (default).

Nouveau dans la version 3.7.

Surveiller des descripteurs de fichiers

loop.**add_reader**(*fd*, *callback*, **args*)

Start monitoring the *fd* file descriptor for read availability and invoke *callback* with the specified arguments once *fd* is available for reading.

loop.**remove_reader**(*fd*)

Stop monitoring the *fd* file descriptor for read availability.

loop.**add_writer**(*fd*, *callback*, **args*)

Start monitoring the *fd* file descriptor for write availability and invoke *callback* with the specified arguments once *fd* is available for writing.

Use *`functools.partial()` to pass keyword arguments* to *callback*.

loop.**remove_writer**(*fd*)

Stop monitoring the *fd* file descriptor for write availability.

See also *Platform Support* section for some limitations of these methods.

Working with socket objects directly

In general, protocol implementations that use transport-based APIs such as `loop.create_connection()` and `loop.create_server()` are faster than implementations that work with sockets directly. However, there are some use cases when performance is not critical, and working with `socket` objects directly is more convenient.

coroutine loop.**sock_recv**(*sock*, *nbytes*)

Receive up to *nbytes* from *sock*. Asynchronous version of `socket.recv()`.

Return the received data as a bytes object.

Le connecteur *sock* ne doit pas être bloquant.

Modifié dans la version 3.7 : Even though this method was always documented as a coroutine method, releases before Python 3.7 returned a `Future`. Since Python 3.7 this is an `async def` method.

coroutine loop.**sock_recv_into**(*sock*, *buf*)

Receive data from *sock* into the *buf* buffer. Modeled after the blocking `socket.recv_into()` method.

Return the number of bytes written to the buffer.

Le connecteur *sock* ne doit pas être bloquant.

Nouveau dans la version 3.7.

coroutine loop.**sock_sendall**(*sock*, *data*)

Send *data* to the *sock* socket. Asynchronous version of `socket.sendall()`.

This method continues to send to the socket until either all data in *data* has been sent or an error occurs. `None` is returned on success. On error, an exception is raised. Additionally, there is no way to determine how much data, if any, was successfully processed by the receiving end of the connection.

Le connecteur *sock* ne doit pas être bloquant.

Modifié dans la version 3.7 : Even though the method was always documented as a coroutine method, before Python 3.7 it returned an *Future*. Since Python 3.7, this is an `async def` method.

coroutine `loop.`**`sock_connect`**(*sock*, *address*)

Connect *sock* to a remote socket at *address*.

Asynchronous version of *socket.connect()*.

Le connecteur *sock* ne doit pas être bloquant.

Modifié dans la version 3.5.2 : `address` no longer needs to be resolved. `sock_connect` will try to check if the *address* is already resolved by calling *socket.inet_pton()*. If not, *loop.getaddrinfo()* will be used to resolve the *address*.

Voir aussi :

loop.create_connection() and *asyncio.open_connection()*.

coroutine `loop.`**`sock_accept`**(*sock*)

Accept a connection. Modeled after the blocking *socket.accept()* method.

The socket must be bound to an address and listening for connections. The return value is a pair `(conn, address)` where *conn* is a *new* socket object usable to send and receive data on the connection, and *address* is the address bound to the socket on the other end of the connection.

Le connecteur *sock* ne doit pas être bloquant.

Modifié dans la version 3.7 : Even though the method was always documented as a coroutine method, before Python 3.7 it returned a *Future*. Since Python 3.7, this is an `async def` method.

Voir aussi :

loop.create_server() and *start_server()*.

coroutine `loop.`**`sock_sendfile`**(*sock*, *file*, *offset=0*, *count=None*, ***, *fallback=True*)

Send a file using high-performance *os.sendfile* if possible. Return the total number of bytes sent.

Asynchronous version of *socket.sendfile()*.

sock must be a non-blocking *socket.SOCK_STREAM socket*.

file must be a regular file object open in binary mode.

offset tells from where to start reading the file. If specified, *count* is the total number of bytes to transmit as opposed to sending the file until EOF is reached. File position is always updated, even when this method raises an error, and *file.tell()* can be used to obtain the actual number of bytes sent.

fallback, when set to `True`, makes asyncio manually read and send the file when the platform does not support the sendfile syscall (e.g. Windows or SSL socket on Unix).

Raise *SendfileNotAvailableError* if the system does not support *sendfile* syscall and *fallback* is `False`.

Le connecteur *sock* ne doit pas être bloquant.

Nouveau dans la version 3.7.

DNS

coroutine `loop.`**`getaddrinfo`**(*host*, *port*, ***, *family=0*, *type=0*, *proto=0*, *flags=0*)

Asynchronous version of *socket.getaddrinfo()*.

coroutine `loop.`**`getnameinfo`**(*sockaddr*, *flags=0*)

Asynchronous version of *socket.getnameinfo()*.

Modifié dans la version 3.7 : Both *getaddrinfo* and *getnameinfo* methods were always documented to return a coroutine, but prior to Python 3.7 they were, in fact, returning *asyncio.Future* objects. Starting with Python 3.7 both methods are coroutines.

Working with pipes

coroutine loop.**connect_read_pipe**(*protocol_factory*, *pipe*)
Branche l'extrémité en lecture du tube *pipe* à la boucle d'évènements.
protocol_factory must be a callable returning an *asyncio protocol* implementation.
pipe is a *file-like object*.
Return pair `(transport, protocol)`, where *transport* supports the `ReadTransport` interface and *protocol* is an object instantiated by the *protocol_factory*.
With `SelectorEventLoop` event loop, the *pipe* is set to non-blocking mode.

coroutine loop.**connect_write_pipe**(*protocol_factory*, *pipe*)
Branche l'extrémité en écriture de *pipe* à la boucle d'évènements.
protocol_factory must be a callable returning an *asyncio protocol* implementation.
pipe is *file-like object*.
Return pair `(transport, protocol)`, where *transport* supports `WriteTransport` interface and *protocol* is an object instantiated by the *protocol_factory*.
With `SelectorEventLoop` event loop, the *pipe* is set to non-blocking mode.

Note : `SelectorEventLoop` does not support the above methods on Windows. Use `ProactorEventLoop` instead for Windows.

Voir aussi :

The `loop.subprocess_exec()` and `loop.subprocess_shell()` methods.

Signaux Unix

loop.**add_signal_handler**(*signum*, *callback*, **args*)
Set *callback* as the handler for the *signum* signal.
The callback will be invoked by *loop*, along with other queued callbacks and runnable coroutines of that event loop. Unlike signal handlers registered using `signal.signal()`, a callback registered with this function is allowed to interact with the event loop.
Raise `ValueError` if the signal number is invalid or uncatchable. Raise `RuntimeError` if there is a problem setting up the handler.
Use `functools.partial()` *to pass keyword arguments* to *callback*.
Like `signal.signal()`, this function must be invoked in the main thread.

loop.**remove_signal_handler**(*sig*)
Supprime le gestionnaire du signal *sig*.
Return `True` if the signal handler was removed, or `False` if no handler was set for the given signal.
Disponibilité : Unix.

Voir aussi :

Le module `signal`.

Executing code in thread or process pools

awaitable loop.**run_in_executor**(*executor*, *func*, **args*)

Arrange for *func* to be called in the specified executor.

The *executor* argument should be an *concurrent.futures.Executor* instance. The default executor is used if *executor* is None.

Exemple :

```
import asyncio
import concurrent.futures

def blocking_io():
    # File operations (such as logging) can block the
    # event loop: run them in a thread pool.
    with open('/dev/urandom', 'rb') as f:
        return f.read(100)

def cpu_bound():
    # CPU-bound operations will block the event loop:
    # in general it is preferable to run them in a
    # process pool.
    return sum(i * i for i in range(10 ** 7))

async def main():
    loop = asyncio.get_running_loop()

    ## Options:

    # 1. Run in the default loop's executor:
    result = await loop.run_in_executor(
        None, blocking_io)
    print('default thread pool', result)

    # 2. Run in a custom thread pool:
    with concurrent.futures.ThreadPoolExecutor() as pool:
        result = await loop.run_in_executor(
            pool, blocking_io)
        print('custom thread pool', result)

    # 3. Run in a custom process pool:
    with concurrent.futures.ProcessPoolExecutor() as pool:
        result = await loop.run_in_executor(
            pool, cpu_bound)
        print('custom process pool', result)

asyncio.run(main())
```

This method returns a *asyncio.Future* object.

Use *functools.partial() to pass keyword arguments* to *func*.

Modifié dans la version 3.5.3 : *loop.run_in_executor()* no longer configures the max_workers of the thread pool executor it creates, instead leaving it up to the thread pool executor (*ThreadPoolExecutor*) to set the default.

loop.**set_default_executor**(*executor*)

Set *executor* as the default executor used by *run_in_executor()*. *executor* should be an instance of *ThreadPoolExecutor*.

Obsolète depuis la version 3.7 : Using an executor that is not an instance of *ThreadPoolExecutor* is deprecated and will trigger an error in Python 3.9.

executor must be an instance of *concurrent.futures.ThreadPoolExecutor*.

API de gestion d'erreur

Allows customizing how exceptions are handled in the event loop.

`loop.`**`set_exception_handler`**`(`*handler*`)`
Set *handler* as the new event loop exception handler.

If *handler* is `None`, the default exception handler will be set. Otherwise, *handler* must be a callable with the signature matching `(loop, context)`, where `loop` is a reference to the active event loop, and `context` is a `dict` object containing the details of the exception (see *`call_exception_handler()`* documentation for details about context).

`loop.`**`get_exception_handler`**`()`
Return the current exception handler, or `None` if no custom exception handler was set.

Nouveau dans la version 3.5.2.

`loop.`**`default_exception_handler`**`(`*context*`)`
Gestionnaire d'exception par défaut.

This is called when an exception occurs and no exception handler is set. This can be called by a custom exception handler that wants to defer to the default handler behavior.

context parameter has the same meaning as in *`call_exception_handler()`*.

`loop.`**`call_exception_handler`**`(`*context*`)`
Appelle le gestionnaire d'exception de la boucle d'évènements actuelle.

context is a `dict` object containing the following keys (new keys may be introduced in future Python versions) :
— `message` : Message d'erreur ;
— `exception` (optionnel) : Un objet exception ;
— 'future' (optional) : *`asyncio.Future`* instance ;
— 'handle' (optional) : *`asyncio.Handle`* instance ;
— 'protocol' (optional) : *Protocol* instance ;
— 'transport' (optional) : *Transport* instance ;
— 'socket' (optional) : *`socket.socket`* instance.

Note : This method should not be overloaded in subclassed event loops. For custom exception handling, use the *`set_exception_handler()`* method.

Active le mode débogage

`loop.`**`get_debug`**`()`
Get the debug mode (*`bool`*) of the event loop.

The default value is `True` if the environment variable `PYTHONASYNCIODEBUG` is set to a non-empty string, `False` otherwise.

`loop.`**`set_debug`**`(`*enabled : bool*`)`
Active le mode débogage pour la boucle d'évènements.

Modifié dans la version 3.7 : The new `-X dev` command line option can now also be used to enable the debug mode.

Voir aussi :

The *debug mode of asyncio*.

Running Subprocesses

Methods described in this subsections are low-level. In regular async/await code consider using the high-level `asyncio.create_subprocess_shell()` and `asyncio.create_subprocess_exec()` convenience functions instead.

Note : The default asyncio event loop on **Windows** does not support subprocesses. See *Subprocess Support on Windows* for details.

---

coroutine loop.**subprocess_exec**(*protocol_factory*, **args*, *stdin=subprocess.PIPE*, *stdout=subprocess.PIPE*, *stderr=subprocess.PIPE*, ***kwargs*)

Create a subprocess from one or more string arguments specified by *args*.

args must be a list of strings represented by :

— `str`;

— or `bytes`, encoded to the *filesystem encoding*.

The first string specifies the program executable, and the remaining strings specify the arguments. Together, string arguments form the `argv` of the program.

This is similar to the standard library `subprocess.Popen` class called with `shell=False` and the list of strings passed as the first argument ; however, where `Popen` takes a single argument which is list of strings, *subprocess_exec* takes multiple string arguments.

The *protocol_factory* must be a callable returning a subclass of the `asyncio.SubprocessProtocol` class.

Autres paramètres :

— *stdin* : either a file-like object representing a pipe to be connected to the subprocess's standard input stream using `connect_write_pipe()`, or the `subprocess.PIPE` constant (default). By default a new pipe will be created and connected.

— *stdout* : either a file-like object representing the pipe to be connected to the subprocess's standard output stream using `connect_read_pipe()`, or the `subprocess.PIPE` constant (default). By default a new pipe will be created and connected.

— *stderr* : either a file-like object representing the pipe to be connected to the subprocess's standard error stream using `connect_read_pipe()`, or one of `subprocess.PIPE` (default) or `subprocess.STDOUT` constants.

By default a new pipe will be created and connected. When `subprocess.STDOUT` is specified, the subprocess' standard error stream will be connected to the same pipe as the standard output stream.

— All other keyword arguments are passed to `subprocess.Popen` without interpretation, except for *bufsize*, *universal_newlines* and *shell*, which should not be specified at all.

See the constructor of the `subprocess.Popen` class for documentation on other arguments.

Returns a pair of `(transport, protocol)`, where *transport* conforms to the `asyncio.SubprocessTransport` base class and *protocol* is an object instantiated by the *protocol_factory*.

coroutine loop.**subprocess_shell**(*protocol_factory*, *cmd*, ***, *stdin=subprocess.PIPE*, *stdout=subprocess.PIPE*, *stderr=subprocess.PIPE*, ***kwargs*)

Create a subprocess from *cmd*, which can be a `str` or a `bytes` string encoded to the *filesystem encoding*, using the platform's "shell" syntax.

This is similar to the standard library `subprocess.Popen` class called with `shell=True`.

The *protocol_factory* must be a callable returning a subclass of the `SubprocessProtocol` class.

See `subprocess_exec()` for more details about the remaining arguments.

Returns a pair of `(transport, protocol)`, where *transport* conforms to the `SubprocessTransport` base class and *protocol* is an object instantiated by the *protocol_factory*.

Note : It is the application's responsibility to ensure that all whitespace and special characters are quoted appropriately to avoid shell injection vulnerabilities. The `shlex.quote()` function can be used to properly escape whitespace and special characters in strings that are going to be used to construct shell commands.

Callback Handles

class asyncio.**Handle**
A callback wrapper object returned by *loop.call_soon()*, *loop.call_soon_threadsafe()*.

cancel()
Cancel the callback. If the callback has already been canceled or executed, this method has no effect.

cancelled()
Renvoie `True` si la fonction de rappel à été annulé.

Nouveau dans la version 3.7.

class asyncio.**TimerHandle**
A callback wrapper object returned by *loop.call_later()*, and *loop.call_at()*.

This class is a subclass of *Handle*.

when()
Return a scheduled callback time as *float* seconds.

The time is an absolute timestamp, using the same time reference as *loop.time()*.

Nouveau dans la version 3.7.

Objets Serveur

Server objects are created by *loop.create_server()*, *loop.create_unix_server()*, *start_server()*, and *start_unix_server()* functions.

Do not instantiate the class directly.

class asyncio.**Server**
Server objects are asynchronous context managers. When used in an `async with` statement, it's guaranteed that the Server object is closed and not accepting new connections when the `async with` statement is completed :

```
srv = await loop.create_server(...)

async with srv:
    # some code

# At this point, srv is closed and no longer accepts new connections.
```

Modifié dans la version 3.7 : Server object is an asynchronous context manager since Python 3.7.

close()
Stop serving : close listening sockets and set the *sockets* attribute to `None`.

The sockets that represent existing incoming client connections are left open.

The server is closed asynchronously, use the *wait_closed()* coroutine to wait until the server is closed.

get_loop()
Return the event loop associated with the server object.

Nouveau dans la version 3.7.

coroutine start_serving()
Commence à accepter les connexions.

This method is idempotent, so it can be called when the server is already being serving.

The *start_serving* keyword-only parameter to *loop.create_server()* and *asyncio.start_server()* allows creating a Server object that is not accepting connections initially. In this case `Server.start_serving()`, or *Server.serve_forever()* can be used to make the Server start accepting connections.

Nouveau dans la version 3.7.

coroutine serve_forever()
Start accepting connections until the coroutine is cancelled. Cancellation of `serve_forever` task causes the server to be closed.

This method can be called if the server is already accepting connections. Only one `serve_forever` task can exist per one *Server* object.

Exemple :

```
async def client_connected(reader, writer):
    # Communicate with the client with
    # reader/writer streams.  For example:
    await reader.readline()

async def main(host, port):
    srv = await asyncio.start_server(
        client_connected, host, port)
    await srv.serve_forever()

asyncio.run(main('127.0.0.1', 0))
```

Nouveau dans la version 3.7.

is_serving()

Donne `True` si le serveur accepte de nouvelles connexions.

Nouveau dans la version 3.7.

coroutine wait_closed()

Attends que la méthode *close()* se termine.

sockets

List of *socket.socket* objects the server is listening on, or `None` if the server is closed.

Modifié dans la version 3.7 : Prior to Python 3.7 `Server.sockets` used to return an internal list of server sockets directly. In 3.7 a copy of that list is returned.

Implémentations de boucle d'évènements

asyncio ships with two different event loop implementations : *SelectorEventLoop* and *ProactorEventLoop*.

By default asyncio is configured to use *SelectorEventLoop* on all platforms.

class asyncio.**SelectorEventLoop**

An event loop based on the *selectors* module.

Uses the most efficient *selector* available for the given platform. It is also possible to manually configure the exact selector implementation to be used :

```
import asyncio
import selectors

selector = selectors.SelectSelector()
loop = asyncio.SelectorEventLoop(selector)
asyncio.set_event_loop(loop)
```

Disponibilité : Unix, Windows.

class asyncio.**ProactorEventLoop**

An event loop for Windows that uses "I/O Completion Ports" (IOCP).

Disponibilité : Windows.

An example how to use *ProactorEventLoop* on Windows :

```
import asyncio
import sys

if sys.platform == 'win32':
    loop = asyncio.ProactorEventLoop()
    asyncio.set_event_loop(loop)
```

Voir aussi :

MSDN documentation on I/O Completion Ports.

class asyncio.**AbstractEventLoop**

Abstract base class for asyncio-compliant event loops.

The *Event Loop Methods* section lists all methods that an alternative implementation of `AbstractEventLoop` should have defined.

Exemples

Note that all examples in this section **purposefully** show how to use the low-level event loop APIs, such as *`loop.run_forever()`* and *`loop.call_soon()`*. Modern asyncio applications rarely need to be written this way; consider using the high-level functions like *`asyncio.run()`*.

"Hello World" avec `call_soon()`

An example using the *`loop.call_soon()`* method to schedule a callback. The callback displays `"Hello World"` and then stops the event loop :

```
import asyncio

def hello_world(loop):
    """A callback to print 'Hello World' and stop the event loop"""
    print('Hello World')
    loop.stop()

loop = asyncio.get_event_loop()

# Schedule a call to hello_world()
loop.call_soon(hello_world, loop)

# Blocking call interrupted by loop.stop()
try:
    loop.run_forever()
finally:
    loop.close()
```

Voir aussi :

A similar *Hello World* example created with a coroutine and the *`run()`* function.

Afficher la date actuelle avec `call_later()`

An example of a callback displaying the current date every second. The callback uses the *`loop.call_later()`* method to reschedule itself after 5 seconds, and then stops the event loop :

```
import asyncio
import datetime

def display_date(end_time, loop):
    print(datetime.datetime.now())
    if (loop.time() + 1.0) < end_time:
        loop.call_later(1, display_date, end_time, loop)
    else:
        loop.stop()

loop = asyncio.get_event_loop()

# Schedule the first call to display_date()
end_time = loop.time() + 5.0
loop.call_soon(display_date, end_time, loop)
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
# Blocking call interrupted by loop.stop()
try:
    loop.run_forever()
finally:
    loop.close()
```

Voir aussi :

A similar *current date* example created with a coroutine and the `run()` function.

Watch a file descriptor for read events

Wait until a file descriptor received some data using the `loop.add_reader()` method and then close the event loop :

```
import asyncio
from socket import socketpair

# Create a pair of connected file descriptors
rsock, wsock = socketpair()

loop = asyncio.get_event_loop()

def reader():
    data = rsock.recv(100)
    print("Received:", data.decode())

    # We are done: unregister the file descriptor
    loop.remove_reader(rsock)

    # Stop the event loop
    loop.stop()

# Register the file descriptor for read event
loop.add_reader(rsock, reader)

# Simulate the reception of data from the network
loop.call_soon(wsock.send, 'abc'.encode())

try:
    # Run the event loop
    loop.run_forever()
finally:
    # We are done. Close sockets and the event loop.
    rsock.close()
    wsock.close()
    loop.close()
```

Voir aussi :

- A similar *example* using transports, protocols, and the `loop.create_connection()` method.
- Another similar *example* using the high-level `asyncio.open_connection()` function and streams.

Définit les gestionnaires de signaux pour *SIGINT* et *SIGTERM*

(Cet exemple ne fonctionne que sur Unix.)

Register handlers for signals `SIGINT` and `SIGTERM` using the *loop.add_signal_handler()* method :

```
import asyncio
import functools
import os
import signal

def ask_exit(signame, loop):
    print("got signal %s: exit" % signame)
    loop.stop()

async def main():
    loop = asyncio.get_running_loop()

    for signame in {'SIGINT', 'SIGTERM'}:
        loop.add_signal_handler(
            getattr(signal, signame),
            functools.partial(ask_exit, signame, loop))

    await asyncio.sleep(3600)

print("Event loop running for 1 hour, press Ctrl+C to interrupt.")
print(f"pid {os.getpid()}: send SIGINT or SIGTERM to exit.")

asyncio.run(main())
```

19.1.8 Futurs

Future objects are used to bridge **low-level callback-based code** with high-level async/await code.

Future Functions

`asyncio.`**`isfuture`**(*obj*)

Return `True` if *obj* is either of :
— an instance of *asyncio.Future*,
— an instance of *asyncio.Task*,
— a Future-like object with a `_asyncio_future_blocking` attribute.
Nouveau dans la version 3.5.

`asyncio.`**`ensure_future`**(*obj*, *, *loop=None*)

Return :
— *obj* argument as is, if *obj* is a *Future*, a *Task*, or a Future-like object (*isfuture()* is used for the test.)
— a *Task* object wrapping *obj*, if *obj* is a coroutine (*iscoroutine()* is used for the test) ; in this case the coroutine will be scheduled by `ensure_future()`.
— a *Task* object that would await on *obj*, if *obj* is an awaitable (*inspect.isawaitable()* is used for the test.)
If *obj* is neither of the above a *TypeError* is raised.

Important : See also the *create_task()* function which is the preferred way for creating new Tasks.

Modifié dans la version 3.5.1 : La fonction accepte n'importe quel objet *awaitable*.

`asyncio.`**`wrap_future`**(*future*, *, *loop=None*)

Wrap a *concurrent.futures.Future* object in a *asyncio.Future* object.

Future Object

class asyncio.**Future**(*, *loop=None*)

A Future represents an eventual result of an asynchronous operation. Not thread-safe.

Future is an *awaitable* object. Coroutines can await on Future objects until they either have a result or an exception set, or until they are cancelled.

Typically Futures are used to enable low-level callback-based code (e.g. in protocols implemented using asyncio *transports*) to interoperate with high-level async/await code.

The rule of thumb is to never expose Future objects in user-facing APIs, and the recommended way to create a Future object is to call `loop.create_future()`. This way alternative event loop implementations can inject their own optimized implementations of a Future object.

Modifié dans la version 3.7 : Ajout du support du module `contextvars`.

result()

Return the result of the Future.

If the Future is *done* and has a result set by the `set_result()` method, the result value is returned.

If the Future is *done* and has an exception set by the `set_exception()` method, this method raises the exception.

If the Future has been *cancelled*, this method raises a `CancelledError` exception.

If the Future's result isn't yet available, this method raises a `InvalidStateError` exception.

set_result(*result*)

Mark the Future as *done* and set its result.

Raises a `InvalidStateError` error if the Future is already *done*.

set_exception(*exception*)

Mark the Future as *done* and set an exception.

Raises a `InvalidStateError` error if the Future is already *done*.

done()

Return `True` if the Future is *done*.

A Future is *done* if it was *cancelled* or if it has a result or an exception set with `set_result()` or `set_exception()` calls.

cancelled()

Return `True` if the Future was *cancelled*.

The method is usually used to check if a Future is not *cancelled* before setting a result or an exception for it :

```
if not fut.cancelled():
    fut.set_result(42)
```

add_done_callback(*callback*, *, *context=None*)

Add a callback to be run when the Future is *done*.

The *callback* is called with the Future object as its only argument.

If the Future is already *done* when this method is called, the callback is scheduled with `loop.call_soon()`.

An optional keyword-only *context* argument allows specifying a custom `contextvars.Context` for the *callback* to run in. The current context is used when no *context* is provided.

`functools.partial()` can be used to pass parameters to the callback, e.g. :

```
# Call 'print("Future:", fut)' when "fut" is done.
fut.add_done_callback(
    functools.partial(print, "Future:"))
```

Modifié dans la version 3.7 : The *context* keyword-only parameter was added. See **PEP 567** for more details.

remove_done_callback(*callback*)

Retire *callback* de la liste de fonctions de rappel.

Returns the number of callbacks removed, which is typically 1, unless a callback was added more than once.

cancel()
Cancel the Future and schedule callbacks.
If the Future is already *done* or *cancelled*, return `False`. Otherwise, change the Future's state to *cancelled*, schedule the callbacks, and return `True`.

exception()
Return the exception that was set on this Future.
The exception (or `None` if no exception was set) is returned only if the Future is *done*.
If the Future has been *cancelled*, this method raises a *CancelledError* exception.
If the Future isn't *done* yet, this method raises an *InvalidStateError* exception.

get_loop()
Return the event loop the Future object is bound to.
Nouveau dans la version 3.7.

This example creates a Future object, creates and schedules an asynchronous Task to set result for the Future, and waits until the Future has a result :

```
async def set_after(fut, delay, value):
    # Sleep for *delay* seconds.
    await asyncio.sleep(delay)

    # Set *value* as a result of *fut* Future.
    fut.set_result(value)

async def main():
    # Get the current event loop.
    loop = asyncio.get_running_loop()

    # Create a new Future object.
    fut = loop.create_future()

    # Run "set_after()" coroutine in a parallel Task.
    # We are using the low-level "loop.create_task()" API here because
    # we already have a reference to the event loop at hand.
    # Otherwise we could have just used "asyncio.create_task()".
    loop.create_task(
        set_after(fut, 1, '... world'))

    print('hello ...')

    # Wait until *fut* has a result (1 second) and print it.
    print(await fut)

asyncio.run(main())
```

Important : The Future object was designed to mimic *concurrent.futures.Future*. Key differences include :

— unlike asyncio Futures, *concurrent.futures.Future* instances cannot be awaited.
— *asyncio.Future.result()* and *asyncio.Future.exception()* do not accept the *timeout* argument.
— *asyncio.Future.result()* and *asyncio.Future.exception()* raise an *InvalidStateError* exception when the Future is not *done*.
— Callbacks registered with *asyncio.Future.add_done_callback()* are not called immediately. They are scheduled with *loop.call_soon()* instead.
— asyncio Future is not compatible with the *concurrent.futures.wait()* and *concurrent.futures.as_completed()* functions.

19.1.9 Transports et Protocoles

Preface

Transports and Protocols are used by the **low-level** event loop APIs such as `loop.create_connection()`. They use callback-based programming style and enable high-performance implementations of network or IPC protocols (e.g. HTTP).

Essentially, transports and protocols should only be used in libraries and frameworks and never in high-level asyncio applications.

This documentation page covers both *Transports* and *Protocols*.

Introduction

At the highest level, the transport is concerned with *how* bytes are transmitted, while the protocol determines *which* bytes to transmit (and to some extent when).

A different way of saying the same thing : a transport is an abstraction for a socket (or similar I/O endpoint) while a protocol is an abstraction for an application, from the transport's point of view.

Yet another view is the transport and protocol interfaces together define an abstract interface for using network I/O and interprocess I/O.

There is always a 1 :1 relationship between transport and protocol objects : the protocol calls transport methods to send data, while the transport calls protocol methods to pass it data that has been received.

Most of connection oriented event loop methods (such as `loop.create_connection()`) usually accept a *protocol_factory* argument used to create a *Protocol* object for an accepted connection, represented by a *Transport* object. Such methods usually return a tuple of `(transport, protocol)`.

Sommaire

This documentation page contains the following sections :

— The *Transports* section documents asyncio `BaseTransport`, `ReadTransport`, `WriteTransport`, `Transport`, `DatagramTransport`, and `SubprocessTransport` classes.

— The *Protocols* section documents asyncio `BaseProtocol`, `Protocol`, `BufferedProtocol`, `DatagramProtocol`, and `SubprocessProtocol` classes.

— The *Examples* section showcases how to work with transports, protocols, and low-level event loop APIs.

Transports

Transports are classes provided by `asyncio` in order to abstract various kinds of communication channels.

Transport objects are always instantiated by an *asyncio event loop*.

asyncio implements transports for TCP, UDP, SSL, and subprocess pipes. The methods available on a transport depend on the transport's kind.

The transport classes are *not thread safe*.

Hiérarchie des transports

class asyncio.**BaseTransport**
Base class for all transports. Contains methods that all asyncio transports share.

class asyncio.**WriteTransport**(*BaseTransport*)
A base transport for write-only connections.
Instances of the *WriteTransport* class are returned from the *loop.connect_write_pipe()* event loop method and are also used by subprocess-related methods like *loop.subprocess_exec()*.

class asyncio.**ReadTransport**(*BaseTransport*)
A base transport for read-only connections.
Instances of the *ReadTransport* class are returned from the *loop.connect_read_pipe()* event loop method and are also used by subprocess-related methods like *loop.subprocess_exec()*.

class asyncio.**Transport**(*WriteTransport*, *ReadTransport*)
Interface representing a bidirectional transport, such as a TCP connection.
The user does not instantiate a transport directly ; they call a utility function, passing it a protocol factory and other information necessary to create the transport and protocol.
Instances of the *Transport* class are returned from or used by event loop methods like *loop.create_connection()*, *loop.create_unix_connection()*, *loop.create_server()*, *loop.sendfile()*, etc.

class asyncio.**DatagramTransport**(*BaseTransport*)
A transport for datagram (UDP) connections.
Instances of the *DatagramTransport* class are returned from the *loop.create_datagram_endpoint()* event loop method.

class asyncio.**SubprocessTransport**(*BaseTransport*)
An abstraction to represent a connection between a parent and its child OS process.
Instances of the *SubprocessTransport* class are returned from event loop methods *loop.subprocess_shell()* and *loop.subprocess_exec()*.

Classe de base des Transports

BaseTransport.**close**()
Ferme le transport.
If the transport has a buffer for outgoing data, buffered data will be flushed asynchronously. No more data will be received. After all buffered data is flushed, the protocol's *protocol.connection_lost()* method will be called with *None* as its argument.

BaseTransport.**is_closing**()
Return `True` if the transport is closing or is closed.

BaseTransport.**get_extra_info**(*name*, *default=None*)
Return information about the transport or underlying resources it uses.
name is a string representing the piece of transport-specific information to get.
default is the value to return if the information is not available, or if the transport does not support querying it with the given third-party event loop implementation or on the current platform.
For example, the following code attempts to get the underlying socket object of the transport :

```
sock = transport.get_extra_info('socket')
if sock is not None:
    print(sock.getsockopt(...))
```

Categories of information that can be queried on some transports :
— socket :
  — `'peername'` : the remote address to which the socket is connected, result of *socket.socket.getpeername()* (`None` on error)
  — `'socket'` : Instance de *socket.socket*

  - `'sockname'` : the socket's own address, result of *socket.socket.getsockname()*
- Connecteur (*socket* en anglais) SSL :
  - `'compression'` : the compression algorithm being used as a string, or `None` if the connection isn't compressed ; result of *ssl.SSLSocket.compression()*
  - `'cipher'` : a three-value tuple containing the name of the cipher being used, the version of the SSL protocol that defines its use, and the number of secret bits being used ; result of *ssl.SSLSocket.cipher()*
  - `'peercert'` : peer certificate ; result of *ssl.SSLSocket.getpeercert()*
  - `sslcontext` : Instance de *ssl.SSLContext*
  - `'ssl_object'` : *ssl.SSLObject* or *ssl.SSLSocket* instance
- pipe :
  - `'pipe'` : objet *pipe*
- sous-processus :
  - `'subprocess'` : *subprocess.Popen* instance

`BaseTransport.`**`set_protocol`**(*protocol*)

Change le protocole.

Switching protocol should only be done when both protocols are documented to support the switch.

`BaseTransport.`**`get_protocol`**()

Renvoie le protocole courant.

Transports en lecture seule

`ReadTransport.`**`is_reading`**()

Return `True` if the transport is receiving new data.

Nouveau dans la version 3.7.

`ReadTransport.`**`pause_reading`**()

Pause the receiving end of the transport. No data will be passed to the protocol's *protocol.data_received()* method until *resume_reading()* is called.

Modifié dans la version 3.7 : The method is idempotent, i.e. it can be called when the transport is already paused or closed.

`ReadTransport.`**`resume_reading`**()

Resume the receiving end. The protocol's *protocol.data_received()* method will be called once again if some data is available for reading.

Modifié dans la version 3.7 : The method is idempotent, i.e. it can be called when the transport is already reading.

Transports en lecture/écriture

`WriteTransport.`**`abort`**()

Close the transport immediately, without waiting for pending operations to complete. Buffered data will be lost. No more data will be received. The protocol's *protocol.connection_lost()* method will eventually be called with *None* as its argument.

`WriteTransport.`**`can_write_eof`**()

Return *True* if the transport supports *write_eof()*, *False* if not.

`WriteTransport.`**`get_write_buffer_size`**()

Return the current size of the output buffer used by the transport.

`WriteTransport.`**`get_write_buffer_limits`**()

Get the *high* and *low* watermarks for write flow control. Return a tuple `(low, high)` where *low* and *high* are positive number of bytes.

Use *set_write_buffer_limits()* to set the limits.

Nouveau dans la version 3.4.2.

WriteTransport.**set_write_buffer_limits**(*high=None*, *low=None*)
Set the *high* and *low* watermarks for write flow control.

These two values (measured in number of bytes) control when the protocol's *protocol.pause_writing()* and *protocol.resume_writing()* methods are called. If specified, the low watermark must be less than or equal to the high watermark. Neither *high* nor *low* can be negative.

pause_writing() is called when the buffer size becomes greater than or equal to the *high* value. If writing has been paused, *resume_writing()* is called when the buffer size becomes less than or equal to the *low* value.

The defaults are implementation-specific. If only the high watermark is given, the low watermark defaults to an implementation-specific value less than or equal to the high watermark. Setting *high* to zero forces *low* to zero as well, and causes *pause_writing()* to be called whenever the buffer becomes non-empty. Setting *low* to zero causes *resume_writing()* to be called only once the buffer is empty. Use of zero for either limit is generally sub-optimal as it reduces opportunities for doing I/O and computation concurrently.

Use *get_write_buffer_limits()* to get the limits.

WriteTransport.**write**(*data*)
Écrit des octets de *data* sur le transport.

This method does not block ; it buffers the data and arranges for it to be sent out asynchronously.

WriteTransport.**writelines**(*list_of_data*)
Write a list (or any iterable) of data bytes to the transport. This is functionally equivalent to calling *write()* on each element yielded by the iterable, but may be implemented more efficiently.

WriteTransport.**write_eof**()
Close the write end of the transport after flushing all buffered data. Data may still be received.

This method can raise *NotImplementedError* if the transport (e.g. SSL) doesn't support half-closed connections.

Transports de datagrammes

DatagramTransport.**sendto**(*data*, *addr=None*)
Send the *data* bytes to the remote peer given by *addr* (a transport-dependent target address). If *addr* is *None*, the data is sent to the target address given on transport creation.

This method does not block ; it buffers the data and arranges for it to be sent out asynchronously.

DatagramTransport.**abort**()
Close the transport immediately, without waiting for pending operations to complete. Buffered data will be lost. No more data will be received. The protocol's *protocol.connection_lost()* method will eventually be called with *None* as its argument.

Transports vers des sous-processus

SubprocessTransport.**get_pid**()
Donne l'identifiant du sous processus sous la forme d'un nombre entier.

SubprocessTransport.**get_pipe_transport**(*fd*)
Return the transport for the communication pipe corresponding to the integer file descriptor *fd* :

- `0` : readable streaming transport of the standard input (*stdin*), or *None* if the subprocess was not created with `stdin=PIPE`
- `1` : writable streaming transport of the standard output (*stdout*), or *None* if the subprocess was not created with `stdout=PIPE`
- `2` : writable streaming transport of the standard error (*stderr*), or *None* if the subprocess was not created with `stderr=PIPE`
- autre *fd* : *None*

SubprocessTransport.**get_returncode**()
Return the subprocess return code as an integer or *None* if it hasn't returned, which is similar to the *subprocess.Popen.returncode* attribute.

SubprocessTransport.**kill**()
Tue le sous-processus.
On POSIX systems, the function sends SIGKILL to the subprocess. On Windows, this method is an alias for *terminate()*.
See also *subprocess.Popen.kill()*.

SubprocessTransport.**send_signal**(*signal*)
Send the *signal* number to the subprocess, as in *subprocess.Popen.send_signal()*.

SubprocessTransport.**terminate**()
Termine le sous-processus.
On POSIX systems, this method sends SIGTERM to the subprocess. On Windows, the Windows API function TerminateProcess() is called to stop the subprocess.
See also *subprocess.Popen.terminate()*.

SubprocessTransport.**close**()
Kill the subprocess by calling the *kill()* method.
If the subprocess hasn't returned yet, and close transports of *stdin*, *stdout*, and *stderr* pipes.

Protocols

asyncio provides a set of abstract base classes that should be used to implement network protocols. Those classes are meant to be used together with *transports*.

Subclasses of abstract base protocol classes may implement some or all methods. All these methods are callbacks : they are called by transports on certain events, for example when some data is received. A base protocol method should be called by the corresponding transport.

Protocoles de base

class asyncio.**BaseProtocol**
Base protocol with methods that all protocols share.

class asyncio.**Protocol**(*BaseProtocol*)
The base class for implementing streaming protocols (TCP, Unix sockets, etc).

class asyncio.**BufferedProtocol**(*BaseProtocol*)
A base class for implementing streaming protocols with manual control of the receive buffer.

class asyncio.**DatagramProtocol**(*BaseProtocol*)
The base class for implementing datagram (UDP) protocols.

class asyncio.**SubprocessProtocol**(*BaseProtocol*)
The base class for implementing protocols communicating with child processes (unidirectional pipes).

Base Protocol

All asyncio protocols can implement Base Protocol callbacks.

Connection Callbacks

Connection callbacks are called on all protocols, exactly once per a successful connection. All other protocol callbacks can only be called between those two methods.

`BaseProtocol.`**`connection_made`**(*transport*)
Appelé lorsqu'une connexion est établie.
The *transport* argument is the transport representing the connection. The protocol is responsible for storing the reference to its transport.

`BaseProtocol.`**`connection_lost`**(*exc*)
Appelé lorsqu'une connexion est perdue ou fermée.
The argument is either an exception object or `None`. The latter means a regular EOF is received, or the connection was aborted or closed by this side of the connection.

Flow Control Callbacks

Flow control callbacks can be called by transports to pause or resume writing performed by the protocol.

See the documentation of the *`set_write_buffer_limits()`* method for more details.

`BaseProtocol.`**`pause_writing`**()
Called when the transport's buffer goes over the high watermark.

`BaseProtocol.`**`resume_writing`**()
Called when the transport's buffer drains below the low watermark.

If the buffer size equals the high watermark, *`pause_writing()`* is not called : the buffer size must go strictly over.

Conversely, *`resume_writing()`* is called when the buffer size is equal or lower than the low watermark. These end conditions are important to ensure that things go as expected when either mark is zero.

Protocoles connectés

Event methods, such as *`loop.create_server()`*, *`loop.create_unix_server()`*, *`loop.create_connection()`*, *`loop.create_unix_connection()`*, *`loop.connect_accepted_socket()`*, *`loop.connect_read_pipe()`*, and *`loop.connect_write_pipe()`* accept factories that return streaming protocols.

`Protocol.`**`data_received`**(*data*)
Called when some data is received. *data* is a non-empty bytes object containing the incoming data.
Whether the data is buffered, chunked or reassembled depends on the transport. In general, you shouldn't rely on specific semantics and instead make your parsing generic and flexible. However, data is always received in the correct order.
The method can be called an arbitrary number of times while a connection is open.
However, *`protocol.eof_received()`* is called at most once. Once *eof_received()* is called, `data_received()` is not called anymore.

`Protocol.`**`eof_received`**()
Called when the other end signals it won't send any more data (for example by calling *`transport.write_eof()`*, if the other end also uses asyncio).
This method may return a false value (including `None`), in which case the transport will close itself. Conversely, if this method returns a true value, the protocol used determines whether to close the transport. Since the default implementation returns `None`, it implicitly closes the connection.
Some transports, including SSL, don't support half-closed connections, in which case returning true from this method will result in the connection being closed.

Machine à états :

```
start -> connection_made
    [-> data_received]*
    [-> eof_received]?
-> connection_lost -> end
```

Buffered Streaming Protocols

Nouveau dans la version 3.7 : **Important :** this has been added to asyncio in Python 3.7 *on a provisional basis* ! This is as an experimental API that might be changed or removed completely in Python 3.8.

Buffered Protocols can be used with any event loop method that supports *Streaming Protocols*.

`BufferedProtocol` implementations allow explicit manual allocation and control of the receive buffer. Event loops can then use the buffer provided by the protocol to avoid unnecessary data copies. This can result in noticeable performance improvement for protocols that receive big amounts of data. Sophisticated protocol implementations can significantly reduce the number of buffer allocations.

The following callbacks are called on *`BufferedProtocol`* instances :

`BufferedProtocol.`**`get_buffer`**(*sizehint*)
: Called to allocate a new receive buffer.

  sizehint is the recommended minimum size for the returned buffer. It is acceptable to return smaller or larger buffers than what *sizehint* suggests. When set to -1, the buffer size can be arbitrary. It is an error to return a buffer with a zero size.

  `get_buffer()` must return an object implementing the buffer protocol.

`BufferedProtocol.`**`buffer_updated`**(*nbytes*)
: Called when the buffer was updated with the received data.

  nbytes is the total number of bytes that were written to the buffer.

`BufferedProtocol.`**`eof_received`**()
: See the documentation of the *`protocol.eof_received()`* method.

`get_buffer()` can be called an arbitrary number of times during a connection. However, *`protocol.eof_received()`* is called at most once and, if called, *`get_buffer()`* and *`buffer_updated()`* won't be called after it.

Machine à états :

```
start -> connection_made
    [-> get_buffer
        [-> buffer_updated]?
    ]*
    [-> eof_received]?
-> connection_lost -> end
```

Protocoles non-connectés

Datagram Protocol instances should be constructed by protocol factories passed to the *`loop.create_datagram_endpoint()`* method.

`DatagramProtocol.`**`datagram_received`**(*data*, *addr*)
: Called when a datagram is received. *data* is a bytes object containing the incoming data. *addr* is the address of the peer sending the data ; the exact format depends on the transport.

`DatagramProtocol.`**`error_received`**(*exc*)
: Called when a previous send or receive operation raises an *`OSError`*. *exc* is the *`OSError`* instance.

  This method is called in rare conditions, when the transport (e.g. UDP) detects that a datagram could not be delivered to its recipient. In many conditions though, undeliverable datagrams will be silently dropped.

Note : On BSD systems (macOS, FreeBSD, etc.) flow control is not supported for datagram protocols, because there is no reliable way to detect send failures caused by writing too many packets.

The socket always appears 'ready' and excess packets are dropped. An *OSError* with `errno` set to *errno.ENOBUFS* may or may not be raised; if it is raised, it will be reported to *DatagramProtocol.error_received()* but otherwise ignored.

Protocoles liés aux sous-processus

Datagram Protocol instances should be constructed by protocol factories passed to the *loop.subprocess_exec()* and *loop.subprocess_shell()* methods.

`SubprocessProtocol.`**`pipe_data_received`**(*fd*, *data*)
Appelé lorsqu'un processus enfant écrit sur sa sortie d'erreur ou sa sortie standard.
fd is the integer file descriptor of the pipe.
data is a non-empty bytes object containing the received data.

`SubprocessProtocol.`**`pipe_connection_lost`**(*fd*, *exc*)
Appelé lorsqu'une des *pipe*s de communication avec un sous-processus est fermée.
fd is the integer file descriptor that was closed.

`SubprocessProtocol.`**`process_exited`**()
Appelé lorsqu'un processus enfant se termine.

Exemples

Serveur de *ping* en TCP

Create a TCP echo server using the *loop.create_server()* method, send back received data, and close the connection :

```
import asyncio


class EchoServerProtocol(asyncio.Protocol):
    def connection_made(self, transport):
        peername = transport.get_extra_info('peername')
        print('Connection from {}'.format(peername))
        self.transport = transport

    def data_received(self, data):
        message = data.decode()
        print('Data received: {!r}'.format(message))

        print('Send: {!r}'.format(message))
        self.transport.write(data)

        print('Close the client socket')
        self.transport.close()


async def main():
    # Get a reference to the event loop as we plan to use
    # low-level APIs.
    loop = asyncio.get_running_loop()

    server = await loop.create_server(
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
        lambda: EchoServerProtocol(),
        '127.0.0.1', 8888)

    async with server:
        await server.serve_forever()


asyncio.run(main())
```

Voir aussi :

The *TCP echo server using streams* example uses the high-level `asyncio.start_server()` function.

Client de *ping* en TCP

A TCP echo client using the `loop.create_connection()` method, sends data, and waits until the connection is closed :

```
import asyncio


class EchoClientProtocol(asyncio.Protocol):
    def __init__(self, message, on_con_lost):
        self.message = message
        self.on_con_lost = on_con_lost

    def connection_made(self, transport):
        transport.write(self.message.encode())
        print('Data sent: {!r}'.format(self.message))

    def data_received(self, data):
        print('Data received: {!r}'.format(data.decode()))

    def connection_lost(self, exc):
        print('The server closed the connection')
        self.on_con_lost.set_result(True)


async def main():
    # Get a reference to the event loop as we plan to use
    # low-level APIs.
    loop = asyncio.get_running_loop()

    on_con_lost = loop.create_future()
    message = 'Hello World!'

    transport, protocol = await loop.create_connection(
        lambda: EchoClientProtocol(message, on_con_lost),
        '127.0.0.1', 8888)

    # Wait until the protocol signals that the connection
    # is lost and close the transport.
    try:
        await on_con_lost
    finally:
        transport.close()


asyncio.run(main())
```

Voir aussi :

The *TCP echo client using streams* example uses the high-level `asyncio.open_connection()` function.

Serveur de *ping* en UDP

A UDP echo server, using the `loop.create_datagram_endpoint()` method, sends back received data :

```
import asyncio


class EchoServerProtocol:
    def connection_made(self, transport):
        self.transport = transport

    def datagram_received(self, data, addr):
        message = data.decode()
        print('Received %r from %s' % (message, addr))
        print('Send %r to %s' % (message, addr))
        self.transport.sendto(data, addr)


async def main():
    print("Starting UDP server")

    # Get a reference to the event loop as we plan to use
    # low-level APIs.
    loop = asyncio.get_running_loop()

    # One protocol instance will be created to serve all
    # client requests.
    transport, protocol = await loop.create_datagram_endpoint(
        lambda: EchoServerProtocol(),
        local_addr=('127.0.0.1', 9999))

    try:
        await asyncio.sleep(3600)  # Serve for 1 hour.
    finally:
        transport.close()


asyncio.run(main())
```

Client de *ping* en UDP

A UDP echo client, using the `loop.create_datagram_endpoint()` method, sends data and closes the transport when it receives the answer :

```
import asyncio


class EchoClientProtocol:
    def __init__(self, message, on_con_lost):
        self.message = message
        self.on_con_lost = on_con_lost
        self.transport = None

    def connection_made(self, transport):
        self.transport = transport
        print('Send:', self.message)
        self.transport.sendto(self.message.encode())
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
    def datagram_received(self, data, addr):
        print("Received:", data.decode())

        print("Close the socket")
        self.transport.close()

    def error_received(self, exc):
        print('Error received:', exc)

    def connection_lost(self, exc):
        print("Connection closed")
        self.on_con_lost.set_result(True)


async def main():
    # Get a reference to the event loop as we plan to use
    # low-level APIs.
    loop = asyncio.get_running_loop()

    on_con_lost = loop.create_future()
    message = "Hello World!"

    transport, protocol = await loop.create_datagram_endpoint(
        lambda: EchoClientProtocol(message, on_con_lost),
        remote_addr=('127.0.0.1', 9999))

    try:
        await on_con_lost
    finally:
        transport.close()


asyncio.run(main())
```

Connecting Existing Sockets

Wait until a socket receives data using the *loop.create_connection()* method with a protocol :

```
import asyncio
import socket


class MyProtocol(asyncio.Protocol):

    def __init__(self, on_con_lost):
        self.transport = None
        self.on_con_lost = on_con_lost

    def connection_made(self, transport):
        self.transport = transport

    def data_received(self, data):
        print("Received:", data.decode())

        # We are done: close the transport;
        # connection_lost() will be called automatically.
        self.transport.close()
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
    def connection_lost(self, exc):
        # The socket has been closed
        self.on_con_lost.set_result(True)


async def main():
    # Get a reference to the event loop as we plan to use
    # low-level APIs.
    loop = asyncio.get_running_loop()
    on_con_lost = loop.create_future()

    # Create a pair of connected sockets
    rsock, wsock = socket.socketpair()

    # Register the socket to wait for data.
    transport, protocol = await loop.create_connection(
        lambda: MyProtocol(on_con_lost), sock=rsock)

    # Simulate the reception of data from the network.
    loop.call_soon(wsock.send, 'abc'.encode())

    try:
        await protocol.on_con_lost
    finally:
        transport.close()
        wsock.close()

asyncio.run(main())
```

Voir aussi :

The *watch a file descriptor for read events* example uses the low-level `loop.add_reader()` method to register an FD.

The *register an open socket to wait for data using streams* example uses high-level streams created by the `open_connection()` function in a coroutine.

loop.subprocess_exec() and SubprocessProtocol

An example of a subprocess protocol used to get the output of a subprocess and to wait for the subprocess exit.

The subprocess is created by th `loop.subprocess_exec()` method :

```
import asyncio
import sys

class DateProtocol(asyncio.SubprocessProtocol):
    def __init__(self, exit_future):
        self.exit_future = exit_future
        self.output = bytearray()

    def pipe_data_received(self, fd, data):
        self.output.extend(data)

    def process_exited(self):
        self.exit_future.set_result(True)

async def get_date():
    # Get a reference to the event loop as we plan to use
    # low-level APIs.
    loop = asyncio.get_running_loop()
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
    code = 'import datetime; print(datetime.datetime.now())'
    exit_future = asyncio.Future(loop=loop)

    # Create the subprocess controlled by DateProtocol;
    # redirect the standard output into a pipe.
    transport, protocol = await loop.subprocess_exec(
        lambda: DateProtocol(exit_future),
        sys.executable, '-c', code,
        stdin=None, stderr=None)

    # Wait for the subprocess exit using the process_exited()
    # method of the protocol.
    await exit_future

    # Close the stdout pipe.
    transport.close()

    # Read the output which was collected by the
    # pipe_data_received() method of the protocol.
    data = bytes(protocol.output)
    return data.decode('ascii').rstrip()

if sys.platform == "win32":
    asyncio.set_event_loop_policy(
        asyncio.WindowsProactorEventLoopPolicy())

date = asyncio.run(get_date())
print(f"Current date: {date}")
```

See also the *same example* written using high-level APIs.

19.1.10 Stratégies

Une stratégie de boucle d'événements est un objet global, pour chaque processus, qui contrôle la gestion de la boucle d'événement. Chaque boucle d'événement a une stratégie par défaut, qui peut être modifiée et personnalisée à l'aide de l'API de la stratégie.

Une stratégie définit la notion de *contexte* et gère une boucle d'événement distincte par contexte. La stratégie par défaut définit le *contexte* comme étant le fil d'exécution actuel.

En utilisant une stratégie de boucle d'événement personnalisée, le comportement des fonctions *get_event_loop()*, *set_event_loop()* et *new_event_loop()* peut être personnalisé.

Les objets de stratégie doivent implémenter les API définies dans la classe de base abstraite *AbstractEventLoopPolicy*.

Obtenir et définir la stratégie

Les fonctions suivantes peuvent être utilisées pour obtenir et définir la stratégie du processus en cours :

`asyncio.`**`get_event_loop_policy`**`()`
Renvoie la stratégie actuelle à l'échelle du processus.

`asyncio.`**`set_event_loop_policy`**`(`*policy*`)`
Définit la stratégie actuelle sur l'ensemble du processus sur *policy*.

Si *policy* est définie sur `None`, la stratégie par défaut est restaurée.

Sujets de stratégie

La classe de base abstraite de la stratégie de boucle d'événements est définie comme suit :

class asyncio.**AbstractEventLoopPolicy**
Une classe de base abstraite pour les stratégies *asyncio*.

get_event_loop()
Récupère la boucle d'évènements pour le contexte actuel.
Renvoie un objet de boucle d'événements en implémentant l'interface *AbstractEventLoop*.
Cette méthode ne devrait jamais renvoyer `None`.
Modifié dans la version 3.6.

set_event_loop(*loop*)
Définit la boucle d'événements du contexte actuel sur *loop*.

new_event_loop()
Crée et renvoie un nouvel objet de boucle d'événements.
Cette méthode ne devrait jamais renvoyer `None`.

get_child_watcher()
Récupère un objet observateur du processus enfant.
Renvoie un objet observateur implémentant l'interface *AbstractChildWatcher*.
Cette fonction est spécifique à Unix.

set_child_watcher(*watcher*)
Définit l'observateur du processus enfant actuel à *watcher*.
Cette fonction est spécifique à Unix.

asyncio est livré avec les stratégies intégrées suivantes :

class asyncio.**DefaultEventLoopPolicy**
La stratégie *asyncio* par défaut. Utilise *SelectorEventLoop* sur les plates-formes Unix et Windows.
Il n'est pas nécessaire d'installer la stratégie par défaut manuellement. *asyncio* est configuré pour utiliser automatiquement la stratégie par défaut.

class asyncio.**WindowsProactorEventLoopPolicy**
Stratégie de boucle d'événements alternative utilisant l'implémentation de la boucle d'événements *ProactorEventLoop*.
Disponibilité : Windows.

Observateurs de processus

Un observateur de processus permet de personnaliser la manière dont une boucle d'événements surveille les processus enfants sous Unix. Plus précisément, la boucle d'événements a besoin de savoir quand un processus enfant s'est terminé.

Dans *asyncio*, les processus enfants sont créés avec les fonctions *create_subprocess_exec()* et *loop.subprocess_exec()*.

asyncio définit la classe de base abstraite *AbstractChildWatcher*, que les observateurs enfants doivent implémenter et possède deux implémentations différentes : *SafeChildWatcher* (configurée pour être utilisé par défaut) et *FastChildWatcher*.

Voir aussi la section *sous-processus et fils d'exécution*.

Les deux fonctions suivantes peuvent être utilisées pour personnaliser l'implémentation de l'observateur de processus enfant utilisé par la boucle d'événements *asyncio* :

asyncio.**get_child_watcher**()
Renvoie l'observateur enfant actuel pour la stratégie actuelle.

asyncio.**set_child_watcher**(*watcher*)
Définit l'observateur enfant actuel à *watcher* pour la stratégie actuelle. *watcher* doit implémenter les méthodes définies dans la classe de base *AbstractChildWatcher*.

Note : Les implémentations de boucles d'événement tierces peuvent ne pas prendre en charge les observateurs enfants personnalisés. Pour ces boucles d'événements, utiliser *set_child_watcher()* pourrait être interdit ou n'avoir aucun effet.

class asyncio.**AbstractChildWatcher**

add_child_handler(*pid*, *callback*, **args*)
Enregistre un nouveau gestionnaire.
Organise l'appel de `callback(pid, returncode, * args)` lorsqu'un processus dont le PID est égal à *pid* se termine. La spécification d'un autre rappel pour le même processus remplace le gestionnaire précédent.
L'appelable *callback* doit être compatible avec les programmes à fils d'exécution multiples.

remove_child_handler(*pid*)
Supprime le gestionnaire de processus avec un PID égal à *pid*.
La fonction renvoie `True` si le gestionnaire a été supprimé avec succès, `False` s'il n'y a rien à supprimer.

attach_loop(*loop*)
Attache l'observateur à une boucle d'événement.
Si l'observateur était précédemment attaché à une boucle d'événements, il est d'abord détaché avant d'être rattaché à la nouvelle boucle.
Remarque : la boucle peut être `None`.

close()
Ferme l'observateur.
Cette méthode doit être appelée pour s'assurer que les ressources sous-jacentes sont nettoyées.

class asyncio.**SafeChildWatcher**
Cette implémentation évite de perturber un autre code qui aurait besoin de générer des processus en interrogeant chaque processus explicitement par un signal `SIGCHLD`.
C'est une solution sûre, mais elle nécessite un temps système important lors de la manipulation d'un grand nombre de processus (*O(n)* à chaque fois que un `SIGCHLD` est reçu).
asyncio utilise cette implémentation sécurisée par défaut.

class asyncio.**FastChildWatcher**
Cette implémentation récupère tous les processus terminés en appelant directement `os.waitpid(-1)`, cassant éventuellement un autre code qui génère des processus et attend leur fin.
Il n'y a pas de surcharge visible lors de la manipulation d'un grand nombre d'enfants (*O(1)* à chaque fois qu'un enfant se termine).

Stratégies personnalisées

Pour implémenter une nouvelle politique de boucle d'événements, il est recommandé de sous-classer *DefaultEventLoopPolicy* et de réimplémenter les méthodes pour lesquelles un comportement personnalisé est souhaité, par exemple :

```
class MyEventLoopPolicy(asyncio.DefaultEventLoopPolicy):

    def get_event_loop(self):
        """Get the event loop.

        This may be None or an instance of EventLoop.
        """
        loop = super().get_event_loop()
        # Do something with loop ...
        return loop

asyncio.set_event_loop_policy(MyEventLoopPolicy())
```

19.1.11 Platform Support

The *asyncio* module is designed to be portable, but some platforms have subtle differences and limitations due to the platforms' underlying architecture and capabilities.

All Platforms

— *loop.add_reader()* and *loop.add_writer()* cannot be used to monitor file I/O.

Windows

All event loops on Windows do not support the following methods :
— *loop.create_unix_connection()* and *loop.create_unix_server()* are not supported. The *socket.AF_UNIX* socket family is specific to Unix.
— *loop.add_signal_handler()* and *loop.remove_signal_handler()* are not supported.

SelectorEventLoop has the following limitations :
— *SelectSelector* is used to wait on socket events : it supports sockets and is limited to 512 sockets.
— *loop.add_reader()* and *loop.add_writer()* only accept socket handles (e.g. pipe file descriptors are not supported).
— Pipes are not supported, so the *loop.connect_read_pipe()* and *loop.connect_write_pipe()* methods are not implemented.
— *Subprocesses* are not supported, i.e. *loop.subprocess_exec()* and *loop.subprocess_shell()* methods are not implemented.

ProactorEventLoop has the following limitations :
— The *loop.create_datagram_endpoint()* method is not supported.
— The *loop.add_reader()* and *loop.add_writer()* methods are not supported.

The resolution of the monotonic clock on Windows is usually around 15.6 msec. The best resolution is 0.5 msec. The resolution depends on the hardware (availability of HPET) and on the Windows configuration.

Subprocess Support on Windows

SelectorEventLoop on Windows does not support subproceses. On Windows, *ProactorEventLoop* should be used instead :

```
import asyncio

asyncio.set_event_loop_policy(
    asyncio.WindowsProactorEventLoopPolicy())

asyncio.run(your_code())
```

The *policy.set_child_watcher()* function is also not supported, as *ProactorEventLoop* has a different mechanism to watch child processes.

macOS

Modern macOS versions are fully supported.

macOS <= 10.8

On macOS 10.6, 10.7 and 10.8, the default event loop uses *selectors.KqueueSelector*, which does not support character devices on these versions. The *SelectorEventLoop* can be manually configured to use *SelectSelector* or *PollSelector* to support character devices on these older versions of macOS. Example :

```
import asyncio
import selectors

selector = selectors.SelectSelector()
loop = asyncio.SelectorEventLoop(selector)
asyncio.set_event_loop(loop)
```

19.1.12 High-level API Index

This page lists all high-level async/await enabled asyncio APIs.

Tâches

Utilities to run asyncio programs, create Tasks, and await on multiple things with timeouts.

run()	Create event loop, run a coroutine, close the loop.
create_task()	Start an asyncio Task.
await *sleep()*	Sleep for a number of seconds.
await *gather()*	Schedule and wait for things concurrently.
await *wait_for()*	Run with a timeout.
await *shield()*	Shield from cancellation.
await *wait()*	Monitor for completion.
current_task()	Return the current Task.
all_tasks()	Return all tasks for an event loop.
Task	Task object.
run_coroutine_threadsafe()	Schedule a coroutine from another OS thread.
for in *as_completed()*	Monitor for completion with a `for` loop.

Exemples

- *Using asyncio.gather() to run things in parallel*.
- *Using asyncio.wait_for() to enforce a timeout*.
- *Cancellation*.
- *Using asyncio.sleep()*.
- See also the main *Tasks documentation page*.

Queues

Queues should be used to distribute work amongst multiple asyncio Tasks, implement connection pools, and pub/sub patterns.

Queue	A FIFO queue.
PriorityQueue	A priority queue.
LifoQueue	A LIFO queue.

Exemples

— *Using asyncio.Queue to distribute workload between several Tasks*.
— See also the *Queues documentation page*.

Sous-processus

Utilities to spawn subprocesses and run shell commands.

`await create_subprocess_exec()`	Create a subprocess.
`await create_subprocess_shell()`	Run a shell command.

Exemples

— *Executing a shell command*.
— See also the *subprocess APIs* documentation.

Streams

High-level APIs to work with network IO.

`await open_connection()`	Establish a TCP connection.
`await open_unix_connection()`	Establish a Unix socket connection.
`await start_server()`	Start a TCP server.
`await start_unix_server()`	Start a Unix socket server.
`StreamReader`	High-level async/await object to receive network data.
`StreamWriter`	High-level async/await object to send network data.

Exemples

— *Example TCP client*.
— See also the *streams APIs* documentation.

Synchronization

Threading-like synchronization primitives that can be used in Tasks.

`Lock`	A mutex lock.
`Event`	An event object.
`Condition`	A condition object.
`Semaphore`	A semaphore.
`BoundedSemaphore`	A bounded semaphore.

Exemples

— *Using asyncio.Event*.
— See also the documentation of asyncio *synchronization primitives*.

Exceptions

asyncio.TimeoutError	Raised on timeout by functions like *wait_for()*. Keep in mind that asyncio.TimeoutError is **unrelated** to the built-in *TimeoutError* exception.
asyncio.CancelledError	Raised when a Task is cancelled. See also *Task.cancel()*.

Exemples

— *Handling CancelledError to run code on cancellation request*.
— See also the full list of *asyncio-specific exceptions*.

19.1.13 Low-level API Index

This page lists all low-level asyncio APIs.

Obtenir une boucle d'évènements

asyncio.get_running_loop()	The **preferred** function to get the running event loop.
asyncio.get_event_loop()	Get an event loop instance (current or via the policy).
asyncio.set_event_loop()	Set the event loop as current via the current policy.
asyncio.new_event_loop()	Create a new event loop.

Exemples

— *Using asyncio.get_running_loop()*.

Méthodes de la boucle d'évènements

See also the main documentation section about the *event loop methods*.

Lifecycle

loop.run_until_complete()	Run a Future/Task/awaitable until complete.
loop.run_forever()	Run the event loop forever.
loop.stop()	Arrête l'exécution de la boucle d'évènements.
loop.close()	Arrête la boucle d'évènements.
loop.is_running()	Return True if the event loop is running.
loop.is_closed()	Return True if the event loop is closed.
await *loop.shutdown_asyncgens()*	Close asynchronous generators.

Debugging

loop.set_debug()	Enable or disable the debug mode.
loop.get_debug()	Get the current debug mode.

Scheduling Callbacks

loop.call_soon()	Invoke a callback soon.
loop.call_soon_threadsafe()	A thread-safe variant of *loop.call_soon()*.
loop.call_later()	Invoke a callback *after* the given time.
loop.call_at()	Invoke a callback *at* the given time.

Thread/Process Pool

await *loop.run_in_executor()*	Run a CPU-bound or other blocking function in a *concurrent.futures* executor.
loop.set_default_executor()	Set the default executor for *loop.run_in_executor()*.

Tasks and Futures

loop.create_future()	Create a *Future* object.
loop.create_task()	Schedule coroutine as a *Task*.
loop.set_task_factory()	Set a factory used by *loop.create_task()* to create *Tasks*.
loop.get_task_factory()	Get the factory *loop.create_task()* uses to create *Tasks*.

DNS

await *loop.getaddrinfo()*	Asynchronous version of *socket.getaddrinfo()*.
await *loop.getnameinfo()*	Asynchronous version of *socket.getnameinfo()*.

Networking and IPC

await *loop.create_connection()*	Open a TCP connection.
await *loop.create_server()*	Create a TCP server.
await *loop.create_unix_connection()*	Open a Unix socket connection.
await *loop.create_unix_server()*	Create a Unix socket server.
await *loop.connect_accepted_socket()*	Wrap a *socket* into a `(transport, protocol)` pair.
await *loop.create_datagram_endpoint()*	Open a datagram (UDP) connection.
await *loop.sendfile()*	Send a file over a transport.
await *loop.start_tls()*	Upgrade an existing connection to TLS.
await *loop.connect_read_pipe()*	Wrap a read end of a pipe into a `(transport, protocol)` pair.
await *loop.connect_write_pipe()*	Wrap a write end of a pipe into a `(transport, protocol)` pair.

Interfaces de connexion (*sockets*)

await *loop.sock_recv()*	Receive data from the *socket*.
await *loop.sock_recv_into()*	Receive data from the *socket* into a buffer.
await *loop.sock_sendall()*	Send data to the *socket*.
await *loop.sock_connect()*	Connect the *socket*.
await *loop.sock_accept()*	Accept a *socket* connection.
await *loop.sock_sendfile()*	Send a file over the *socket*.
loop.add_reader()	Start watching a file descriptor for read availability.
loop.remove_reader()	Stop watching a file descriptor for read availability.
loop.add_writer()	Start watching a file descriptor for write availability.
loop.remove_writer()	Stop watching a file descriptor for write availability.

Unix Signals

loop.add_signal_handler()	Add a handler for a *signal*.
loop.remove_signal_handler()	Remove a handler for a *signal*.

Sous-processus

loop.subprocess_exec()	Spawn a subprocess.
loop.subprocess_shell()	Spawn a subprocess from a shell command.

Gestion des erreurs

loop.call_exception_handler()	Call the exception handler.
loop.set_exception_handler()	Set a new exception handler.
loop.get_exception_handler()	Get the current exception handler.
loop.default_exception_handler()	The default exception handler implementation.

Exemples

— *Using asyncio.get_event_loop() and loop.run_forever()*.
— *Using loop.call_later()*.
— Using `loop.create_connection()` to implement *an echo-client*.
— Using `loop.create_connection()` to *connect a socket*.
— *Using add_reader() to watch an FD for read events*.
— *Using loop.add_signal_handler()*.
— *Using loop.subprocess_exec()*.

Transports

All transports implement the following methods :

transport.close()	Ferme le transport.
transport.is_closing()	Return `True` if the transport is closing or is closed.
transport.get_extra_info()	Request for information about the transport.
transport.set_protocol()	Change le protocole.
transport.get_protocol()	Renvoie le protocole courant.

Transports that can receive data (TCP and Unix connections, pipes, etc). Returned from methods like *loop.create_connection()*, *loop.create_unix_connection()*, *loop.connect_read_pipe()*, etc :

Read Transports

transport.is_reading()	Return `True` if the transport is receiving.
transport.pause_reading()	Pause receiving.
transport.resume_reading()	Resume receiving.

Transports that can Send data (TCP and Unix connections, pipes, etc). Returned from methods like *loop.create_connection()*, *loop.create_unix_connection()*, *loop.connect_write_pipe()*, etc :

Write Transports

transport.write()	Write data to the transport.
transport.writelines()	Write buffers to the transport.
transport.can_write_eof()	Return *True* if the transport supports sending EOF.
transport.write_eof()	Close and send EOF after flushing buffered data.
transport.abort()	Close the transport immediately.
transport.get_write_buffer_size()	Return high and low water marks for write flow control.
transport.set_write_buffer_limits()	Set new high and low water marks for write flow control.

Transports returned by *loop.create_datagram_endpoint()* :

Transports de datagrammes

transport.sendto()	Send data to the remote peer.
transport.abort()	Close the transport immediately.

Low-level transport abstraction over subprocesses. Returned by *loop.subprocess_exec()* and *loop.subprocess_shell()* :

Transports vers des sous-processus

transport.get_pid()	Return the subprocess process id.
transport.get_pipe_transport()	Return the transport for the requested communication pipe (*stdin*, *stdout*, or *stderr*).
transport.get_returncode()	Return the subprocess return code.
transport.kill()	Tue le sous-processus.
transport.send_signal()	Send a signal to the subprocess.
transport.terminate()	Termine le sous-processus.
transport.close()	Kill the subprocess and close all pipes.

Protocols

Protocol classes can implement the following **callback methods** :

callback *connection_made()*	Appelé lorsqu'une connexion est établie.
callback *connection_lost()*	Appelé lorsqu'une connexion est perdue ou fermée.
callback *pause_writing()*	Called when the transport's buffer goes over the high water mark.
callback *resume_writing()*	Called when the transport's buffer drains below the low water mark.

Streaming Protocols (TCP, Unix Sockets, Pipes)

callback *data_received()*	Called when some data is received.
callback *eof_received()*	Called when an EOF is received.

Buffered Streaming Protocols

callback *get_buffer()*	Called to allocate a new receive buffer.
callback *buffer_updated()*	Called when the buffer was updated with the received data.
callback *eof_received()*	Called when an EOF is received.

Protocoles non-connectés

callback *datagram_received()*	Called when a datagram is received.
callback *error_received()*	Called when a previous send or receive operation raises an *OSError*.

Protocoles liés aux sous-processus

callback *pipe_data_received()*	Called when the child process writes data into its *stdout* or *stderr* pipe.
callback *pipe_connection_lost()*	Appelé lorsqu'une des *pipe*s de communication avec un sous-processus est fermée.
callback *process_exited()*	Appelé lorsqu'un processus enfant se termine.

Event Loop Policies

Policies is a low-level mechanism to alter the behavior of functions like *asyncio.get_event_loop()*. See also the main *policies section* for more details.

Accessing Policies

asyncio.get_event_loop_policy()	Renvoie la stratégie actuelle à l'échelle du processus.
asyncio.set_event_loop_policy()	Set a new process-wide policy.
AbstractEventLoopPolicy	Base class for policy objects.

19.1.14 Programmer avec *asyncio*

Asynchronous programming is different from classic "sequential" programming.

This page lists common mistakes and traps and explains how to avoid them.

Debug Mode

By default asyncio runs in production mode. In order to ease the development asyncio has a *debug mode*.

There are several ways to enable asyncio debug mode :

- Setting the `PYTHONASYNCIODEBUG` environment variable to `1`.
- Using the `-X dev` Python command line option.
- Passing `debug=True` to *asyncio.run()*.
- Calling *loop.set_debug()*.

In addition to enabling the debug mode, consider also :

- setting the log level of the *asyncio logger* to `logging.DEBUG`, for example the following snippet of code can be run at startup of the application :

```
logging.basicConfig(level=logging.DEBUG)
```

- configuring the *warnings* module to display *ResourceWarning* warnings. One way of doing that is by using the `-W default` command line option.

When the debug mode is enabled :

- asyncio checks for *coroutines that were not awaited* and logs them ; this mitigates the "forgotten await" pitfall.
- Many non-threadsafe asyncio APIs (such as *loop.call_soon()* and *loop.call_at()* methods) raise an exception if they are called from a wrong thread.

— The execution time of the I/O selector is logged if it takes too long to perform an I/O operation.
— Callbacks taking longer than 100ms are logged. The `loop.slow_callback_duration` attribute can be used to set the minimum execution duration in seconds that is considered "slow".

Concourance et *multithreading*

An event loop runs in a thread (typically the main thread) and executes all callbacks and Tasks in its thread. While a Task is running in the event loop, no other Tasks can run in the same thread. When a Task executes an `await` expression, the running Task gets suspended, and the event loop executes the next Task.

To schedule a callback from a different OS thread, the *`loop.call_soon_threadsafe()`* method should be used. Example :

```
loop.call_soon_threadsafe(callback, *args)
```

Almost all asyncio objects are not thread safe, which is typically not a problem unless there is code that works with them from outside of a Task or a callback. If there's a need for such code to call a low-level asyncio API, the *`loop.call_soon_threadsafe()`* method should be used, e.g. :

```
loop.call_soon_threadsafe(fut.cancel)
```

To schedule a coroutine object from a different OS thread, the *`run_coroutine_threadsafe()`* function should be used. It returns a *`concurrent.futures.Future`* to access the result :

```
async def coro_func():
    return await asyncio.sleep(1, 42)

# Later in another OS thread:

future = asyncio.run_coroutine_threadsafe(coro_func(), loop)
# Wait for the result:
result = future.result()
```

To handle signals and to execute subprocesses, the event loop must be run in the main thread.

The *`loop.run_in_executor()`* method can be used with a *`concurrent.futures.ThreadPoolExecutor`* to execute blocking code in a different OS thread without blocking the OS thread that the event loop runs in.

Running Blocking Code

Blocking (CPU-bound) code should not be called directly. For example, if a function performs a CPU-intensive calculation for 1 second, all concurrent asyncio Tasks and IO operations would be delayed by 1 second.

An executor can be used to run a task in a different thread or even in a different process to avoid blocking the OS thread with the event loop. See the *`loop.run_in_executor()`* method for more details.

Journalisation

asyncio uses the *`logging`* module and all logging is performed via the `"asyncio"` logger.

The default log level is `logging.INFO`, which can be easily adjusted :

```
logging.getLogger("asyncio").setLevel(logging.WARNING)
```

Detect never-awaited coroutines

When a coroutine function is called, but not awaited (e.g. `coro()` instead of `await coro()`) or the coroutine is not scheduled with *asyncio.create_task()*, asyncio will emit a *RuntimeWarning* :

```
import asyncio

async def test():
    print("never scheduled")

async def main():
    test()

asyncio.run(main())
```

Sortie :

```
test.py:7: RuntimeWarning: coroutine 'test' was never awaited
  test()
```

Affichage en mode débogage :

```
test.py:7: RuntimeWarning: coroutine 'test' was never awaited
Coroutine created at (most recent call last)
  File "../t.py", line 9, in <module>
    asyncio.run(main(), debug=True)

  < .. >

  File "../t.py", line 7, in main
    test()
  test()
```

The usual fix is to either await the coroutine or call the *asyncio.create_task()* function :

```
async def main():
    await test()
```

Detect never-retrieved exceptions

If a *Future.set_exception()* is called but the Future object is never awaited on, the exception would never be propagated to the user code. In this case, asyncio would emit a log message when the Future object is garbage collected.

Example of an unhandled exception :

```
import asyncio

async def bug():
    raise Exception("not consumed")

async def main():
    asyncio.create_task(bug())

asyncio.run(main())
```

Sortie :

```
Task exception was never retrieved
future: <Task finished coro=<bug() done, defined at test.py:3>
  exception=Exception('not consumed')>
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
Traceback (most recent call last):
  File "test.py", line 4, in bug
    raise Exception("not consumed")
Exception: not consumed
```

Enable the debug mode to get the traceback where the task was created :

```
asyncio.run(main(), debug=True)
```

Affichage en mode débogage :

```
Task exception was never retrieved
future: <Task finished coro=<bug() done, defined at test.py:3>
    exception=Exception('not consumed') created at asyncio/tasks.py:321>

source_traceback: Object created at (most recent call last):
  File "../t.py", line 9, in <module>
    asyncio.run(main(), debug=True)

< .. >

Traceback (most recent call last):
  File "../t.py", line 4, in bug
    raise Exception("not consumed")
Exception: not consumed
```

19.2 `socket` — Gestion réseau de bas niveau

Code source : Lib/secrets.py

This module provides access to the BSD *socket* interface. It is available on all modern Unix systems, Windows, MacOS, and probably additional platforms.

Note : Some behavior may be platform dependent, since calls are made to the operating system socket APIs.

The Python interface is a straightforward transliteration of the Unix system call and library interface for sockets to Python's object-oriented style : the *`socket()`* function returns a *socket object* whose methods implement the various socket system calls. Parameter types are somewhat higher-level than in the C interface : as with `read()` and `write()` operations on Python files, buffer allocation on receive operations is automatic, and buffer length is implicit on send operations.

Voir aussi :

Module *`socketserver`* Classes that simplify writing network servers.

Module *`ssl`* A TLS/SSL wrapper for socket objects.

19.2.1 Socket families

Depending on the system and the build options, various socket families are supported by this module.

The address format required by a particular socket object is automatically selected based on the address family specified when the socket object was created. Socket addresses are represented as follows :

- The address of an *AF_UNIX* socket bound to a file system node is represented as a string, using the file system encoding and the `'surrogateescape'` error handler (see **PEP 383**). An address in Linux's abstract namespace is returned as a *bytes-like object* with an initial null byte ; note that sockets in this namespace can communicate with normal file system sockets, so programs intended to run on Linux may need to deal with both types of address. A string or bytes-like object can be used for either type of address when passing it as an argument.

  Modifié dans la version 3.3 : Previously, *AF_UNIX* socket paths were assumed to use UTF-8 encoding.

  Modifié dans la version 3.5 : N'importe quel *bytes-like object* est maintenant accepté.

- A pair `(host, port)` is used for the *AF_INET* address family, where *host* is a string representing either a hostname in Internet domain notation like `'daring.cwi.nl'` or an IPv4 address like `'100.50.200.5'`, and *port* is an integer.
  - For IPv4 addresses, two special forms are accepted instead of a host address : `''` represents `INADDR_ANY`, which is used to bind to all interfaces, and the string `'<broadcast>'` represents `INADDR_BROADCAST`. This behavior is not compatible with IPv6, therefore, you may want to avoid these if you intend to support IPv6 with your Python programs.
- For *AF_INET6* address family, a four-tuple `(host, port, flowinfo, scopeid)` is used, where *flowinfo* and *scopeid* represent the `sin6_flowinfo` and `sin6_scope_id` members in `struct sockaddr_in6` in C. For *socket* module methods, *flowinfo* and *scopeid* can be omitted just for backward compatibility. Note, however, omission of *scopeid* can cause problems in manipulating scoped IPv6 addresses.
  Modifié dans la version 3.7 : For multicast addresses (with *scopeid* meaningful) *address* may not contain `%scope` (or `zone id`) part. This information is superfluous and may be safely omitted (recommended).
- `AF_NETLINK` sockets are represented as pairs `(pid, groups)`.
- Linux-only support for TIPC is available using the `AF_TIPC` address family. TIPC is an open, non-IP based networked protocol designed for use in clustered computer environments. Addresses are represented by a tuple, and the fields depend on the address type. The general tuple form is `(addr_type, v1, v2, v3 [, scope])`, where :
  - *addr_type* is one of `TIPC_ADDR_NAMESEQ`, `TIPC_ADDR_NAME`, or `TIPC_ADDR_ID`.
  - *scope* is one of `TIPC_ZONE_SCOPE`, `TIPC_CLUSTER_SCOPE`, and `TIPC_NODE_SCOPE`.
  - If *addr_type* is `TIPC_ADDR_NAME`, then *v1* is the server type, *v2* is the port identifier, and *v3* should be 0.
    If *addr_type* is `TIPC_ADDR_NAMESEQ`, then *v1* is the server type, *v2* is the lower port number, and *v3* is the upper port number.
    If *addr_type* is `TIPC_ADDR_ID`, then *v1* is the node, *v2* is the reference, and *v3* should be set to 0.
- A tuple `(interface, )` is used for the *AF_CAN* address family, where *interface* is a string representing a network interface name like `'can0'`. The network interface name `''` can be used to receive packets from all network interfaces of this family.
  - *CAN_ISOTP* protocol require a tuple `(interface, rx_addr, tx_addr)` where both additional parameters are unsigned long integer that represent a CAN identifier (standard or extended).
- A string or a tuple `(id, unit)` is used for the `SYSPROTO_CONTROL` protocol of the `PF_SYSTEM` family. The string is the name of a kernel control using a dynamically-assigned ID. The tuple can be used if ID and unit number of the kernel control are known or if a registered ID is used.
  Nouveau dans la version 3.3.
- `AF_BLUETOOTH` supports the following protocols and address formats :
  - `BTPROTO_L2CAP` accepts `(bdaddr, psm)` where `bdaddr` is the Bluetooth address as a string and `psm` is an integer.
  - `BTPROTO_RFCOMM` accepts `(bdaddr, channel)` where `bdaddr` is the Bluetooth address as a string and `channel` is an integer.
  - `BTPROTO_HCI` accepts `(device_id,)` where `device_id` is either an integer or a string with the Bluetooth address of the interface. (This depends on your OS ; NetBSD and DragonFlyBSD expect a Bluetooth address while everything else expects an integer.)

Modifié dans la version 3.2 : NetBSD and DragonFlyBSD support added.
- `BTPROTO_SCO` accepts `bdaddr` where `bdaddr` is a *bytes* object containing the Bluetooth address in a string format. (ex. `b'12:23:34:45:56:67'`) This protocol is not supported under FreeBSD.

— *AF_ALG* is a Linux-only socket based interface to Kernel cryptography. An algorithm socket is configured with a tuple of two to four elements `(type, name [, feat [, mask]])`, where :
- *type* is the algorithm type as string, e.g. `aead`, `hash`, `skcipher` or `rng`.
- *name* is the algorithm name and operation mode as string, e.g. `sha256`, `hmac(sha256)`, `cbc(aes)` or `drbg_nopr_ctr_aes256`.
- *feat* and *mask* are unsigned 32bit integers.

Availability : Linux 2.6.38, some algorithm types require more recent Kernels.
Nouveau dans la version 3.6.

— *AF_VSOCK* allows communication between virtual machines and their hosts. The sockets are represented as a `(CID, port)` tuple where the context ID or CID and port are integers.
Availability : Linux >= 4.8 QEMU >= 2.8 ESX >= 4.0 ESX Workstation >= 6.5.
Nouveau dans la version 3.7.

— *AF_PACKET* is a low-level interface directly to network devices. The packets are represented by the tuple `(ifname, proto[, pkttype[, hatype[, addr]]])` where :
- *ifname* - String specifying the device name.
- *proto* - An in network-byte-order integer specifying the Ethernet protocol number.
- *pkttype* - Optional integer specifying the packet type :
  - `PACKET_HOST` (the default) - Packet addressed to the local host.
  - `PACKET_BROADCAST` - Physical-layer broadcast packet.
  - `PACKET_MULTIHOST` - Packet sent to a physical-layer multicast address.
  - `PACKET_OTHERHOST` - Packet to some other host that has been caught by a device driver in promiscuous mode.
  - `PACKET_OUTGOING` - Packet originating from the local host that is looped back to a packet socket.
- *hatype* - Optional integer specifying the ARP hardware address type.
- *addr* - Optional bytes-like object specifying the hardware physical address, whose interpretation depends on the device.

If you use a hostname in the *host* portion of IPv4/v6 socket address, the program may show a nondeterministic behavior, as Python uses the first address returned from the DNS resolution. The socket address will be resolved differently into an actual IPv4/v6 address, depending on the results from DNS resolution and/or the host configuration. For deterministic behavior use a numeric address in *host* portion.

All errors raise exceptions. The normal exceptions for invalid argument types and out-of-memory conditions can be raised ; starting from Python 3.3, errors related to socket or address semantics raise *OSError* or one of its subclasses (they used to raise *socket.error*).

Non-blocking mode is supported through *setblocking()*. A generalization of this based on timeouts is supported through *settimeout()*.

19.2.2 Module contents

The module *socket* exports the following elements.

Exceptions

exception socket.**error**
A deprecated alias of *OSError*.
Modifié dans la version 3.3 : Following **PEP 3151**, this class was made an alias of *OSError*.

exception socket.**herror**
A subclass of *OSError*, this exception is raised for address-related errors, i.e. for functions that use *h_errno* in the POSIX C API, including *gethostbyname_ex()* and *gethostbyaddr()*. The accompanying value is a pair `(h_errno, string)` representing an error returned by a library call. *h_errno* is a numeric value, while *string* represents the description of *h_errno*, as returned by the `hstrerror()` C function.
Modifié dans la version 3.3 : This class was made a subclass of *OSError*.

exception socket.**gaierror**
A subclass of *OSError*, this exception is raised for address-related errors by *getaddrinfo()* and *getnameinfo()*. The accompanying value is a pair `(error, string)` representing an error returned by a library call. *string* represents the description of *error*, as returned by the `gai_strerror()` C function. The numeric *error* value will match one of the `EAI_*` constants defined in this module.

Modifié dans la version 3.3 : This class was made a subclass of *OSError*.

exception socket.**timeout**
A subclass of *OSError*, this exception is raised when a timeout occurs on a socket which has had timeouts enabled via a prior call to *settimeout()* (or implicitly through *setdefaulttimeout()*). The accompanying value is a string whose value is currently always ”timed out”.

Modifié dans la version 3.3 : This class was made a subclass of *OSError*.

Constantes

The AF_* and SOCK_* constants are now `AddressFamily` and `SocketKind` *IntEnum* collections.

Nouveau dans la version 3.4.

socket.**AF_UNIX**
socket.**AF_INET**
socket.**AF_INET6**
These constants represent the address (and protocol) families, used for the first argument to *socket()*. If the *AF_UNIX* constant is not defined then this protocol is unsupported. More constants may be available depending on the system.

socket.**SOCK_STREAM**
socket.**SOCK_DGRAM**
socket.**SOCK_RAW**
socket.**SOCK_RDM**
socket.**SOCK_SEQPACKET**
These constants represent the socket types, used for the second argument to *socket()*. More constants may be available depending on the system. (Only *SOCK_STREAM* and *SOCK_DGRAM* appear to be generally useful.)

socket.**SOCK_CLOEXEC**
socket.**SOCK_NONBLOCK**
These two constants, if defined, can be combined with the socket types and allow you to set some flags atomically (thus avoiding possible race conditions and the need for separate calls).

Voir aussi :

Secure File Descriptor Handling for a more thorough explanation.

Disponibilité : Linux >= 2.6.27

Nouveau dans la version 3.2.

SO_*
socket.**SOMAXCONN**
MSG_*
SOL_*
SCM_*
IPPROTO_*
IPPORT_*
INADDR_*
IP_*
IPV6_*
EAI_*
AI_*
NI_*

TCP_*
: Many constants of these forms, documented in the Unix documentation on sockets and/or the IP protocol, are also defined in the socket module. They are generally used in arguments to the `setsockopt()` and `getsockopt()` methods of socket objects. In most cases, only those symbols that are defined in the Unix header files are defined ; for a few symbols, default values are provided.

  Modifié dans la version 3.6 : `SO_DOMAIN`, `SO_PROTOCOL`, `SO_PEERSEC`, `SO_PASSSEC`, `TCP_USER_TIMEOUT`, `TCP_CONGESTION` were added.

  Modifié dans la version 3.6.5 : On Windows, `TCP_FASTOPEN`, `TCP_KEEPCNT` appear if run-time Windows supports.

  Modifié dans la version 3.7 : `TCP_NOTSENT_LOWAT` was added.

  On Windows, `TCP_KEEPIDLE`, `TCP_KEEPINTVL` appear if run-time Windows supports.

`socket.`**AF_CAN**
`socket.`**PF_CAN**
SOL_CAN_*
CAN_*
: Many constants of these forms, documented in the Linux documentation, are also defined in the socket module.

  Disponibilité : Linux >= 2.6.25

  Nouveau dans la version 3.3.

`socket.`**CAN_BCM**
CAN_BCM_*
: CAN_BCM, in the CAN protocol family, is the broadcast manager (BCM) protocol. Broadcast manager constants, documented in the Linux documentation, are also defined in the socket module.

  Disponibilité : Linux >= 2.6.25

  Nouveau dans la version 3.4.

`socket.`**CAN_RAW_FD_FRAMES**
: Enables CAN FD support in a CAN_RAW socket. This is disabled by default. This allows your application to send both CAN and CAN FD frames ; however, you must accept both CAN and CAN FD frames when reading from the socket.

  This constant is documented in the Linux documentation.

  Disponibilité : Linux >= 3.6.

  Nouveau dans la version 3.5.

`socket.`**CAN_ISOTP**
: CAN_ISOTP, in the CAN protocol family, is the ISO-TP (ISO 15765-2) protocol. ISO-TP constants, documented in the Linux documentation.

  Disponibilité : Linux >= 2.6.25

  Nouveau dans la version 3.7.

`socket.`**AF_PACKET**
`socket.`**PF_PACKET**
PACKET_*
: Many constants of these forms, documented in the Linux documentation, are also defined in the socket module.

  Disponibilité : Linux >= 2.2.

`socket.`**AF_RDS**
`socket.`**PF_RDS**
`socket.`**SOL_RDS**
RDS_*
: Many constants of these forms, documented in the Linux documentation, are also defined in the socket module.

  Disponibilité : Linux >= 2.6.30.

  Nouveau dans la version 3.3.

`socket.`**SIO_RCVALL**
`socket.`**SIO_KEEPALIVE_VALS**
`socket.`**SIO_LOOPBACK_FAST_PATH**

RCVALL_*
Constants for Windows' WSAIoctl(). The constants are used as arguments to the *ioctl()* method of socket objects.

Modifié dans la version 3.6 : SIO_LOOPBACK_FAST_PATH was added.

TIPC_*
TIPC related constants, matching the ones exported by the C socket API. See the TIPC documentation for more information.

socket.**AF_ALG**
socket.**SOL_ALG**
ALG_*
Constants for Linux Kernel cryptography.

Disponibilité : Linux >= 2.6.38.

Nouveau dans la version 3.6.

socket.**AF_VSOCK**
socket.**IOCTL_VM_SOCKETS_GET_LOCAL_CID**
VMADDR*
SO_VM*
Constants for Linux host/guest communication.

Disponibilité : Linux >= 4.8.

Nouveau dans la version 3.7.

socket.**AF_LINK**
Disponibilité : BSD, OSX.

Nouveau dans la version 3.4.

socket.**has_ipv6**
This constant contains a boolean value which indicates if IPv6 is supported on this platform.

socket.**BDADDR_ANY**
socket.**BDADDR_LOCAL**
These are string constants containing Bluetooth addresses with special meanings. For example, *BDADDR_ANY* can be used to indicate any address when specifying the binding socket with BTPROTO_RFCOMM.

socket.**HCI_FILTER**
socket.**HCI_TIME_STAMP**
socket.**HCI_DATA_DIR**
For use with BTPROTO_HCI. *HCI_FILTER* is not available for NetBSD or DragonFlyBSD. *HCI_TIME_STAMP* and *HCI_DATA_DIR* are not available for FreeBSD, NetBSD, or DragonFlyBSD.

Fonctions

Creating sockets

The following functions all create *socket objects*.

socket.**socket**(*family=AF_INET*, *type=SOCK_STREAM*, *proto=0*, *fileno=None*)
Create a new socket using the given address family, socket type and protocol number. The address family should be *AF_INET* (the default), *AF_INET6*, *AF_UNIX*, *AF_CAN*, *AF_PACKET*, or *AF_RDS*. The socket type should be *SOCK_STREAM* (the default), *SOCK_DGRAM*, *SOCK_RAW* or perhaps one of the other SOCK_ constants. The protocol number is usually zero and may be omitted or in the case where the address family is *AF_CAN* the protocol should be one of CAN_RAW, *CAN_BCM* or *CAN_ISOTP*.

If *fileno* is specified, the values for *family*, *type*, and *proto* are auto-detected from the specified file descriptor. Auto-detection can be overruled by calling the function with explicit *family*, *type*, or *proto* arguments. This only affects how Python represents e.g. the return value of *socket.getpeername()* but not the actual OS resource. Unlike *socket.fromfd()*, *fileno* will return the same socket and not a duplicate. This may help close a detached socket using *socket.close()*.

Il n'est *pas possible d'hériter* du connecteur nouvellement créé.

Modifié dans la version 3.3 : The AF_CAN family was added. The AF_RDS family was added.

Modifié dans la version 3.4 : The CAN_BCM protocol was added.

Modifié dans la version 3.4 : The returned socket is now non-inheritable.

Modifié dans la version 3.7 : The CAN_ISOTP protocol was added.

Modifié dans la version 3.7 : When *SOCK_NONBLOCK* or *SOCK_CLOEXEC* bit flags are applied to *type* they are cleared, and *socket.type* will not reflect them. They are still passed to the underlying system *socket()* call. Therefore,

```
sock = socket.socket(
    socket.AF_INET,
    socket.SOCK_STREAM | socket.SOCK_NONBLOCK)
```

will still create a non-blocking socket on OSes that support SOCK_NONBLOCK, but `sock.type` will be set to `socket.SOCK_STREAM`.

`socket.`**`socketpair`**([*family*[, *type*[, *proto*]]])

Build a pair of connected socket objects using the given address family, socket type, and protocol number. Address family, socket type, and protocol number are as for the *socket()* function above. The default family is *AF_UNIX* if defined on the platform ; otherwise, the default is *AF_INET*.

The newly created sockets are *non-inheritable*.

Modifié dans la version 3.2 : The returned socket objects now support the whole socket API, rather than a subset.

Modifié dans la version 3.4 : The returned sockets are now non-inheritable.

Modifié dans la version 3.5 : Windows support added.

`socket.`**`create_connection`**(*address*[, *timeout*[, *source_address*]])

Connect to a TCP service listening on the Internet *address* (a 2-tuple `(host, port)`), and return the socket object. This is a higher-level function than *socket.connect()* : if *host* is a non-numeric hostname, it will try to resolve it for both *AF_INET* and *AF_INET6*, and then try to connect to all possible addresses in turn until a connection succeeds. This makes it easy to write clients that are compatible to both IPv4 and IPv6.

Passing the optional *timeout* parameter will set the timeout on the socket instance before attempting to connect. If no *timeout* is supplied, the global default timeout setting returned by *getdefaulttimeout()* is used.

If supplied, *source_address* must be a 2-tuple `(host, port)` for the socket to bind to as its source address before connecting. If host or port are ” or 0 respectively the OS default behavior will be used.

Modifié dans la version 3.2 : *source_address* was added.

`socket.`**`fromfd`**(*fd*, *family*, *type*, *proto=0*)

Duplicate the file descriptor *fd* (an integer as returned by a file object's `fileno()` method) and build a socket object from the result. Address family, socket type and protocol number are as for the *socket()* function above. The file descriptor should refer to a socket, but this is not checked --- subsequent operations on the object may fail if the file descriptor is invalid. This function is rarely needed, but can be used to get or set socket options on a socket passed to a program as standard input or output (such as a server started by the Unix inet daemon). The socket is assumed to be in blocking mode.

Il n'est *pas possible d'hériter* du connecteur nouvellement créé.

Modifié dans la version 3.4 : The returned socket is now non-inheritable.

`socket.`**`fromshare`**(*data*)

Instantiate a socket from data obtained from the *socket.share()* method. The socket is assumed to be in blocking mode.

Disponibilité : Windows.

Nouveau dans la version 3.3.

`socket.`**`SocketType`**

This is a Python type object that represents the socket object type. It is the same as `type(socket(...))`.

Autres fonctions

The *socket* module also offers various network-related services :

socket.**close**(*fd*)
Close a socket file descriptor. This is like *os.close()*, but for sockets. On some platforms (most noticeable Windows) *os.close()* does not work for socket file descriptors.
Nouveau dans la version 3.7.

socket.**getaddrinfo**(*host*, *port*, *family=0*, *type=0*, *proto=0*, *flags=0*)
Translate the *host*/*port* argument into a sequence of 5-tuples that contain all the necessary arguments for creating a socket connected to that service. *host* is a domain name, a string representation of an IPv4/v6 address or `None`. *port* is a string service name such as `'http'`, a numeric port number or `None`. By passing `None` as the value of *host* and *port*, you can pass `NULL` to the underlying C API.
The *family*, *type* and *proto* arguments can be optionally specified in order to narrow the list of addresses returned. Passing zero as a value for each of these arguments selects the full range of results. The *flags* argument can be one or several of the `AI_*` constants, and will influence how results are computed and returned. For example, `AI_NUMERICHOST` will disable domain name resolution and will raise an error if *host* is a domain name.
The function returns a list of 5-tuples with the following structure :
`(family, type, proto, canonname, sockaddr)`
In these tuples, *family*, *type*, *proto* are all integers and are meant to be passed to the *socket()* function. *canonname* will be a string representing the canonical name of the *host* if `AI_CANONNAME` is part of the *flags* argument ; else *canonname* will be empty. *sockaddr* is a tuple describing a socket address, whose format depends on the returned *family* (a `(address, port)` 2-tuple for *AF_INET*, a `(address, port, flow info, scope id)` 4-tuple for *AF_INET6*), and is meant to be passed to the *socket.connect()* method.
The following example fetches address information for a hypothetical TCP connection to `example.org` on port 80 (results may differ on your system if IPv6 isn't enabled) :

```
>>> socket.getaddrinfo("example.org", 80, proto=socket.IPPROTO_TCP)
[(<AddressFamily.AF_INET6: 10>, <SocketType.SOCK_STREAM: 1>,
 6, '', ('2606:2800:220:1:248:1893:25c8:1946', 80, 0, 0)),
 (<AddressFamily.AF_INET: 2>, <SocketType.SOCK_STREAM: 1>,
 6, '', ('93.184.216.34', 80))]
```

Modifié dans la version 3.2 : parameters can now be passed using keyword arguments.
Modifié dans la version 3.7 : for IPv6 multicast addresses, string representing an address will not contain `%scope` part.

socket.**getfqdn**([*name*])
Return a fully qualified domain name for *name*. If *name* is omitted or empty, it is interpreted as the local host. To find the fully qualified name, the hostname returned by *gethostbyaddr()* is checked, followed by aliases for the host, if available. The first name which includes a period is selected. In case no fully qualified domain name is available, the hostname as returned by *gethostname()* is returned.

socket.**gethostbyname**(*hostname*)
Translate a host name to IPv4 address format. The IPv4 address is returned as a string, such as `'100.50.200.5'`. If the host name is an IPv4 address itself it is returned unchanged. See *gethostbyname_ex()* for a more complete interface. *gethostbyname()* does not support IPv6 name resolution, and *getaddrinfo()* should be used instead for IPv4/v6 dual stack support.

socket.**gethostbyname_ex**(*hostname*)
Translate a host name to IPv4 address format, extended interface. Return a triple `(hostname, aliaslist, ipaddrlist)` where *hostname* is the primary host name responding to the given *ip_address*, *aliaslist* is a (possibly empty) list of alternative host names for the same address, and *ipaddrlist* is a list of IPv4 addresses for the same interface on the same host (often but not always a single address). *gethostbyname_ex()* does not support IPv6 name resolution, and *getaddrinfo()* should be used instead for IPv4/v6 dual stack support.

socket.**gethostname**()
Return a string containing the hostname of the machine where the Python interpreter is currently executing.
Note : *gethostname()* doesn't always return the fully qualified domain name ; use *getfqdn()* for that.

socket.**gethostbyaddr**(*ip_address*)
Return a triple `(hostname, aliaslist, ipaddrlist)` where *hostname* is the primary host name responding to the given *ip_address*, *aliaslist* is a (possibly empty) list of alternative host names for the same address, and *ipaddrlist* is a list of IPv4/v6 addresses for the same interface on the same host (most likely containing only a single address). To find the fully qualified domain name, use the function *getfqdn()*. *gethostbyaddr()* supports both IPv4 and IPv6.

socket.**getnameinfo**(*sockaddr*, *flags*)
Translate a socket address *sockaddr* into a 2-tuple `(host, port)`. Depending on the settings of *flags*, the result can contain a fully-qualified domain name or numeric address representation in *host*. Similarly, *port* can contain a string port name or a numeric port number.
For IPv6 addresses, `%scope` is appended to the host part if *sockaddr* contains meaningful *scopeid*. Usually this happens for multicast addresses.

socket.**getprotobyname**(*protocolname*)
Translate an Internet protocol name (for example, `'icmp'`) to a constant suitable for passing as the (optional) third argument to the *socket()* function. This is usually only needed for sockets opened in "raw" mode (*SOCK_RAW*) ; for the normal socket modes, the correct protocol is chosen automatically if the protocol is omitted or zero.

socket.**getservbyname**(*servicename*[, *protocolname*])
Translate an Internet service name and protocol name to a port number for that service. The optional protocol name, if given, should be `'tcp'` or `'udp'`, otherwise any protocol will match.

socket.**getservbyport**(*port*[, *protocolname*])
Translate an Internet port number and protocol name to a service name for that service. The optional protocol name, if given, should be `'tcp'` or `'udp'`, otherwise any protocol will match.

socket.**ntohl**(*x*)
Convert 32-bit positive integers from network to host byte order. On machines where the host byte order is the same as network byte order, this is a no-op ; otherwise, it performs a 4-byte swap operation.

socket.**ntohs**(*x*)
Convert 16-bit positive integers from network to host byte order. On machines where the host byte order is the same as network byte order, this is a no-op ; otherwise, it performs a 2-byte swap operation.
Obsolète depuis la version 3.7 : In case *x* does not fit in 16-bit unsigned integer, but does fit in a positive C int, it is silently truncated to 16-bit unsigned integer. This silent truncation feature is deprecated, and will raise an exception in future versions of Python.

socket.**htonl**(*x*)
Convert 32-bit positive integers from host to network byte order. On machines where the host byte order is the same as network byte order, this is a no-op ; otherwise, it performs a 4-byte swap operation.

socket.**htons**(*x*)
Convert 16-bit positive integers from host to network byte order. On machines where the host byte order is the same as network byte order, this is a no-op ; otherwise, it performs a 2-byte swap operation.
Obsolète depuis la version 3.7 : In case *x* does not fit in 16-bit unsigned integer, but does fit in a positive C int, it is silently truncated to 16-bit unsigned integer. This silent truncation feature is deprecated, and will raise an exception in future versions of Python.

socket.**inet_aton**(*ip_string*)
Convert an IPv4 address from dotted-quad string format (for example, '123.45.67.89') to 32-bit packed binary format, as a bytes object four characters in length. This is useful when conversing with a program that uses the standard C library and needs objects of type `struct in_addr`, which is the C type for the 32-bit packed binary this function returns.
inet_aton() also accepts strings with less than three dots ; see the Unix manual page *inet(3)* for details.
If the IPv4 address string passed to this function is invalid, *OSError* will be raised. Note that exactly what is valid depends on the underlying C implementation of `inet_aton()`.

inet_aton() does not support IPv6, and *inet_pton()* should be used instead for IPv4/v6 dual stack support.

socket.**inet_ntoa**(*packed_ip*)
Convert a 32-bit packed IPv4 address (a *bytes-like object* four bytes in length) to its standard dotted-quad string representation (for example, '123.45.67.89'). This is useful when conversing with a program that uses the standard C library and needs objects of type `struct in_addr`, which is the C type for the 32-bit packed binary data this function takes as an argument.

If the byte sequence passed to this function is not exactly 4 bytes in length, *OSError* will be raised. *inet_ntoa()* does not support IPv6, and *inet_ntop()* should be used instead for IPv4/v6 dual stack support.

Modifié dans la version 3.5 : N'importe quel *bytes-like object* est maintenant accepté.

socket.**inet_pton**(*address_family*, *ip_string*)
Convert an IP address from its family-specific string format to a packed, binary format. *inet_pton()* is useful when a library or network protocol calls for an object of type `struct in_addr` (similar to *inet_aton()*) or `struct in6_addr`.

Supported values for *address_family* are currently *AF_INET* and *AF_INET6*. If the IP address string *ip_string* is invalid, *OSError* will be raised. Note that exactly what is valid depends on both the value of *address_family* and the underlying implementation of `inet_pton()`.

Availability : Unix (maybe not all platforms), Windows.

Modifié dans la version 3.4 : Ajout de la gestion de Windows.

socket.**inet_ntop**(*address_family*, *packed_ip*)
Convert a packed IP address (a *bytes-like object* of some number of bytes) to its standard, family-specific string representation (for example, `'7.10.0.5'` or `'5aef:2b::8'`). *inet_ntop()* is useful when a library or network protocol returns an object of type `struct in_addr` (similar to *inet_ntoa()*) or `struct in6_addr`.

Supported values for *address_family* are currently *AF_INET* and *AF_INET6*. If the bytes object *packed_ip* is not the correct length for the specified address family, *ValueError* will be raised. *OSError* is raised for errors from the call to *inet_ntop()*.

Availability : Unix (maybe not all platforms), Windows.

Modifié dans la version 3.4 : Ajout de la gestion de Windows.

Modifié dans la version 3.5 : N'importe quel *bytes-like object* est maintenant accepté.

socket.**CMSG_LEN**(*length*)
Return the total length, without trailing padding, of an ancillary data item with associated data of the given *length*. This value can often be used as the buffer size for *recvmsg()* to receive a single item of ancillary data, but **RFC 3542** requires portable applications to use *CMSG_SPACE()* and thus include space for padding, even when the item will be the last in the buffer. Raises *OverflowError* if *length* is outside the permissible range of values.

Availability : most Unix platforms, possibly others.

Nouveau dans la version 3.3.

socket.**CMSG_SPACE**(*length*)
Return the buffer size needed for *recvmsg()* to receive an ancillary data item with associated data of the given *length*, along with any trailing padding. The buffer space needed to receive multiple items is the sum of the *CMSG_SPACE()* values for their associated data lengths. Raises *OverflowError* if *length* is outside the permissible range of values.

Note that some systems might support ancillary data without providing this function. Also note that setting the buffer size using the results of this function may not precisely limit the amount of ancillary data that can be received, since additional data may be able to fit into the padding area.

Availability : most Unix platforms, possibly others.

Nouveau dans la version 3.3.

socket.**getdefaulttimeout**()
Return the default timeout in seconds (float) for new socket objects. A value of `None` indicates that new socket objects have no timeout. When the socket module is first imported, the default is `None`.

socket.**setdefaulttimeout**(*timeout*)
Set the default timeout in seconds (float) for new socket objects. When the socket module is first imported, the default is None. See *settimeout()* for possible values and their respective meanings.

socket.**sethostname**(*name*)
Set the machine's hostname to *name*. This will raise an *OSError* if you don't have enough rights.
Disponibilité : Unix.
Nouveau dans la version 3.3.

socket.**if_nameindex**()
Return a list of network interface information (index int, name string) tuples. *OSError* if the system call fails.
Disponibilité : Unix.
Nouveau dans la version 3.3.

socket.**if_nametoindex**(*if_name*)
Return a network interface index number corresponding to an interface name. *OSError* if no interface with the given name exists.
Disponibilité : Unix.
Nouveau dans la version 3.3.

socket.**if_indextoname**(*if_index*)
Return a network interface name corresponding to an interface index number. *OSError* if no interface with the given index exists.
Disponibilité : Unix.
Nouveau dans la version 3.3.

19.2.3 Socket Objects

Socket objects have the following methods. Except for *makefile()*, these correspond to Unix system calls applicable to sockets.

Modifié dans la version 3.2 : Support for the *context manager* protocol was added. Exiting the context manager is equivalent to calling *close()*.

socket.**accept**()
Accept a connection. The socket must be bound to an address and listening for connections. The return value is a pair (conn, address) where *conn* is a *new* socket object usable to send and receive data on the connection, and *address* is the address bound to the socket on the other end of the connection.
Il n'est *pas possible d'hériter* du connecteur nouvellement créé.
Modifié dans la version 3.4 : The socket is now non-inheritable.
Modifié dans la version 3.5 : Si l'appel système est interrompu et que le gestionnaire de signal ne lève aucune exception, la fonction réessaye l'appel système au lieu de lever une *InterruptedError* (voir la **PEP 475** à propos du raisonnement).

socket.**bind**(*address*)
Bind the socket to *address*. The socket must not already be bound. (The format of *address* depends on the address family --- see above.)

socket.**close**()
Mark the socket closed. The underlying system resource (e.g. a file descriptor) is also closed when all file objects from *makefile()* are closed. Once that happens, all future operations on the socket object will fail. The remote end will receive no more data (after queued data is flushed).
Sockets are automatically closed when they are garbage-collected, but it is recommended to *close()* them explicitly, or to use a with statement around them.
Modifié dans la version 3.6 : *OSError* is now raised if an error occurs when the underlying close() call is made.

Note : *close()* releases the resource associated with a connection but does not necessarily close the connection immediately. If you want to close the connection in a timely fashion, call *shutdown()* before *close()*.

socket.**connect**(*address*)
Connect to a remote socket at *address*. (The format of *address* depends on the address family --- see above.)

If the connection is interrupted by a signal, the method waits until the connection completes, or raise a *socket.timeout* on timeout, if the signal handler doesn't raise an exception and the socket is blocking or has a timeout. For non-blocking sockets, the method raises an *InterruptedError* exception if the connection is interrupted by a signal (or the exception raised by the signal handler).

Modifié dans la version 3.5 : The method now waits until the connection completes instead of raising an *InterruptedError* exception if the connection is interrupted by a signal, the signal handler doesn't raise an exception and the socket is blocking or has a timeout (see the **PEP 475** for the rationale).

socket.**connect_ex**(*address*)
Like `connect(address)`, but return an error indicator instead of raising an exception for errors returned by the C-level `connect()` call (other problems, such as "host not found," can still raise exceptions). The error indicator is `0` if the operation succeeded, otherwise the value of the `errno` variable. This is useful to support, for example, asynchronous connects.

socket.**detach**()
Put the socket object into closed state without actually closing the underlying file descriptor. The file descriptor is returned, and can be reused for other purposes.

Nouveau dans la version 3.2.

socket.**dup**()
Duplicate the socket.

Il n'est *pas possible d'hériter* du connecteur nouvellement créé.

Modifié dans la version 3.4 : The socket is now non-inheritable.

socket.**fileno**()
Return the socket's file descriptor (a small integer), or -1 on failure. This is useful with *select.select()*.

Under Windows the small integer returned by this method cannot be used where a file descriptor can be used (such as *os.fdopen()*). Unix does not have this limitation.

socket.**get_inheritable**()
Get the *inheritable flag* of the socket's file descriptor or socket's handle : `True` if the socket can be inherited in child processes, `False` if it cannot.

Nouveau dans la version 3.4.

socket.**getpeername**()
Return the remote address to which the socket is connected. This is useful to find out the port number of a remote IPv4/v6 socket, for instance. (The format of the address returned depends on the address family --- see above.) On some systems this function is not supported.

socket.**getsockname**()
Return the socket's own address. This is useful to find out the port number of an IPv4/v6 socket, for instance. (The format of the address returned depends on the address family --- see above.)

socket.**getsockopt**(*level*, *optname*[, *buflen*])
Return the value of the given socket option (see the Unix man page *getsockopt(2)*). The needed symbolic constants (`SO_*` etc.) are defined in this module. If *buflen* is absent, an integer option is assumed and its integer value is returned by the function. If *buflen* is present, it specifies the maximum length of the buffer used to receive the option in, and this buffer is returned as a bytes object. It is up to the caller to decode the contents of the buffer (see the optional built-in module *struct* for a way to decode C structures encoded as byte strings).

socket.**getblocking**()
Return `True` if socket is in blocking mode, `False` if in non-blocking.

This is equivalent to checking `socket.gettimeout() == 0`.

Nouveau dans la version 3.7.

socket.**gettimeout**()
Return the timeout in seconds (float) associated with socket operations, or `None` if no timeout is set. This reflects the last call to *setblocking()* or *settimeout()*.

socket.**ioctl**(*control*, *option*)

Platform Windows

The *ioctl()* method is a limited interface to the WSAIoctl system interface. Please refer to the Win32 documentation for more information.

On other platforms, the generic *fcntl.fcntl()* and *fcntl.ioctl()* functions may be used; they accept a socket object as their first argument.

Currently only the following control codes are supported : `SIO_RCVALL`, `SIO_KEEPALIVE_VALS`, and `SIO_LOOPBACK_FAST_PATH`.

Modifié dans la version 3.6 : `SIO_LOOPBACK_FAST_PATH` was added.

`socket.`**`listen`**(*backlog*)

Enable a server to accept connections. If *backlog* is specified, it must be at least 0 (if it is lower, it is set to 0); it specifies the number of unaccepted connections that the system will allow before refusing new connections. If not specified, a default reasonable value is chosen.

Modifié dans la version 3.5 : The *backlog* parameter is now optional.

`socket.`**`makefile`**(*mode='r'*, *buffering=None*, *, *encoding=None*, *errors=None*, *newline=None*)

Return a *file object* associated with the socket. The exact returned type depends on the arguments given to *makefile()*. These arguments are interpreted the same way as by the built-in *open()* function, except the only supported *mode* values are `'r'` (default), `'w'` and `'b'`.

The socket must be in blocking mode; it can have a timeout, but the file object's internal buffer may end up in an inconsistent state if a timeout occurs.

Closing the file object returned by *makefile()* won't close the original socket unless all other file objects have been closed and *socket.close()* has been called on the socket object.

Note : On Windows, the file-like object created by *makefile()* cannot be used where a file object with a file descriptor is expected, such as the stream arguments of *subprocess.Popen()*.

`socket.`**`recv`**(*bufsize*[, *flags*])

Receive data from the socket. The return value is a bytes object representing the data received. The maximum amount of data to be received at once is specified by *bufsize*. See the Unix manual page *recv(2)* for the meaning of the optional argument *flags*; it defaults to zero.

Note : For best match with hardware and network realities, the value of *bufsize* should be a relatively small power of 2, for example, 4096.

Modifié dans la version 3.5 : Si l'appel système est interrompu et que le gestionnaire de signal ne lève aucune exception, la fonction réessaye l'appel système au lieu de lever une *InterruptedError* (voir la **PEP 475** à propos du raisonnement).

`socket.`**`recvfrom`**(*bufsize*[, *flags*])

Receive data from the socket. The return value is a pair `(bytes, address)` where *bytes* is a bytes object representing the data received and *address* is the address of the socket sending the data. See the Unix manual page *recv(2)* for the meaning of the optional argument *flags*; it defaults to zero. (The format of *address* depends on the address family --- see above.)

Modifié dans la version 3.5 : Si l'appel système est interrompu et que le gestionnaire de signal ne lève aucune exception, la fonction réessaye l'appel système au lieu de lever une *InterruptedError* (voir la **PEP 475** à propos du raisonnement).

Modifié dans la version 3.7 : For multicast IPv6 address, first item of *address* does not contain `%scope` part anymore. In order to get full IPv6 address use *getnameinfo()*.

`socket.`**`recvmsg`**(*bufsize*[, *ancbufsize*[, *flags*]])

Receive normal data (up to *bufsize* bytes) and ancillary data from the socket. The *ancbufsize* argument sets the size in bytes of the internal buffer used to receive the ancillary data; it defaults to 0, meaning that no ancillary data will be received. Appropriate buffer sizes for ancillary data can be calculated using *CMSG_SPACE()* or *CMSG_LEN()*, and items which do not fit into the buffer might be truncated or discarded. The *flags* argument defaults to 0 and has the same meaning as for *recv()*.

The return value is a 4-tuple : `(data, ancdata, msg_flags, address)`. The *data* item is a *bytes* object holding the non-ancillary data received. The *ancdata* item is a list of zero or more tuples

`(cmsg_level, cmsg_type, cmsg_data)` representing the ancillary data (control messages) received : *cmsg_level* and *cmsg_type* are integers specifying the protocol level and protocol-specific type respectively, and *cmsg_data* is a *bytes* object holding the associated data. The *msg_flags* item is the bitwise OR of various flags indicating conditions on the received message ; see your system documentation for details. If the receiving socket is unconnected, *address* is the address of the sending socket, if available ; otherwise, its value is unspecified.

On some systems, *sendmsg()* and *recvmsg()* can be used to pass file descriptors between processes over an *AF_UNIX* socket. When this facility is used (it is often restricted to *SOCK_STREAM* sockets), *recvmsg()* will return, in its ancillary data, items of the form `(socket.SOL_SOCKET, socket.SCM_RIGHTS, fds)`, where *fds* is a *bytes* object representing the new file descriptors as a binary array of the native C `int` type. If *recvmsg()* raises an exception after the system call returns, it will first attempt to close any file descriptors received via this mechanism.

Some systems do not indicate the truncated length of ancillary data items which have been only partially received. If an item appears to extend beyond the end of the buffer, *recvmsg()* will issue a *RuntimeWarning*, and will return the part of it which is inside the buffer provided it has not been truncated before the start of its associated data.

On systems which support the `SCM_RIGHTS` mechanism, the following function will receive up to *maxfds* file descriptors, returning the message data and a list containing the descriptors (while ignoring unexpected conditions such as unrelated control messages being received). See also *sendmsg()*.

```
import socket, array

def recv_fds(sock, msglen, maxfds):
    fds = array.array("i")   # Array of ints
    msg, ancdata, flags, addr = sock.recvmsg(msglen, socket.CMSG_LEN(maxfds *␣
↪fds.itemsize))
    for cmsg_level, cmsg_type, cmsg_data in ancdata:
        if cmsg_level == socket.SOL_SOCKET and cmsg_type == socket.SCM_RIGHTS:
            # Append data, ignoring any truncated integers at the end.
            fds.frombytes(cmsg_data[:len(cmsg_data) - (len(cmsg_data) % fds.
↪itemsize)])
    return msg, list(fds)
```

Availability : most Unix platforms, possibly others.

Nouveau dans la version 3.3.

Modifié dans la version 3.5 : Si l'appel système est interrompu et que le gestionnaire de signal ne lève aucune exception, la fonction réessaye l'appel système au lieu de lever une *InterruptedError* (voir la **PEP 475** à propos du raisonnement).

`socket.`**`recvmsg_into`**(*buffers*[, *ancbufsize*[, *flags*]])

Receive normal data and ancillary data from the socket, behaving as *recvmsg()* would, but scatter the non-ancillary data into a series of buffers instead of returning a new bytes object. The *buffers* argument must be an iterable of objects that export writable buffers (e.g. *bytearray* objects) ; these will be filled with successive chunks of the non-ancillary data until it has all been written or there are no more buffers. The operating system may set a limit (*sysconf()* value `SC_IOV_MAX`) on the number of buffers that can be used. The *ancbufsize* and *flags* arguments have the same meaning as for *recvmsg()*.

The return value is a 4-tuple : `(nbytes, ancdata, msg_flags, address)`, where *nbytes* is the total number of bytes of non-ancillary data written into the buffers, and *ancdata*, *msg_flags* and *address* are the same as for *recvmsg()*.

Exemple :

```
>>> import socket
>>> s1, s2 = socket.socketpair()
>>> b1 = bytearray(b'----')
>>> b2 = bytearray(b'0123456789')
>>> b3 = bytearray(b'--------------')
>>> s1.send(b'Mary had a little lamb')
22
>>> s2.recvmsg_into([b1, memoryview(b2)[2:9], b3])
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
(22, [], 0, None)
>>> [b1, b2, b3]
[bytearray(b'Mary'), bytearray(b'01 had a 9'), bytearray(b'little lamb---')]
```

Availability : most Unix platforms, possibly others.

Nouveau dans la version 3.3.

socket.**recvfrom_into**(*buffer*[, *nbytes*[, *flags*]])

Receive data from the socket, writing it into *buffer* instead of creating a new bytestring. The return value is a pair `(nbytes, address)` where *nbytes* is the number of bytes received and *address* is the address of the socket sending the data. See the Unix manual page *recv(2)* for the meaning of the optional argument *flags*; it defaults to zero. (The format of *address* depends on the address family --- see above.)

socket.**recv_into**(*buffer*[, *nbytes*[, *flags*]])

Receive up to *nbytes* bytes from the socket, storing the data into a buffer rather than creating a new bytestring. If *nbytes* is not specified (or 0), receive up to the size available in the given buffer. Returns the number of bytes received. See the Unix manual page *recv(2)* for the meaning of the optional argument *flags*; it defaults to zero.

socket.**send**(*bytes*[, *flags*])

Send data to the socket. The socket must be connected to a remote socket. The optional *flags* argument has the same meaning as for *recv()* above. Returns the number of bytes sent. Applications are responsible for checking that all data has been sent; if only some of the data was transmitted, the application needs to attempt delivery of the remaining data. For further information on this topic, consult the socket-howto.

Modifié dans la version 3.5 : Si l'appel système est interrompu et que le gestionnaire de signal ne lève aucune exception, la fonction réessaye l'appel système au lieu de lever une *InterruptedError* (voir la **PEP 475** à propos du raisonnement).

socket.**sendall**(*bytes*[, *flags*])

Send data to the socket. The socket must be connected to a remote socket. The optional *flags* argument has the same meaning as for *recv()* above. Unlike *send()*, this method continues to send data from *bytes* until either all data has been sent or an error occurs. `None` is returned on success. On error, an exception is raised, and there is no way to determine how much data, if any, was successfully sent.

Modifié dans la version 3.5 : The socket timeout is no more reset each time data is sent successfully. The socket timeout is now the maximum total duration to send all data.

Modifié dans la version 3.5 : Si l'appel système est interrompu et que le gestionnaire de signal ne lève aucune exception, la fonction réessaye l'appel système au lieu de lever une *InterruptedError* (voir la **PEP 475** à propos du raisonnement).

socket.**sendto**(*bytes*, *address*)

socket.**sendto**(*bytes*, *flags*, *address*)

Send data to the socket. The socket should not be connected to a remote socket, since the destination socket is specified by *address*. The optional *flags* argument has the same meaning as for *recv()* above. Return the number of bytes sent. (The format of *address* depends on the address family --- see above.)

Modifié dans la version 3.5 : Si l'appel système est interrompu et que le gestionnaire de signal ne lève aucune exception, la fonction réessaye l'appel système au lieu de lever une *InterruptedError* (voir la **PEP 475** à propos du raisonnement).

socket.**sendmsg**(*buffers*[, *ancdata*[, *flags*[, *address*]]])

Send normal and ancillary data to the socket, gathering the non-ancillary data from a series of buffers and concatenating it into a single message. The *buffers* argument specifies the non-ancillary data as an iterable of *bytes-like objects* (e.g. *bytes* objects); the operating system may set a limit (*sysconf()* value `SC_IOV_MAX`) on the number of buffers that can be used. The *ancdata* argument specifies the ancillary data (control messages) as an iterable of zero or more tuples `(cmsg_level, cmsg_type, cmsg_data)`, where *cmsg_level* and *cmsg_type* are integers specifying the protocol level and protocol-specific type respectively, and *cmsg_data* is a bytes-like object holding the associated data. Note that some systems (in particular, systems without *CMSG_SPACE()*) might support sending only one control message per call. The *flags* argument defaults to 0 and has the same meaning as for *send()*. If *address* is supplied and not `None`, it sets a destination address for the message. The return value is the number of bytes of non-ancillary data sent.

The following function sends the list of file descriptors *fds* over an *AF_UNIX* socket, on systems which support the SCM_RIGHTS mechanism. See also *recvmsg()*.

```
import socket, array

def send_fds(sock, msg, fds):
    return sock.sendmsg([msg], [(socket.SOL_SOCKET, socket.SCM_RIGHTS, array.
↪array("i", fds))])
```

Availability : most Unix platforms, possibly others.

Nouveau dans la version 3.3.

Modifié dans la version 3.5 : Si l'appel système est interrompu et que le gestionnaire de signal ne lève aucune exception, la fonction réessaye l'appel système au lieu de lever une *InterruptedError* (voir la **PEP 475** à propos du raisonnement).

socket.**sendmsg_afalg**([*msg*], *, *op*[, *iv*[, *assoclen*[, *flags*]]])

Specialized version of *sendmsg()* for *AF_ALG* socket. Set mode, IV, AEAD associated data length and flags for *AF_ALG* socket.

Disponibilité : Linux >= 2.6.38.

Nouveau dans la version 3.6.

socket.**sendfile**(*file*, *offset=0*, *count=None*)

Send a file until EOF is reached by using high-performance *os.sendfile* and return the total number of bytes which were sent. *file* must be a regular file object opened in binary mode. If *os.sendfile* is not available (e.g. Windows) or *file* is not a regular file *send()* will be used instead. *offset* tells from where to start reading the file. If specified, *count* is the total number of bytes to transmit as opposed to sending the file until EOF is reached. File position is updated on return or also in case of error in which case *file.tell()* can be used to figure out the number of bytes which were sent. The socket must be of *SOCK_STREAM* type. Non-blocking sockets are not supported.

Nouveau dans la version 3.5.

socket.**set_inheritable**(*inheritable*)

Set the *inheritable flag* of the socket's file descriptor or socket's handle.

Nouveau dans la version 3.4.

socket.**setblocking**(*flag*)

Set blocking or non-blocking mode of the socket : if *flag* is false, the socket is set to non-blocking, else to blocking mode.

This method is a shorthand for certain *settimeout()* calls :

— `sock.setblocking(True)` is equivalent to `sock.settimeout(None)`

— `sock.setblocking(False)` is equivalent to `sock.settimeout(0.0)`

Modifié dans la version 3.7 : The method no longer applies *SOCK_NONBLOCK* flag on *socket.type*.

socket.**settimeout**(*value*)

Set a timeout on blocking socket operations. The *value* argument can be a nonnegative floating point number expressing seconds, or None. If a non-zero value is given, subsequent socket operations will raise a *timeout* exception if the timeout period *value* has elapsed before the operation has completed. If zero is given, the socket is put in non-blocking mode. If None is given, the socket is put in blocking mode.

For further information, please consult the *notes on socket timeouts*.

Modifié dans la version 3.7 : The method no longer toggles *SOCK_NONBLOCK* flag on *socket.type*.

socket.**setsockopt**(*level*, *optname*, *value : int*)

socket.**setsockopt**(*level*, *optname*, *value : buffer*)

socket.**setsockopt**(*level*, *optname*, *None*, *optlen : int*)

Set the value of the given socket option (see the Unix manual page *setsockopt(2)*). The needed symbolic constants are defined in the *socket* module (SO_* etc.). The value can be an integer, None or a *bytes-like object* representing a buffer. In the later case it is up to the caller to ensure that the bytestring contains the proper bits (see the optional built-in module *struct* for a way to encode C structures as bytestrings). When *value* is set to None, *optlen* argument is required. It's equivalent to call setsockopt() C function with optval=NULL and optlen=optlen.

Modifié dans la version 3.5 : N'importe quel *bytes-like object* est maintenant accepté.

Modifié dans la version 3.6 : setsockopt(level, optname, None, optlen : int) form added.

`socket.`**`shutdown`**(*how*)
Shut down one or both halves of the connection. If *how* is `SHUT_RD`, further receives are disallowed. If *how* is `SHUT_WR`, further sends are disallowed. If *how* is `SHUT_RDWR`, further sends and receives are disallowed.

`socket.`**`share`**(*process_id*)
Duplicate a socket and prepare it for sharing with a target process. The target process must be provided with *process_id*. The resulting bytes object can then be passed to the target process using some form of interprocess communication and the socket can be recreated there using `fromshare()`. Once this method has been called, it is safe to close the socket since the operating system has already duplicated it for the target process.

Disponibilité : Windows.

Nouveau dans la version 3.3.

Note that there are no methods `read()` or `write()` ; use `recv()` and `send()` without *flags* argument instead.

Socket objects also have these (read-only) attributes that correspond to the values given to the `socket` constructor.

`socket.`**`family`**
The socket family.

`socket.`**`type`**
The socket type.

`socket.`**`proto`**
The socket protocol.

19.2.4 Notes on socket timeouts

A socket object can be in one of three modes : blocking, non-blocking, or timeout. Sockets are by default always created in blocking mode, but this can be changed by calling `setdefaulttimeout()`.

- In *blocking mode*, operations block until complete or the system returns an error (such as connection timed out).
- In *non-blocking mode*, operations fail (with an error that is unfortunately system-dependent) if they cannot be completed immediately : functions from the `select` can be used to know when and whether a socket is available for reading or writing.
- In *timeout mode*, operations fail if they cannot be completed within the timeout specified for the socket (they raise a `timeout` exception) or if the system returns an error.

Note : At the operating system level, sockets in *timeout mode* are internally set in non-blocking mode. Also, the blocking and timeout modes are shared between file descriptors and socket objects that refer to the same network endpoint. This implementation detail can have visible consequences if e.g. you decide to use the `fileno()` of a socket.

Timeouts and the `connect` method

The `connect()` operation is also subject to the timeout setting, and in general it is recommended to call `settimeout()` before calling `connect()` or pass a timeout parameter to `create_connection()`. However, the system network stack may also return a connection timeout error of its own regardless of any Python socket timeout setting.

Timeouts and the `accept` method

If *getdefaulttimeout()* is not *None*, sockets returned by the *accept()* method inherit that timeout. Otherwise, the behaviour depends on settings of the listening socket :

- if the listening socket is in *blocking mode* or in *timeout mode*, the socket returned by *accept()* is in *blocking mode* ;
- if the listening socket is in *non-blocking mode*, whether the socket returned by *accept()* is in blocking or non-blocking mode is operating system-dependent. If you want to ensure cross-platform behaviour, it is recommended you manually override this setting.

19.2.5 Exemple

Here are four minimal example programs using the TCP/IP protocol : a server that echoes all data that it receives back (servicing only one client), and a client using it. Note that a server must perform the sequence *socket()*, *bind()*, *listen()*, *accept()* (possibly repeating the *accept()* to service more than one client), while a client only needs the sequence *socket()*, *connect()*. Also note that the server does not *sendall()*/*recv()* on the socket it is listening on but on the new socket returned by *accept()*.

The first two examples support IPv4 only.

```
# Echo server program
import socket

HOST = ''                 # Symbolic name meaning all available interfaces
PORT = 50007              # Arbitrary non-privileged port
with socket.socket(socket.AF_INET, socket.SOCK_STREAM) as s:
    s.bind((HOST, PORT))
    s.listen(1)
    conn, addr = s.accept()
    with conn:
        print('Connected by', addr)
        while True:
            data = conn.recv(1024)
            if not data: break
            conn.sendall(data)
```

```
# Echo client program
import socket

HOST = 'daring.cwi.nl'    # The remote host
PORT = 50007              # The same port as used by the server
with socket.socket(socket.AF_INET, socket.SOCK_STREAM) as s:
    s.connect((HOST, PORT))
    s.sendall(b'Hello, world')
    data = s.recv(1024)
print('Received', repr(data))
```

The next two examples are identical to the above two, but support both IPv4 and IPv6. The server side will listen to the first address family available (it should listen to both instead). On most of IPv6-ready systems, IPv6 will take precedence and the server may not accept IPv4 traffic. The client side will try to connect to the all addresses returned as a result of the name resolution, and sends traffic to the first one connected successfully.

```
# Echo server program
import socket
import sys

HOST = None               # Symbolic name meaning all available interfaces
PORT = 50007              # Arbitrary non-privileged port
s = None
for res in socket.getaddrinfo(HOST, PORT, socket.AF_UNSPEC,
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
                                socket.SOCK_STREAM, 0, socket.AI_PASSIVE):
    af, socktype, proto, canonname, sa = res
    try:
        s = socket.socket(af, socktype, proto)
    except OSError as msg:
        s = None
        continue
    try:
        s.bind(sa)
        s.listen(1)
    except OSError as msg:
        s.close()
        s = None
        continue
    break
if s is None:
    print('could not open socket')
    sys.exit(1)
conn, addr = s.accept()
with conn:
    print('Connected by', addr)
    while True:
        data = conn.recv(1024)
        if not data: break
        conn.send(data)
```

```
# Echo client program
import socket
import sys

HOST = 'daring.cwi.nl'    # The remote host
PORT = 50007              # The same port as used by the server
s = None
for res in socket.getaddrinfo(HOST, PORT, socket.AF_UNSPEC, socket.SOCK_STREAM):
    af, socktype, proto, canonname, sa = res
    try:
        s = socket.socket(af, socktype, proto)
    except OSError as msg:
        s = None
        continue
    try:
        s.connect(sa)
    except OSError as msg:
        s.close()
        s = None
        continue
    break
if s is None:
    print('could not open socket')
    sys.exit(1)
with s:
    s.sendall(b'Hello, world')
    data = s.recv(1024)
print('Received', repr(data))
```

The next example shows how to write a very simple network sniffer with raw sockets on Windows. The example requires administrator privileges to modify the interface :

```
import socket

# the public network interface
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
HOST = socket.gethostbyname(socket.gethostname())

# create a raw socket and bind it to the public interface
s = socket.socket(socket.AF_INET, socket.SOCK_RAW, socket.IPPROTO_IP)
s.bind((HOST, 0))

# Include IP headers
s.setsockopt(socket.IPPROTO_IP, socket.IP_HDRINCL, 1)

# receive all packages
s.ioctl(socket.SIO_RCVALL, socket.RCVALL_ON)

# receive a package
print(s.recvfrom(65565))

# disabled promiscuous mode
s.ioctl(socket.SIO_RCVALL, socket.RCVALL_OFF)
```

The next example shows how to use the socket interface to communicate to a CAN network using the raw socket protocol. To use CAN with the broadcast manager protocol instead, open a socket with :

```
socket.socket(socket.AF_CAN, socket.SOCK_DGRAM, socket.CAN_BCM)
```

After binding (`CAN_RAW`) or connecting (*`CAN_BCM`*) the socket, you can use the *`socket.send()`*, and the *`socket.recv()`* operations (and their counterparts) on the socket object as usual.

This last example might require special privileges :

```
import socket
import struct


# CAN frame packing/unpacking (see 'struct can_frame' in <linux/can.h>)

can_frame_fmt = "=IB3x8s"
can_frame_size = struct.calcsize(can_frame_fmt)

def build_can_frame(can_id, data):
    can_dlc = len(data)
    data = data.ljust(8, b'\x00')
    return struct.pack(can_frame_fmt, can_id, can_dlc, data)

def dissect_can_frame(frame):
    can_id, can_dlc, data = struct.unpack(can_frame_fmt, frame)
    return (can_id, can_dlc, data[:can_dlc])


# create a raw socket and bind it to the 'vcan0' interface
s = socket.socket(socket.AF_CAN, socket.SOCK_RAW, socket.CAN_RAW)
s.bind(('vcan0',))

while True:
    cf, addr = s.recvfrom(can_frame_size)

    print('Received: can_id=%x, can_dlc=%x, data=%s' % dissect_can_frame(cf))

    try:
        s.send(cf)
    except OSError:
        print('Error sending CAN frame')
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
    try:
        s.send(build_can_frame(0x01, b'\x01\x02\x03'))
    except OSError:
        print('Error sending CAN frame')
```

Running an example several times with too small delay between executions, could lead to this error :

```
OSError: [Errno 98] Address already in use
```

This is because the previous execution has left the socket in a `TIME_WAIT` state, and can't be immediately reused.

There is a *socket* flag to set, in order to prevent this, `socket.SO_REUSEADDR` :

```
s = socket.socket(socket.AF_INET, socket.SOCK_STREAM)
s.setsockopt(socket.SOL_SOCKET, socket.SO_REUSEADDR, 1)
s.bind((HOST, PORT))
```

the `SO_REUSEADDR` flag tells the kernel to reuse a local socket in `TIME_WAIT` state, without waiting for its natural timeout to expire.

Voir aussi :

For an introduction to socket programming (in C), see the following papers :
- *An Introductory 4.3BSD Interprocess Communication Tutorial*, by Stuart Sechrest
- *An Advanced 4.3BSD Interprocess Communication Tutorial*, by Samuel J. Leffler et al,

both in the UNIX Programmer's Manual, Supplementary Documents 1 (sections PS1 :7 and PS1 :8). The platform-specific reference material for the various socket-related system calls are also a valuable source of information on the details of socket semantics. For Unix, refer to the manual pages ; for Windows, see the WinSock (or Winsock 2) specification. For IPv6-ready APIs, readers may want to refer to **RFC 3493** titled Basic Socket Interface Extensions for IPv6.

19.3 `ssl` — Emballage TLS/SSL pour les objets connecteurs

Code source : Lib/ssl.py

Ce module fournit un accès aux fonctions de chiffrement et d'authentification entre pairs : « *Transport Layer Security* » (souvent appelé « *Secure Sockets Layer* ») pour les connecteurs réseau, côté client et côté serveur. Ce module utilise la bibliothèque OpenSSL. Il est disponible sur tous les systèmes Unix modernes, Windows, Mac OS X et probablement sur d'autres plates-formes, à condition qu'OpenSSL soit installé sur cette plate-forme.

Note : Certains comportements peuvent dépendre de la plate-forme, car des appels sont passés aux API de connexions du système d'exploitation. La version installée de OpenSSL peut également entraîner des variations de comportement. Par exemple, TLSv1.1 et TLSv1.2 sont livrés avec la version 1.0.1 de OpenSSL.

Avertissement : N'utilisez pas ce module sans lire *Security considerations*. Cela pourrait créer un faux sentiment de sécurité, car les paramètres par défaut du module *ssl* ne sont pas nécessairement appropriés pour votre application.

Cette section documente les objets et les fonctions du module `ssl`. Pour des informations plus générales sur TLS, SSL et les certificats, le lecteur est prié de se référer aux documents de la section « Voir Aussi » au bas de cette page.

This module provides a class, *ssl.SSLSocket*, which is derived from the *socket.socket* type, and provides a socket-like wrapper that also encrypts and decrypts the data going over the socket with SSL. It supports additional methods such as `getpeercert()`, which retrieves the certificate of the other side of the connection, and `cipher()`, which retrieves the cipher being used for the secure connection.

Pour les applications plus sophistiquées, la classe *ssl.SSLContext* facilite la gestion des paramètres et des certificats, qui peuvent ensuite être hérités par les connecteurs SSL créés via la méthode *SSLContext.wrap_socket()*.

Modifié dans la version 3.5.3 : Mise à jour pour prendre en charge la liaison avec OpenSSL 1.1.0

Modifié dans la version 3.6 : OpenSSL 0.9.8, 1.0.0 et 1.0.1 sont obsolètes et ne sont plus prises en charge. Dans l'avenir, le module *ssl* nécessitera au minimum OpenSSL 1.0.2 ou 1.1.0.

19.3.1 Fonctions, constantes et exceptions

Création de connecteurs

Depuis Python 3.2 et 2.7.9, il est recommandé d'utiliser *SSLContext.wrap_socket()* d'une instance *SSLContext* pour encapsuler des connecteurs en tant qu'objets *SSLSocket*. Les fonctions auxiliaires *create_default_context()* renvoient un nouveau contexte avec des paramètres par défaut sécurisés. L'ancienne fonction *wrap_socket()* est obsolète car elle est à la fois inefficace et ne prend pas en charge l'indication de nom de serveur (SNI) et la vérification du nom de l'hôte.

Exemple de connecteur client avec contexte par défaut et double pile IPv4/IPv6 :

```
import socket
import ssl

hostname = 'www.python.org'
context = ssl.create_default_context()

with socket.create_connection((hostname, 443)) as sock:
    with context.wrap_socket(sock, server_hostname=hostname) as ssock:
        print(ssock.version())
```

Exemple de connecteur client avec contexte personnalisé et IPv4 :

```
hostname = 'www.python.org'
# PROTOCOL_TLS_CLIENT requires valid cert chain and hostname
context = ssl.SSLContext(ssl.PROTOCOL_TLS_CLIENT)
context.load_verify_locations('path/to/cabundle.pem')

with socket.socket(socket.AF_INET, socket.SOCK_STREAM, 0) as sock:
    with context.wrap_socket(sock, server_hostname=hostname) as ssock:
        print(ssock.version())
```

Exemple de connecteur serveur à l'écoute sur IPv4 *localhost* :

```
context = ssl.SSLContext(ssl.PROTOCOL_TLS_SERVER)
context.load_cert_chain('/path/to/certchain.pem', '/path/to/private.key')

with socket.socket(socket.AF_INET, socket.SOCK_STREAM, 0) as sock:
    sock.bind(('127.0.0.1', 8443))
    sock.listen(5)
    with context.wrap_socket(sock, server_side=True) as ssock:
        conn, addr = ssock.accept()
        ...
```

Création de contexte

Une fonction utilitaire permettant de créer facilement des objets *SSLContext* pour des usages classiques.

ssl.**create_default_context**(*purpose=Purpose.SERVER_AUTH*, *cafile=None*, *capath=None*, *cadata=None*)

Renvoie un nouvel objet *SSLContext*. Le paramètre *purpose* permet de choisir parmi un ensemble de paramètres par défaut en fonction de l'usage souhaité. Les paramètres sont choisis par le module *ssl* et représentent généralement un niveau de sécurité supérieur à celui utilisé lorsque vous appelez directement le constructeur *SSLContext*.

cafile, *capath*, *cadata* représentent des certificats d'autorité de certification facultatifs approuvés pour la vérification de certificats, comme dans *SSLContext.load_verify_locations()*. Si les trois sont à *None*, cette fonction peut choisir de faire confiance aux certificats d'autorité de certification par défaut du système.

Les paramètres sont : *PROTOCOL_TLS*, *OP_NO_SSLv2* et *OP_NO_SSLv3* avec des algorithmes de chiffrement de grande robustesse, n'utilisant pas RC4 et n'utilisant pas les suites cryptographiques sans authentification. Passer *SERVER_AUTH* en tant que *purpose* définit *verify_mode* sur *CERT_REQUIRED* et charge les certificats de l'autorité de certification (lorsqu'au moins un des paramètres *cafile*, *capath* ou *cadata* est renseigné) ou utilise *SSLContext.load_default_certs()* pour charger les certificats des autorités de certification par défaut.

Note : Le protocole, les options, l'algorithme de chiffrement et d'autres paramètres peuvent changer pour des valeurs plus restrictives à tout moment sans avertissement préalable. Les valeurs représentent un juste équilibre entre compatibilité et sécurité.

Si votre application nécessite des paramètres spécifiques, vous devez créer une classe *SSLContext* et appliquer les paramètres vous-même.

Note : Si vous constatez que, lorsque certains clients ou serveurs plus anciens tentent de se connecter avec une classe *SSLContext* créée par cette fonction, une erreur indiquant « *Protocol or cipher suite mismatch* » (« Non concordance de protocole ou d'algorithme de chiffrement ») est détectée, il se peut qu'ils ne prennent en charge que SSL 3.0 que cette fonction exclut en utilisant *OP_NO_SSLv3*. SSL3.0 est notoirement considéré comme totalement déficient. Si vous souhaitez toujours continuer à utiliser cette fonction tout en autorisant les connexions SSL 3.0, vous pouvez les réactiver à l'aide de :

```
ctx = ssl.create_default_context(Purpose.CLIENT_AUTH)
ctx.options &= ~ssl.OP_NO_SSLv3
```

Nouveau dans la version 3.4.

Modifié dans la version 3.4.4 : RC4 a été supprimé de la liste des algorithmes de chiffrement par défaut.

Modifié dans la version 3.6 : *ChaCha20/Poly1305* a été ajouté à la liste des algorithmes de chiffrement par défaut.

3DES a été supprimé de la liste des algorithmes de chiffrement par défaut.

Exceptions

exception ssl.**SSLError**

Levée pour signaler une erreur de l'implémentation SSL sous-jacente (actuellement fournie par la bibliothèque OpenSSL). Cela signifie qu'un problème est apparu dans la couche d'authentification et de chiffrement de niveau supérieur qui s'appuie sur la connexion réseau sous-jacente. Cette erreur est un sous-type de *OSError*. Le code d'erreur et le message des instances de *SSLError* sont fournis par la bibliothèque OpenSSL.

Modifié dans la version 3.3 : *SSLError* était un sous-type de *socket.error*.

library

Une chaîne de caractères mnémonique désignant le sous-module OpenSSL dans lequel l'erreur s'est produite, telle que SSL, PEM ou X509. L'étendue des valeurs possibles dépend de la version d'OpenSSL.

Nouveau dans la version 3.3.

reason
A string mnemonic designating the reason this error occurred, for example `CERTIFICATE_VERIFY_FAILED`. The range of possible values depends on the OpenSSL version.

Nouveau dans la version 3.3.

exception ssl.**SSLZeroReturnError**
A subclass of *SSLError* raised when trying to read or write and the SSL connection has been closed cleanly. Note that this doesn't mean that the underlying transport (read TCP) has been closed.

Nouveau dans la version 3.3.

exception ssl.**SSLWantReadError**
Sous-classe de *SSLError* levée par un connecteur *SSL non bloquant* lors d'une tentative de lecture ou d'écriture de données, alors que davantage de données doivent être reçues sur la couche TCP sous-jacente avant que la demande puisse être satisfaite.

Nouveau dans la version 3.3.

exception ssl.**SSLWantWriteError**
A subclass of *SSLError* raised by a *non-blocking SSL socket* when trying to read or write data, but more data needs to be sent on the underlying TCP transport before the request can be fulfilled.

Nouveau dans la version 3.3.

exception ssl.**SSLSyscallError**
A subclass of *SSLError* raised when a system error was encountered while trying to fulfill an operation on a SSL socket. Unfortunately, there is no easy way to inspect the original errno number.

Nouveau dans la version 3.3.

exception ssl.**SSLEOFError**
A subclass of *SSLError* raised when the SSL connection has been terminated abruptly. Generally, you shouldn't try to reuse the underlying transport when this error is encountered.

Nouveau dans la version 3.3.

exception ssl.**SSLCertVerificationError**
A subclass of *SSLError* raised when certificate validation has failed.

Nouveau dans la version 3.7.

verify_code
A numeric error number that denotes the verification error.

verify_message
A human readable string of the verification error.

exception ssl.**CertificateError**
An alias for *SSLCertVerificationError*.

Modifié dans la version 3.7 : The exception is now an alias for *SSLCertVerificationError*.

Random generation

ssl.**RAND_bytes**(*num*)
Return *num* cryptographically strong pseudo-random bytes. Raises an *SSLError* if the PRNG has not been seeded with enough data or if the operation is not supported by the current RAND method. *RAND_status()* can be used to check the status of the PRNG and *RAND_add()* can be used to seed the PRNG.

For almost all applications *os.urandom()* is preferable.

Read the Wikipedia article, Cryptographically secure pseudorandom number generator (CSPRNG), to get the requirements of a cryptographically generator.

Nouveau dans la version 3.3.

ssl.**RAND_pseudo_bytes**(*num*)
Return (bytes, is_cryptographic) : bytes are *num* pseudo-random bytes, is_cryptographic is `True` if the bytes generated are cryptographically strong. Raises an *SSLError* if the operation is not supported by the current RAND method.

Generated pseudo-random byte sequences will be unique if they are of sufficient length, but are not necessarily unpredictable. They can be used for non-cryptographic purposes and for certain purposes in cryptographic protocols, but usually not for key generation etc.

For almost all applications *os.urandom()* is preferable.

Nouveau dans la version 3.3.

Obsolète depuis la version 3.6 : OpenSSL has deprecated *ssl.RAND_pseudo_bytes()*, use *ssl.RAND_bytes()* instead.

ssl.**RAND_status**()

Return `True` if the SSL pseudo-random number generator has been seeded with 'enough' randomness, and `False` otherwise. You can use *ssl.RAND_egd()* and *ssl.RAND_add()* to increase the randomness of the pseudo-random number generator.

ssl.**RAND_egd**(*path*)

If you are running an entropy-gathering daemon (EGD) somewhere, and *path* is the pathname of a socket connection open to it, this will read 256 bytes of randomness from the socket, and add it to the SSL pseudo-random number generator to increase the security of generated secret keys. This is typically only necessary on systems without better sources of randomness.

See http://egd.sourceforge.net/ or http://prngd.sourceforge.net/ for sources of entropy-gathering daemons.

Availability : not available with LibreSSL and OpenSSL > 1.1.0.

ssl.**RAND_add**(*bytes*, *entropy*)

Mix the given *bytes* into the SSL pseudo-random number generator. The parameter *entropy* (a float) is a lower bound on the entropy contained in string (so you can always use `0.0`). See **RFC 1750** for more information on sources of entropy.

Modifié dans la version 3.5 : N'importe quel *bytes-like object* est maintenant accepté.

Certificate handling

ssl.**match_hostname**(*cert*, *hostname*)

Verify that *cert* (in decoded format as returned by *SSLSocket.getpeercert()*) matches the given *hostname*. The rules applied are those for checking the identity of HTTPS servers as outlined in **RFC 2818**, **RFC 5280** and **RFC 6125**. In addition to HTTPS, this function should be suitable for checking the identity of servers in various SSL-based protocols such as FTPS, IMAPS, POPS and others.

CertificateError is raised on failure. On success, the function returns nothing :

```
>>> cert = {'subject': ((('commonName', 'example.com'),),)}
>>> ssl.match_hostname(cert, "example.com")
>>> ssl.match_hostname(cert, "example.org")
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
  File "/home/py3k/Lib/ssl.py", line 130, in match_hostname
ssl.CertificateError: hostname 'example.org' doesn't match 'example.com'
```

Nouveau dans la version 3.2.

Modifié dans la version 3.3.3 : The function now follows **RFC 6125**, section 6.4.3 and does neither match multiple wildcards (e.g. `*.*.com` or `*a*.example.org`) nor a wildcard inside an internationalized domain names (IDN) fragment. IDN A-labels such as `www*.xn--pthon-kva.org` are still supported, but `x*.python.org` no longer matches `xn--tda.python.org`.

Modifié dans la version 3.5 : Matching of IP addresses, when present in the subjectAltName field of the certificate, is now supported.

Modifié dans la version 3.7 : The function is no longer used to TLS connections. Hostname matching is now performed by OpenSSL.

Allow wildcard when it is the leftmost and the only character in that segment. Partial wildcards like `www*.example.com` are no longer supported.

Obsolète depuis la version 3.7.

ssl.**cert_time_to_seconds**(*cert_time*)

Return the time in seconds since the Epoch, given the `cert_time` string representing the "notBefore" or "notAfter" date from a certificate in `"%b %d %H:%M:%S %Y %Z"` strptime format (C locale).

Here's an example :

```
>>> import ssl
>>> timestamp = ssl.cert_time_to_seconds("Jan  5 09:34:43 2018 GMT")
>>> timestamp
1515144883
>>> from datetime import datetime
>>> print(datetime.utcfromtimestamp(timestamp))
2018-01-05 09:34:43
```

"notBefore" or "notAfter" dates must use GMT (**RFC 5280**).

Modifié dans la version 3.5 : Interpret the input time as a time in UTC as specified by 'GMT' timezone in the input string. Local timezone was used previously. Return an integer (no fractions of a second in the input format)

`ssl.`**`get_server_certificate`**(*addr*, *ssl_version=PROTOCOL_TLS*, *ca_certs=None*)

Given the address `addr` of an SSL-protected server, as a (*hostname*, *port-number*) pair, fetches the server's certificate, and returns it as a PEM-encoded string. If `ssl_version` is specified, uses that version of the SSL protocol to attempt to connect to the server. If `ca_certs` is specified, it should be a file containing a list of root certificates, the same format as used for the same parameter in *`SSLContext.wrap_socket()`*. The call will attempt to validate the server certificate against that set of root certificates, and will fail if the validation attempt fails.

Modifié dans la version 3.3 : This function is now IPv6-compatible.

Modifié dans la version 3.5 : The default *ssl_version* is changed from *`PROTOCOL_SSLv3`* to *`PROTOCOL_TLS`* for maximum compatibility with modern servers.

`ssl.`**`DER_cert_to_PEM_cert`**(*DER_cert_bytes*)

Given a certificate as a DER-encoded blob of bytes, returns a PEM-encoded string version of the same certificate.

`ssl.`**`PEM_cert_to_DER_cert`**(*PEM_cert_string*)

Given a certificate as an ASCII PEM string, returns a DER-encoded sequence of bytes for that same certificate.

`ssl.`**`get_default_verify_paths`**()

Returns a named tuple with paths to OpenSSL's default cafile and capath. The paths are the same as used by *`SSLContext.set_default_verify_paths()`*. The return value is a *named tuple* `DefaultVerifyPaths` :

— `cafile` - resolved path to cafile or `None` if the file doesn't exist,
— `capath` - resolved path to capath or `None` if the directory doesn't exist,
— `openssl_cafile_env` - OpenSSL's environment key that points to a cafile,
— `openssl_cafile` - hard coded path to a cafile,
— `openssl_capath_env` - OpenSSL's environment key that points to a capath,
— `openssl_capath` - hard coded path to a capath directory

Availability : LibreSSL ignores the environment vars `openssl_cafile_env` and `openssl_capath_env`.

Nouveau dans la version 3.4.

`ssl.`**`enum_certificates`**(*store_name*)

Retrieve certificates from Windows' system cert store. *store_name* may be one of `CA`, `ROOT` or `MY`. Windows may provide additional cert stores, too.

The function returns a list of (cert_bytes, encoding_type, trust) tuples. The encoding_type specifies the encoding of cert_bytes. It is either `x509_asn` for X.509 ASN.1 data or `pkcs_7_asn` for PKCS#7 ASN.1 data. Trust specifies the purpose of the certificate as a set of OIDS or exactly `True` if the certificate is trustworthy for all purposes.

Exemple :

```
>>> ssl.enum_certificates("CA")
[(b'data...', 'x509_asn', {'1.3.6.1.5.5.7.3.1', '1.3.6.1.5.5.7.3.2'}),
 (b'data...', 'x509_asn', True)]
```

Disponibilité : Windows.

Nouveau dans la version 3.4.

ssl.**enum_crls**(*store_name*)
Retrieve CRLs from Windows' system cert store. *store_name* may be one of CA, ROOT or MY. Windows may provide additional cert stores, too.

The function returns a list of (cert_bytes, encoding_type, trust) tuples. The encoding_type specifies the encoding of cert_bytes. It is either x509_asn for X.509 ASN.1 data or pkcs_7_asn for PKCS#7 ASN.1 data.

Disponibilité : Windows.

Nouveau dans la version 3.4.

ssl.**wrap_socket**(*sock*, *keyfile=None*, *certfile=None*, *server_side=False*, *cert_reqs=CERT_NONE*, *ssl_version=PROTOCOL_TLS*, *ca_certs=None*, *do_handshake_on_connect=True*, *suppress_ragged_eofs=True*, *ciphers=None*)
Takes an instance sock of *socket.socket*, and returns an instance of *ssl.SSLSocket*, a subtype of *socket.socket*, which wraps the underlying socket in an SSL context. sock must be a *SOCK_STREAM* socket; other socket types are unsupported.

Internally, function creates a *SSLContext* with protocol *ssl_version* and *SSLContext.options* set to *cert_reqs*. If parameters *keyfile*, *certfile*, *ca_certs* or *ciphers* are set, then the values are passed to *SSLContext.load_cert_chain()*, *SSLContext.load_verify_locations()*, and *SSLContext.set_ciphers()*.

The arguments *server_side*, *do_handshake_on_connect*, and *suppress_ragged_eofs* have the same meaning as *SSLContext.wrap_socket()*.

Obsolète depuis la version 3.7 : Since Python 3.2 and 2.7.9, it is recommended to use the *SSLContext.wrap_socket()* instead of *wrap_socket()*. The top-level function is limited and creates an insecure client socket without server name indication or hostname matching.

Constantes

All constants are now *enum.IntEnum* or *enum.IntFlag* collections.

Nouveau dans la version 3.6.

ssl.**CERT_NONE**
Possible value for *SSLContext.verify_mode*, or the cert_reqs parameter to *wrap_socket()*. Except for *PROTOCOL_TLS_CLIENT*, it is the default mode. With client-side sockets, just about any cert is accepted. Validation errors, such as untrusted or expired cert, are ignored and do not abort the TLS/SSL handshake.

In server mode, no certificate is requested from the client, so the client does not send any for client cert authentication.

See the discussion of *Security considerations* below.

ssl.**CERT_OPTIONAL**
Possible value for *SSLContext.verify_mode*, or the cert_reqs parameter to *wrap_socket()*. In client mode, *CERT_OPTIONAL* has the same meaning as *CERT_REQUIRED*. It is recommended to use *CERT_REQUIRED* for client-side sockets instead.

In server mode, a client certificate request is sent to the client. The client may either ignore the request or send a certificate in order perform TLS client cert authentication. If the client chooses to send a certificate, it is verified. Any verification error immediately aborts the TLS handshake.

Use of this setting requires a valid set of CA certificates to be passed, either to *SSLContext.load_verify_locations()* or as a value of the ca_certs parameter to *wrap_socket()*.

ssl.**CERT_REQUIRED**
Possible value for *SSLContext.verify_mode*, or the cert_reqs parameter to *wrap_socket()*. In this mode, certificates are required from the other side of the socket connection; an *SSLError* will be raised if no certificate is provided, or if its validation fails. This mode is **not** sufficient to verify a certificate in client mode as it does not match hostnames. *check_hostname* must be enabled as well to verify the authenticity of a cert. *PROTOCOL_TLS_CLIENT* uses *CERT_REQUIRED* and enables *check_hostname* by default.

With server socket, this mode provides mandatory TLS client cert authentication. A client certificate request is sent to the client and the client must provide a valid and trusted certificate.

Use of this setting requires a valid set of CA certificates to be passed, either to *SSLContext.load_verify_locations()* or as a value of the ca_certs parameter to *wrap_socket()*.

class ssl.**VerifyMode**
enum.IntEnum collection of CERT_* constants.

Nouveau dans la version 3.6.

ssl.**VERIFY_DEFAULT**
Possible value for *SSLContext.verify_flags*. In this mode, certificate revocation lists (CRLs) are not checked. By default OpenSSL does neither require nor verify CRLs.

Nouveau dans la version 3.4.

ssl.**VERIFY_CRL_CHECK_LEAF**
Possible value for *SSLContext.verify_flags*. In this mode, only the peer cert is checked but none of the intermediate CA certificates. The mode requires a valid CRL that is signed by the peer cert's issuer (its direct ancestor CA). If no proper CRL has has been loaded with *SSLContext.load_verify_locations*, validation will fail.

Nouveau dans la version 3.4.

ssl.**VERIFY_CRL_CHECK_CHAIN**
Possible value for *SSLContext.verify_flags*. In this mode, CRLs of all certificates in the peer cert chain are checked.

Nouveau dans la version 3.4.

ssl.**VERIFY_X509_STRICT**
Possible value for *SSLContext.verify_flags* to disable workarounds for broken X.509 certificates.

Nouveau dans la version 3.4.

ssl.**VERIFY_X509_TRUSTED_FIRST**
Possible value for *SSLContext.verify_flags*. It instructs OpenSSL to prefer trusted certificates when building the trust chain to validate a certificate. This flag is enabled by default.

Nouveau dans la version 3.4.4.

class ssl.**VerifyFlags**
enum.IntFlag collection of VERIFY_* constants.

Nouveau dans la version 3.6.

ssl.**PROTOCOL_TLS**
Selects the highest protocol version that both the client and server support. Despite the name, this option can select both "SSL" and "TLS" protocols.

Nouveau dans la version 3.6.

ssl.**PROTOCOL_TLS_CLIENT**
Auto-negotiate the highest protocol version like *PROTOCOL_TLS*, but only support client-side *SSLSocket* connections. The protocol enables *CERT_REQUIRED* and *check_hostname* by default.

Nouveau dans la version 3.6.

ssl.**PROTOCOL_TLS_SERVER**
Auto-negotiate the highest protocol version like *PROTOCOL_TLS*, but only support server-side *SSLSocket* connections.

Nouveau dans la version 3.6.

ssl.**PROTOCOL_SSLv23**
Alias for *PROTOCOL_TLS*.

Obsolète depuis la version 3.6 : Use *PROTOCOL_TLS* instead.

ssl.**PROTOCOL_SSLv2**
Selects SSL version 2 as the channel encryption protocol.

This protocol is not available if OpenSSL is compiled with the OPENSSL_NO_SSL2 flag.

> **Avertissement :** SSL version 2 is insecure. Its use is highly discouraged.

Obsolète depuis la version 3.6 : OpenSSL has removed support for SSLv2.

ssl.**PROTOCOL_SSLv3**
Selects SSL version 3 as the channel encryption protocol.
This protocol is not be available if OpenSSL is compiled with the OPENSSL_NO_SSLv3 flag.

> **Avertissement :** SSL version 3 is insecure. Its use is highly discouraged.

Obsolète depuis la version 3.6 : OpenSSL has deprecated all version specific protocols. Use the default protocol *PROTOCOL_TLS* with flags like *OP_NO_SSLv3* instead.

ssl.**PROTOCOL_TLSv1**
Selects TLS version 1.0 as the channel encryption protocol.
Obsolète depuis la version 3.6 : OpenSSL has deprecated all version specific protocols. Use the default protocol *PROTOCOL_TLS* with flags like *OP_NO_SSLv3* instead.

ssl.**PROTOCOL_TLSv1_1**
Selects TLS version 1.1 as the channel encryption protocol. Available only with openssl version 1.0.1+.
Nouveau dans la version 3.4.
Obsolète depuis la version 3.6 : OpenSSL has deprecated all version specific protocols. Use the default protocol *PROTOCOL_TLS* with flags like *OP_NO_SSLv3* instead.

ssl.**PROTOCOL_TLSv1_2**
Selects TLS version 1.2 as the channel encryption protocol. This is the most modern version, and probably the best choice for maximum protection, if both sides can speak it. Available only with openssl version 1.0.1+.
Nouveau dans la version 3.4.
Obsolète depuis la version 3.6 : OpenSSL has deprecated all version specific protocols. Use the default protocol *PROTOCOL_TLS* with flags like *OP_NO_SSLv3* instead.

ssl.**OP_ALL**
Enables workarounds for various bugs present in other SSL implementations. This option is set by default. It does not necessarily set the same flags as OpenSSL's SSL_OP_ALL constant.
Nouveau dans la version 3.2.

ssl.**OP_NO_SSLv2**
Prevents an SSLv2 connection. This option is only applicable in conjunction with *PROTOCOL_TLS*. It prevents the peers from choosing SSLv2 as the protocol version.
Nouveau dans la version 3.2.
Obsolète depuis la version 3.6 : SSLv2 is deprecated

ssl.**OP_NO_SSLv3**
Prevents an SSLv3 connection. This option is only applicable in conjunction with *PROTOCOL_TLS*. It prevents the peers from choosing SSLv3 as the protocol version.
Nouveau dans la version 3.2.
Obsolète depuis la version 3.6 : SSLv3 is deprecated

ssl.**OP_NO_TLSv1**
Prevents a TLSv1 connection. This option is only applicable in conjunction with *PROTOCOL_TLS*. It prevents the peers from choosing TLSv1 as the protocol version.
Nouveau dans la version 3.2.
Obsolète depuis la version 3.7 : The option is deprecated since OpenSSL 1.1.0, use the new *SSLContext.minimum_version* and *SSLContext.maximum_version* instead.

ssl.**OP_NO_TLSv1_1**
Prevents a TLSv1.1 connection. This option is only applicable in conjunction with *PROTOCOL_TLS*. It prevents the peers from choosing TLSv1.1 as the protocol version. Available only with openssl version 1.0.1+.
Nouveau dans la version 3.4.
Obsolète depuis la version 3.7 : The option is deprecated since OpenSSL 1.1.0.

ssl.**OP_NO_TLSv1_2**
Prevents a TLSv1.2 connection. This option is only applicable in conjunction with *PROTOCOL_TLS*. It prevents the peers from choosing TLSv1.2 as the protocol version. Available only with openssl version 1.0.1+.

Nouveau dans la version 3.4.

Obsolète depuis la version 3.7 : The option is deprecated since OpenSSL 1.1.0.

ssl.**OP_NO_TLSv1_3**
Prevents a TLSv1.3 connection. This option is only applicable in conjunction with *PROTOCOL_TLS*. It prevents the peers from choosing TLSv1.3 as the protocol version. TLS 1.3 is available with OpenSSL 1.1.1 or later. When Python has been compiled against an older version of OpenSSL, the flag defaults to *0*.

Nouveau dans la version 3.7.

Obsolète depuis la version 3.7 : The option is deprecated since OpenSSL 1.1.0. It was added to 2.7.15, 3.6.3 and 3.7.0 for backwards compatibility with OpenSSL 1.0.2.

ssl.**OP_NO_RENEGOTIATION**
Disable all renegotiation in TLSv1.2 and earlier. Do not send HelloRequest messages, and ignore renegotiation requests via ClientHello.

This option is only available with OpenSSL 1.1.0h and later.

Nouveau dans la version 3.7.

ssl.**OP_CIPHER_SERVER_PREFERENCE**
Use the server's cipher ordering preference, rather than the client's. This option has no effect on client sockets and SSLv2 server sockets.

Nouveau dans la version 3.3.

ssl.**OP_SINGLE_DH_USE**
Prevents re-use of the same DH key for distinct SSL sessions. This improves forward secrecy but requires more computational resources. This option only applies to server sockets.

Nouveau dans la version 3.3.

ssl.**OP_SINGLE_ECDH_USE**
Prevents re-use of the same ECDH key for distinct SSL sessions. This improves forward secrecy but requires more computational resources. This option only applies to server sockets.

Nouveau dans la version 3.3.

ssl.**OP_ENABLE_MIDDLEBOX_COMPAT**
Send dummy Change Cipher Spec (CCS) messages in TLS 1.3 handshake to make a TLS 1.3 connection look more like a TLS 1.2 connection.

This option is only available with OpenSSL 1.1.1 and later.

Nouveau dans la version 3.8.

ssl.**OP_NO_COMPRESSION**
Disable compression on the SSL channel. This is useful if the application protocol supports its own compression scheme.

This option is only available with OpenSSL 1.0.0 and later.

Nouveau dans la version 3.3.

class ssl.**Options**
enum.IntFlag collection of OP_* constants.

ssl.**OP_NO_TICKET**
Prevent client side from requesting a session ticket.

Nouveau dans la version 3.6.

ssl.**HAS_ALPN**
Whether the OpenSSL library has built-in support for the *Application-Layer Protocol Negotiation* TLS extension as described in **RFC 7301**.

Nouveau dans la version 3.5.

ssl.**HAS_NEVER_CHECK_COMMON_NAME**
Whether the OpenSSL library has built-in support not checking subject common name and *SSLContext.hostname_checks_common_name* is writeable.

Nouveau dans la version 3.7.

ssl.**HAS_ECDH**
Whether the OpenSSL library has built-in support for the Elliptic Curve-based Diffie-Hellman key exchange. This should be true unless the feature was explicitly disabled by the distributor.
Nouveau dans la version 3.3.

ssl.**HAS_SNI**
Whether the OpenSSL library has built-in support for the *Server Name Indication* extension (as defined in **RFC 6066**).
Nouveau dans la version 3.2.

ssl.**HAS_NPN**
Whether the OpenSSL library has built-in support for the *Next Protocol Negotiation* as described in the Application Layer Protocol Negotiation. When true, you can use the *SSLContext.set_npn_protocols()* method to advertise which protocols you want to support.
Nouveau dans la version 3.3.

ssl.**HAS_SSLv2**
Whether the OpenSSL library has built-in support for the SSL 2.0 protocol.
Nouveau dans la version 3.7.

ssl.**HAS_SSLv3**
Whether the OpenSSL library has built-in support for the SSL 3.0 protocol.
Nouveau dans la version 3.7.

ssl.**HAS_TLSv1**
Whether the OpenSSL library has built-in support for the TLS 1.0 protocol.
Nouveau dans la version 3.7.

ssl.**HAS_TLSv1_1**
Whether the OpenSSL library has built-in support for the TLS 1.1 protocol.
Nouveau dans la version 3.7.

ssl.**HAS_TLSv1_2**
Whether the OpenSSL library has built-in support for the TLS 1.2 protocol.
Nouveau dans la version 3.7.

ssl.**HAS_TLSv1_3**
Whether the OpenSSL library has built-in support for the TLS 1.3 protocol.
Nouveau dans la version 3.7.

ssl.**CHANNEL_BINDING_TYPES**
List of supported TLS channel binding types. Strings in this list can be used as arguments to *SSLSocket.get_channel_binding()*.
Nouveau dans la version 3.3.

ssl.**OPENSSL_VERSION**
The version string of the OpenSSL library loaded by the interpreter :

```
>>> ssl.OPENSSL_VERSION
'OpenSSL 1.0.2k  26 Jan 2017'
```

Nouveau dans la version 3.2.

ssl.**OPENSSL_VERSION_INFO**
A tuple of five integers representing version information about the OpenSSL library :

```
>>> ssl.OPENSSL_VERSION_INFO
(1, 0, 2, 11, 15)
```

Nouveau dans la version 3.2.

ssl.**OPENSSL_VERSION_NUMBER**
The raw version number of the OpenSSL library, as a single integer :

```
>>> ssl.OPENSSL_VERSION_NUMBER
268443839
>>> hex(ssl.OPENSSL_VERSION_NUMBER)
'0x100020bf'
```

Nouveau dans la version 3.2.

ssl.**ALERT_DESCRIPTION_HANDSHAKE_FAILURE**
ssl.**ALERT_DESCRIPTION_INTERNAL_ERROR**
ALERT_DESCRIPTION_*
Alert Descriptions from **RFC 5246** and others. The IANA TLS Alert Registry contains this list and references to the RFCs where their meaning is defined.

Used as the return value of the callback function in *SSLContext.set_servername_callback()*.

Nouveau dans la version 3.4.

class ssl.**AlertDescription**
enum.IntEnum collection of ALERT_DESCRIPTION_* constants.

Nouveau dans la version 3.6.

Purpose.**SERVER_AUTH**
Option for *create_default_context()* and *SSLContext.load_default_certs()*. This value indicates that the context may be used to authenticate Web servers (therefore, it will be used to create client-side sockets).

Nouveau dans la version 3.4.

Purpose.**CLIENT_AUTH**
Option for *create_default_context()* and *SSLContext.load_default_certs()*. This value indicates that the context may be used to authenticate Web clients (therefore, it will be used to create server-side sockets).

Nouveau dans la version 3.4.

class ssl.**SSLErrorNumber**
enum.IntEnum collection of SSL_ERROR_* constants.

Nouveau dans la version 3.6.

class ssl.**TLSVersion**
enum.IntEnum collection of SSL and TLS versions for *SSLContext.maximum_version* and *SSLContext.minimum_version*.

Nouveau dans la version 3.7.

TLSVersion.**MINIMUM_SUPPORTED**

TLSVersion.**MAXIMUM_SUPPORTED**
The minimum or maximum supported SSL or TLS version. These are magic constants. Their values don't reflect the lowest and highest available TLS/SSL versions.

TLSVersion.**SSLv3**

TLSVersion.**TLSv1**

TLSVersion.**TLSv1_1**

TLSVersion.**TLSv1_2**

TLSVersion.**TLSv1_3**
SSL 3.0 to TLS 1.3.

19.3.2 SSL Sockets

class ssl.**SSLSocket**(*socket.socket*)

SSL sockets provide the following methods of *Socket Objects* :

— *accept()*
— *bind()*
— *close()*
— *connect()*
— *detach()*
— *fileno()*
— *getpeername()*, *getsockname()*
— *getsockopt()*, *setsockopt()*
— *gettimeout()*, *settimeout()*, *setblocking()*
— *listen()*
— *makefile()*
— *recv()*, *recv_into()* (but passing a non-zero `flags` argument is not allowed)
— *send()*, *sendall()* (with the same limitation)
— *sendfile()* (but *os.sendfile* will be used for plain-text sockets only, else *send()* will be used)
— *shutdown()*

However, since the SSL (and TLS) protocol has its own framing atop of TCP, the SSL sockets abstraction can, in certain respects, diverge from the specification of normal, OS-level sockets. See especially the *notes on non-blocking sockets*.

Instances of *SSLSocket* must be created using the *SSLContext.wrap_socket()* method.

Modifié dans la version 3.5 : The `sendfile()` method was added.

Modifié dans la version 3.5 : The `shutdown()` does not reset the socket timeout each time bytes are received or sent. The socket timeout is now to maximum total duration of the shutdown.

Obsolète depuis la version 3.6 : It is deprecated to create a *SSLSocket* instance directly, use *SSLContext.wrap_socket()* to wrap a socket.

Modifié dans la version 3.7 : *SSLSocket* instances must to created with *wrap_socket()*. In earlier versions, it was possible to create instances directly. This was never documented or officially supported.

SSL sockets also have the following additional methods and attributes :

SSLSocket.**read**(*len=1024*, *buffer=None*)

Read up to *len* bytes of data from the SSL socket and return the result as a `bytes` instance. If *buffer* is specified, then read into the buffer instead, and return the number of bytes read.

Raise *SSLWantReadError* or *SSLWantWriteError* if the socket is *non-blocking* and the read would block.

As at any time a re-negotiation is possible, a call to *read()* can also cause write operations.

Modifié dans la version 3.5 : The socket timeout is no more reset each time bytes are received or sent. The socket timeout is now to maximum total duration to read up to *len* bytes.

Obsolète depuis la version 3.6 : Use `recv()` instead of *read()*.

SSLSocket.**write**(*buf*)

Write *buf* to the SSL socket and return the number of bytes written. The *buf* argument must be an object supporting the buffer interface.

Raise *SSLWantReadError* or *SSLWantWriteError* if the socket is *non-blocking* and the write would block.

As at any time a re-negotiation is possible, a call to *write()* can also cause read operations.

Modifié dans la version 3.5 : The socket timeout is no more reset each time bytes are received or sent. The socket timeout is now to maximum total duration to write *buf*.

Obsolète depuis la version 3.6 : Use `send()` instead of *write()*.

Note : The *read()* and *write()* methods are the low-level methods that read and write unencrypted, application-level data and decrypt/encrypt it to encrypted, wire-level data. These methods require an active SSL connection, i.e. the handshake was completed and *SSLSocket.unwrap()* was not called.

Normally you should use the socket API methods like *recv()* and *send()* instead of these methods.

SSLSocket.**do_handshake**()

Perform the SSL setup handshake.

Modifié dans la version 3.4 : The handshake method also performs *match_hostname()* when the *check_hostname* attribute of the socket's *context* is true.

Modifié dans la version 3.5 : The socket timeout is no more reset each time bytes are received or sent. The socket timeout is now to maximum total duration of the handshake.

Modifié dans la version 3.7 : Hostname or IP address is matched by OpenSSL during handshake. The function *match_hostname()* is no longer used. In case OpenSSL refuses a hostname or IP address, the handshake is aborted early and a TLS alert message is send to the peer.

SSLSocket.**getpeercert**(*binary_form=False*)

If there is no certificate for the peer on the other end of the connection, return None. If the SSL handshake hasn't been done yet, raise *ValueError*.

If the binary_form parameter is *False*, and a certificate was received from the peer, this method returns a *dict* instance. If the certificate was not validated, the dict is empty. If the certificate was validated, it returns a dict with several keys, amongst them subject (the principal for which the certificate was issued) and issuer (the principal issuing the certificate). If a certificate contains an instance of the *Subject Alternative Name* extension (see **RFC 3280**), there will also be a subjectAltName key in the dictionary.

The subject and issuer fields are tuples containing the sequence of relative distinguished names (RDNs) given in the certificate's data structure for the respective fields, and each RDN is a sequence of name-value pairs. Here is a real-world example :

```
{'issuer': ((('countryName', 'IL'),),
            (('organizationName', 'StartCom Ltd.'),),
            (('organizationalUnitName',
              'Secure Digital Certificate Signing'),),
            (('commonName',
              'StartCom Class 2 Primary Intermediate Server CA'),)),
 'notAfter': 'Nov 22 08:15:19 2013 GMT',
 'notBefore': 'Nov 21 03:09:52 2011 GMT',
 'serialNumber': '95F0',
 'subject': ((('description', '571208-SLe257oHY9fVQ07Z'),),
             (('countryName', 'US'),),
             (('stateOrProvinceName', 'California'),),
             (('localityName', 'San Francisco'),),
             (('organizationName', 'Electronic Frontier Foundation, Inc.'),),
             (('commonName', '*.eff.org'),),
             (('emailAddress', 'hostmaster@eff.org'),)),
 'subjectAltName': (('DNS', '*.eff.org'), ('DNS', 'eff.org')),
 'version': 3}
```

Note : To validate a certificate for a particular service, you can use the *match_hostname()* function.

If the binary_form parameter is *True*, and a certificate was provided, this method returns the DER-encoded form of the entire certificate as a sequence of bytes, or *None* if the peer did not provide a certificate. Whether the peer provides a certificate depends on the SSL socket's role :

— for a client SSL socket, the server will always provide a certificate, regardless of whether validation was required ;

— for a server SSL socket, the client will only provide a certificate when requested by the server ; therefore *getpeercert()* will return *None* if you used *CERT_NONE* (rather than *CERT_OPTIONAL* or *CERT_REQUIRED*).

Modifié dans la version 3.2 : The returned dictionary includes additional items such as issuer and notBefore.

Modifié dans la version 3.4 : *ValueError* is raised when the handshake isn't done. The returned dictionary includes additional X509v3 extension items such as crlDistributionPoints, caIssuers and OCSP URIs.

Modifié dans la version 3.7.6 : IPv6 address strings no longer have a trailing new line.

SSLSocket.**cipher**()

Returns a three-value tuple containing the name of the cipher being used, the version of the SSL protocol that defines its use, and the number of secret bits being used. If no connection has been established, returns `None`.

`SSLSocket.`**`shared_ciphers`**`()`
Return the list of ciphers shared by the client during the handshake. Each entry of the returned list is a three-value tuple containing the name of the cipher, the version of the SSL protocol that defines its use, and the number of secret bits the cipher uses. *`shared_ciphers()`* returns `None` if no connection has been established or the socket is a client socket.

Nouveau dans la version 3.5.

`SSLSocket.`**`compression`**`()`
Return the compression algorithm being used as a string, or `None` if the connection isn't compressed.

If the higher-level protocol supports its own compression mechanism, you can use *`OP_NO_COMPRESSION`* to disable SSL-level compression.

Nouveau dans la version 3.3.

`SSLSocket.`**`get_channel_binding`**`(`*cb_type="tls-unique"*`)`
Get channel binding data for current connection, as a bytes object. Returns `None` if not connected or the handshake has not been completed.

The *cb_type* parameter allow selection of the desired channel binding type. Valid channel binding types are listed in the *`CHANNEL_BINDING_TYPES`* list. Currently only the 'tls-unique' channel binding, defined by **RFC 5929**, is supported. *`ValueError`* will be raised if an unsupported channel binding type is requested.

Nouveau dans la version 3.3.

`SSLSocket.`**`selected_alpn_protocol`**`()`
Return the protocol that was selected during the TLS handshake. If *`SSLContext.set_alpn_protocols()`* was not called, if the other party does not support ALPN, if this socket does not support any of the client's proposed protocols, or if the handshake has not happened yet, `None` is returned.

Nouveau dans la version 3.5.

`SSLSocket.`**`selected_npn_protocol`**`()`
Return the higher-level protocol that was selected during the TLS/SSL handshake. If *`SSLContext.set_npn_protocols()`* was not called, or if the other party does not support NPN, or if the handshake has not yet happened, this will return `None`.

Nouveau dans la version 3.3.

`SSLSocket.`**`unwrap`**`()`
Performs the SSL shutdown handshake, which removes the TLS layer from the underlying socket, and returns the underlying socket object. This can be used to go from encrypted operation over a connection to unencrypted. The returned socket should always be used for further communication with the other side of the connection, rather than the original socket.

`SSLSocket.`**`verify_client_post_handshake`**`()`
Requests post-handshake authentication (PHA) from a TLS 1.3 client. PHA can only be initiated for a TLS 1.3 connection from a server-side socket, after the initial TLS handshake and with PHA enabled on both sides, see *`SSLContext.post_handshake_auth`*.

The method does not perform a cert exchange immediately. The server-side sends a CertificateRequest during the next write event and expects the client to respond with a certificate on the next read event.

If any precondition isn't met (e.g. not TLS 1.3, PHA not enabled), an *`SSLError`* is raised.

Note : Only available with OpenSSL 1.1.1 and TLS 1.3 enabled. Without TLS 1.3 support, the method raises *`NotImplementedError`*.

Nouveau dans la version 3.7.1.

`SSLSocket.`**`version`**`()`
Return the actual SSL protocol version negotiated by the connection as a string, or `None` is no secure connection is established. As of this writing, possible return values include `"SSLv2"`, `"SSLv3"`, `"TLSv1"`, `"TLSv1.1"` and `"TLSv1.2"`. Recent OpenSSL versions may define more return values.

Nouveau dans la version 3.5.

SSLSocket.**pending**()
Returns the number of already decrypted bytes available for read, pending on the connection.

SSLSocket.**context**
The *SSLContext* object this SSL socket is tied to. If the SSL socket was created using the deprecated *wrap_socket()* function (rather than *SSLContext.wrap_socket()*), this is a custom context object created for this SSL socket.

Nouveau dans la version 3.2.

SSLSocket.**server_side**
A boolean which is `True` for server-side sockets and `False` for client-side sockets.

Nouveau dans la version 3.2.

SSLSocket.**server_hostname**
Hostname of the server : *str* type, or `None` for server-side socket or if the hostname was not specified in the constructor.

Nouveau dans la version 3.2.

Modifié dans la version 3.7 : The attribute is now always ASCII text. When `server_hostname` is an internationalized domain name (IDN), this attribute now stores the A-label form (`"xn--pythn-mua.org"`), rather than the U-label form (`"pythön.org"`).

SSLSocket.**session**
The *SSLSession* for this SSL connection. The session is available for client and server side sockets after the TLS handshake has been performed. For client sockets the session can be set before *do_handshake()* has been called to reuse a session.

Nouveau dans la version 3.6.

SSLSocket.**session_reused**
Nouveau dans la version 3.6.

19.3.3 SSL Contexts

Nouveau dans la version 3.2.

An SSL context holds various data longer-lived than single SSL connections, such as SSL configuration options, certificate(s) and private key(s). It also manages a cache of SSL sessions for server-side sockets, in order to speed up repeated connections from the same clients.

class ssl.**SSLContext**(*protocol=PROTOCOL_TLS*)
Create a new SSL context. You may pass *protocol* which must be one of the `PROTOCOL_*` constants defined in this module. The parameter specifies which version of the SSL protocol to use. Typically, the server chooses a particular protocol version, and the client must adapt to the server's choice. Most of the versions are not interoperable with the other versions. If not specified, the default is *PROTOCOL_TLS*; it provides the most compatibility with other versions.

Here's a table showing which versions in a client (down the side) can connect to which versions in a server (along the top) :

client / **server**	**SSLv2**	**SSLv3**	**TLS** [3]	**TLSv1**	**TLSv1.1**	**TLSv1.2**
SSLv2	oui	non	no [1]	non	non	non
SSLv3	non	oui	no [2]	non	non	non
TLS (SSLv23)[3]	no[1]	no[2]	oui	oui	oui	oui
TLSv1	non	non	oui	oui	non	non
TLSv1.1	non	non	oui	non	oui	non
TLSv1.2	non	non	oui	non	non	oui

3. TLS 1.3 protocol will be available with *PROTOCOL_TLS* in OpenSSL >= 1.1.1. There is no dedicated PROTOCOL constant for just TLS 1.3.
1. *SSLContext* disables SSLv2 with *OP_NO_SSLv2* by default.
2. *SSLContext* disables SSLv3 with *OP_NO_SSLv3* by default.

Notes

Voir aussi :

create_default_context() lets the *ssl* module choose security settings for a given purpose.

Modifié dans la version 3.6 : The context is created with secure default values. The options *OP_NO_COMPRESSION*, *OP_CIPHER_SERVER_PREFERENCE*, *OP_SINGLE_DH_USE*, *OP_SINGLE_ECDH_USE*, *OP_NO_SSLv2* (except for *PROTOCOL_SSLv2*), and *OP_NO_SSLv3* (except for *PROTOCOL_SSLv3*) are set by default. The initial cipher suite list contains only `HIGH` ciphers, no `NULL` ciphers and no `MD5` ciphers (except for *PROTOCOL_SSLv2*).

SSLContext objects have the following methods and attributes :

SSLContext.**cert_store_stats**()

Get statistics about quantities of loaded X.509 certificates, count of X.509 certificates flagged as CA certificates and certificate revocation lists as dictionary.

Example for a context with one CA cert and one other cert :

```
>>> context.cert_store_stats()
{'crl': 0, 'x509_ca': 1, 'x509': 2}
```

Nouveau dans la version 3.4.

SSLContext.**load_cert_chain**(*certfile*, *keyfile=None*, *password=None*)

Load a private key and the corresponding certificate. The *certfile* string must be the path to a single file in PEM format containing the certificate as well as any number of CA certificates needed to establish the certificate's authenticity. The *keyfile* string, if present, must point to a file containing the private key in. Otherwise the private key will be taken from *certfile* as well. See the discussion of *Certificates* for more information on how the certificate is stored in the *certfile*.

The *password* argument may be a function to call to get the password for decrypting the private key. It will only be called if the private key is encrypted and a password is necessary. It will be called with no arguments, and it should return a string, bytes, or bytearray. If the return value is a string it will be encoded as UTF-8 before using it to decrypt the key. Alternatively a string, bytes, or bytearray value may be supplied directly as the *password* argument. It will be ignored if the private key is not encrypted and no password is needed.

If the *password* argument is not specified and a password is required, OpenSSL's built-in password prompting mechanism will be used to interactively prompt the user for a password.

An *SSLError* is raised if the private key doesn't match with the certificate.

Modifié dans la version 3.3 : New optional argument *password*.

SSLContext.**load_default_certs**(*purpose=Purpose.SERVER_AUTH*)

Load a set of default "certification authority" (CA) certificates from default locations. On Windows it loads CA certs from the `CA` and `ROOT` system stores. On other systems it calls *SSLContext.set_default_verify_paths()*. In the future the method may load CA certificates from other locations, too.

The *purpose* flag specifies what kind of CA certificates are loaded. The default settings *Purpose.SERVER_AUTH* loads certificates, that are flagged and trusted for TLS web server authentication (client side sockets). *Purpose.CLIENT_AUTH* loads CA certificates for client certificate verification on the server side.

Nouveau dans la version 3.4.

SSLContext.**load_verify_locations**(*cafile=None*, *capath=None*, *cadata=None*)

Load a set of "certification authority" (CA) certificates used to validate other peers' certificates when *verify_mode* is other than *CERT_NONE*. At least one of *cafile* or *capath* must be specified.

This method can also load certification revocation lists (CRLs) in PEM or DER format. In order to make use of CRLs, *SSLContext.verify_flags* must be configured properly.

The *cafile* string, if present, is the path to a file of concatenated CA certificates in PEM format. See the discussion of *Certificates* for more information about how to arrange the certificates in this file.

The *capath* string, if present, is the path to a directory containing several CA certificates in PEM format, following an OpenSSL specific layout.

The *cadata* object, if present, is either an ASCII string of one or more PEM-encoded certificates or a *bytes-like object* of DER-encoded certificates. Like with *capath* extra lines around PEM-encoded certificates are ignored but at least one certificate must be present.

Modifié dans la version 3.4 : New optional argument *cadata*

`SSLContext.`**`get_ca_certs`**(*binary_form=False*)
Get a list of loaded "certification authority" (CA) certificates. If the `binary_form` parameter is *`False`* each list entry is a dict like the output of *`SSLSocket.getpeercert()`*. Otherwise the method returns a list of DER-encoded certificates. The returned list does not contain certificates from *capath* unless a certificate was requested and loaded by a SSL connection.

Note : Certificates in a capath directory aren't loaded unless they have been used at least once.

Nouveau dans la version 3.4.

`SSLContext.`**`get_ciphers`**()
Get a list of enabled ciphers. The list is in order of cipher priority. See *`SSLContext.set_ciphers()`*. Exemple :

```
>>> ctx = ssl.SSLContext(ssl.PROTOCOL_SSLv23)
>>> ctx.set_ciphers('ECDHE+AESGCM:!ECDSA')
>>> ctx.get_ciphers()  # OpenSSL 1.0.x
[{'alg_bits': 256,
  'description': 'ECDHE-RSA-AES256-GCM-SHA384 TLSv1.2 Kx=ECDH     Au=RSA  '
                 'Enc=AESGCM(256) Mac=AEAD',
  'id': 50380848,
  'name': 'ECDHE-RSA-AES256-GCM-SHA384',
  'protocol': 'TLSv1/SSLv3',
  'strength_bits': 256},
 {'alg_bits': 128,
  'description': 'ECDHE-RSA-AES128-GCM-SHA256 TLSv1.2 Kx=ECDH     Au=RSA  '
                 'Enc=AESGCM(128) Mac=AEAD',
  'id': 50380847,
  'name': 'ECDHE-RSA-AES128-GCM-SHA256',
  'protocol': 'TLSv1/SSLv3',
  'strength_bits': 128}]
```

On OpenSSL 1.1 and newer the cipher dict contains additional fields :

```
>>> ctx.get_ciphers()  # OpenSSL 1.1+
[{'aead': True,
  'alg_bits': 256,
  'auth': 'auth-rsa',
  'description': 'ECDHE-RSA-AES256-GCM-SHA384 TLSv1.2 Kx=ECDH     Au=RSA  '
                 'Enc=AESGCM(256) Mac=AEAD',
  'digest': None,
  'id': 50380848,
  'kea': 'kx-ecdhe',
  'name': 'ECDHE-RSA-AES256-GCM-SHA384',
  'protocol': 'TLSv1.2',
  'strength_bits': 256,
  'symmetric': 'aes-256-gcm'},
 {'aead': True,
  'alg_bits': 128,
  'auth': 'auth-rsa',
  'description': 'ECDHE-RSA-AES128-GCM-SHA256 TLSv1.2 Kx=ECDH     Au=RSA  '
                 'Enc=AESGCM(128) Mac=AEAD',
  'digest': None,
  'id': 50380847,
  'kea': 'kx-ecdhe',
  'name': 'ECDHE-RSA-AES128-GCM-SHA256',
  'protocol': 'TLSv1.2',
  'strength_bits': 128,
  'symmetric': 'aes-128-gcm'}]
```

Availability : OpenSSL 1.0.2+.
Nouveau dans la version 3.6.

SSLContext.**set_default_verify_paths**()
Load a set of default "certification authority" (CA) certificates from a filesystem path defined when building the OpenSSL library. Unfortunately, there's no easy way to know whether this method succeeds : no error is returned if no certificates are to be found. When the OpenSSL library is provided as part of the operating system, though, it is likely to be configured properly.

SSLContext.**set_ciphers**(*ciphers*)
Set the available ciphers for sockets created with this context. It should be a string in the OpenSSL cipher list format. If no cipher can be selected (because compile-time options or other configuration forbids use of all the specified ciphers), an *SSLError* will be raised.

Note : when connected, the *SSLSocket.cipher()* method of SSL sockets will give the currently selected cipher.

OpenSSL 1.1.1 has TLS 1.3 cipher suites enabled by default. The suites cannot be disabled with *set_ciphers()*.

SSLContext.**set_alpn_protocols**(*protocols*)
Specify which protocols the socket should advertise during the SSL/TLS handshake. It should be a list of ASCII strings, like `['http/1.1', 'spdy/2']`, ordered by preference. The selection of a protocol will happen during the handshake, and will play out according to **RFC 7301**. After a successful handshake, the *SSLSocket.selected_alpn_protocol()* method will return the agreed-upon protocol.

This method will raise *NotImplementedError* if *HAS_ALPN* is `False`.

OpenSSL 1.1.0 to 1.1.0e will abort the handshake and raise *SSLError* when both sides support ALPN but cannot agree on a protocol. 1.1.0f+ behaves like 1.0.2, *SSLSocket.selected_alpn_protocol()* returns None.

Nouveau dans la version 3.5.

SSLContext.**set_npn_protocols**(*protocols*)
Specify which protocols the socket should advertise during the SSL/TLS handshake. It should be a list of strings, like `['http/1.1', 'spdy/2']`, ordered by preference. The selection of a protocol will happen during the handshake, and will play out according to the Application Layer Protocol Negotiation. After a successful handshake, the *SSLSocket.selected_npn_protocol()* method will return the agreed-upon protocol.

This method will raise *NotImplementedError* if *HAS_NPN* is `False`.

Nouveau dans la version 3.3.

SSLContext.**sni_callback**
Register a callback function that will be called after the TLS Client Hello handshake message has been received by the SSL/TLS server when the TLS client specifies a server name indication. The server name indication mechanism is specified in **RFC 6066** section 3 - Server Name Indication.

Only one callback can be set per `SSLContext`. If *sni_callback* is set to `None` then the callback is disabled. Calling this function a subsequent time will disable the previously registered callback.

The callback function will be called with three arguments; the first being the *ssl.SSLSocket*, the second is a string that represents the server name that the client is intending to communicate (or *None* if the TLS Client Hello does not contain a server name) and the third argument is the original *SSLContext*. The server name argument is text. For internationalized domain name, the server name is an IDN A-label (`"xn--pythn-mua.org"`).

A typical use of this callback is to change the *ssl.SSLSocket*'s *SSLSocket.context* attribute to a new object of type *SSLContext* representing a certificate chain that matches the server name.

Due to the early negotiation phase of the TLS connection, only limited methods and attributes are usable like *SSLSocket.selected_alpn_protocol()* and *SSLSocket.context*. *SSLSocket.getpeercert()*, *SSLSocket.getpeercert()*, *SSLSocket.cipher()* and `SSLSocket.compress()` methods require that the TLS connection has progressed beyond the TLS Client Hello and therefore will not contain return meaningful values nor can they be called safely.

The *sni_callback* function must return `None` to allow the TLS negotiation to continue. If a TLS failure is required, a constant *ALERT_DESCRIPTION_** can be returned. Other return values will result in a TLS fatal error with *ALERT_DESCRIPTION_INTERNAL_ERROR*.

If an exception is raised from the *sni_callback* function the TLS connection will terminate with a fatal TLS alert message *ALERT_DESCRIPTION_HANDSHAKE_FAILURE*.

This method will raise *NotImplementedError* if the OpenSSL library had OPENSSL_NO_TLSEXT defined when it was built.

Nouveau dans la version 3.7.

SSLContext.**set_servername_callback**(*server_name_callback*)

This is a legacy API retained for backwards compatibility. When possible, you should use *sni_callback* instead. The given *server_name_callback* is similar to *sni_callback*, except that when the server hostname is an IDN-encoded internationalized domain name, the *server_name_callback* receives a decoded U-label (`"pythön.org"`).

If there is an decoding error on the server name, the TLS connection will terminate with an *ALERT_DESCRIPTION_INTERNAL_ERROR* fatal TLS alert message to the client.

Nouveau dans la version 3.4.

SSLContext.**load_dh_params**(*dhfile*)

Load the key generation parameters for Diffie-Hellman (DH) key exchange. Using DH key exchange improves forward secrecy at the expense of computational resources (both on the server and on the client). The *dhfile* parameter should be the path to a file containing DH parameters in PEM format.

This setting doesn't apply to client sockets. You can also use the *OP_SINGLE_DH_USE* option to further improve security.

Nouveau dans la version 3.3.

SSLContext.**set_ecdh_curve**(*curve_name*)

Set the curve name for Elliptic Curve-based Diffie-Hellman (ECDH) key exchange. ECDH is significantly faster than regular DH while arguably as secure. The *curve_name* parameter should be a string describing a well-known elliptic curve, for example `prime256v1` for a widely supported curve.

This setting doesn't apply to client sockets. You can also use the *OP_SINGLE_ECDH_USE* option to further improve security.

This method is not available if *HAS_ECDH* is `False`.

Nouveau dans la version 3.3.

Voir aussi :

SSL/TLS & Perfect Forward Secrecy Vincent Bernat.

SSLContext.**wrap_socket**(*sock*, *server_side=False*, *do_handshake_on_connect=True*, *suppress_ragged_eofs=True*, *server_hostname=None*, *session=None*)

Wrap an existing Python socket *sock* and return an instance of *SSLContext.sslsocket_class* (default *SSLSocket*). The returned SSL socket is tied to the context, its settings and certificates. *sock* must be a *SOCK_STREAM* socket ; other socket types are unsupported.

The parameter `server_side` is a boolean which identifies whether server-side or client-side behavior is desired from this socket.

For client-side sockets, the context construction is lazy ; if the underlying socket isn't connected yet, the context construction will be performed after `connect()` is called on the socket. For server-side sockets, if the socket has no remote peer, it is assumed to be a listening socket, and the server-side SSL wrapping is automatically performed on client connections accepted via the `accept()` method. The method may raise *SSLError*.

On client connections, the optional parameter *server_hostname* specifies the hostname of the service which we are connecting to. This allows a single server to host multiple SSL-based services with distinct certificates, quite similarly to HTTP virtual hosts. Specifying *server_hostname* will raise a *ValueError* if *server_side* is true.

The parameter `do_handshake_on_connect` specifies whether to do the SSL handshake automatically after doing a `socket.connect()`, or whether the application program will call it explicitly, by invoking the *SSLSocket.do_handshake()* method. Calling *SSLSocket.do_handshake()* explicitly gives the program control over the blocking behavior of the socket I/O involved in the handshake.

The parameter `suppress_ragged_eofs` specifies how the `SSLSocket.recv()` method should signal unexpected EOF from the other end of the connection. If specified as *True* (the default), it returns a normal EOF (an empty bytes object) in response to unexpected EOF errors raised from the underlying socket ; if *False*, it will raise the exceptions back to the caller.

session, see *session*.

Modifié dans la version 3.5 : Always allow a server_hostname to be passed, even if OpenSSL does not have SNI.

Modifié dans la version 3.6 : *session* argument was added.

Modifié dans la version 3.7 : The method returns on instance of *SSLContext.sslsocket_class* instead of hard-coded *SSLSocket*.

SSLContext.**sslsocket_class**

The return type of *SSLContext.wrap_socket()*, defaults to *SSLSocket*. The attribute can be overridden on instance of class in order to return a custom subclass of *SSLSocket*.

Nouveau dans la version 3.7.

SSLContext.**wrap_bio**(*incoming*, *outgoing*, *server_side=False*, *server_hostname=None*, *session=None*)

Wrap the BIO objects *incoming* and *outgoing* and return an instance of *SSLContext.sslobject_class* (default *SSLObject*). The SSL routines will read input data from the incoming BIO and write data to the outgoing BIO.

The *server_side*, *server_hostname* and *session* parameters have the same meaning as in *SSLContext.wrap_socket()*.

Modifié dans la version 3.6 : *session* argument was added.

Modifié dans la version 3.7 : The method returns on instance of *SSLContext.sslobject_class* instead of hard-coded *SSLObject*.

SSLContext.**sslobject_class**

The return type of *SSLContext.wrap_bio()*, defaults to *SSLObject*. The attribute can be overridden on instance of class in order to return a custom subclass of *SSLObject*.

Nouveau dans la version 3.7.

SSLContext.**session_stats**()

Get statistics about the SSL sessions created or managed by this context. A dictionary is returned which maps the names of each piece of information to their numeric values. For example, here is the total number of hits and misses in the session cache since the context was created :

```
>>> stats = context.session_stats()
>>> stats['hits'], stats['misses']
(0, 0)
```

SSLContext.**check_hostname**

Whether to match the peer cert's hostname with *match_hostname()* in *SSLSocket.do_handshake()*. The context's *verify_mode* must be set to *CERT_OPTIONAL* or *CERT_REQUIRED*, and you must pass *server_hostname* to *wrap_socket()* in order to match the hostname. Enabling hostname checking automatically sets *verify_mode* from *CERT_NONE* to *CERT_REQUIRED*. It cannot be set back to *CERT_NONE* as long as hostname checking is enabled. The *PROTOCOL_TLS_CLIENT* protocol enables hostname checking by default. With other protocols, hostname checking must be enabled explicitly.

Exemple :

```
import socket, ssl

context = ssl.SSLContext(ssl.PROTOCOL_TLSv1_2)
context.verify_mode = ssl.CERT_REQUIRED
context.check_hostname = True
context.load_default_certs()

s = socket.socket(socket.AF_INET, socket.SOCK_STREAM)
ssl_sock = context.wrap_socket(s, server_hostname='www.verisign.com')
ssl_sock.connect(('www.verisign.com', 443))
```

Nouveau dans la version 3.4.

Modifié dans la version 3.7 : *verify_mode* is now automatically changed to *CERT_REQUIRED* when hostname checking is enabled and *verify_mode* is *CERT_NONE*. Previously the same operation would have failed with a *ValueError*.

Note : This features requires OpenSSL 0.9.8f or newer.

SSLContext.**maximum_version**
A *TLSVersion* enum member representing the highest supported TLS version. The value defaults to *TLSVersion.MAXIMUM_SUPPORTED*. The attribute is read-only for protocols other than *PROTOCOL_TLS*, *PROTOCOL_TLS_CLIENT*, and *PROTOCOL_TLS_SERVER*.

The attributes *maximum_version*, *minimum_version* and *SSLContext.options* all affect the supported SSL and TLS versions of the context. The implementation does not prevent invalid combination. For example a context with *OP_NO_TLSv1_2* in *options* and *maximum_version* set to *TLSVersion.TLSv1_2* will not be able to establish a TLS 1.2 connection.

Note : This attribute is not available unless the ssl module is compiled with OpenSSL 1.1.0g or newer.

Nouveau dans la version 3.7.

SSLContext.**minimum_version**
Like *SSLContext.maximum_version* except it is the lowest supported version or *TLSVersion.MINIMUM_SUPPORTED*.

Note : This attribute is not available unless the ssl module is compiled with OpenSSL 1.1.0g or newer.

Nouveau dans la version 3.7.

SSLContext.**options**
An integer representing the set of SSL options enabled on this context. The default value is *OP_ALL*, but you can specify other options such as *OP_NO_SSLv2* by ORing them together.

Note : With versions of OpenSSL older than 0.9.8m, it is only possible to set options, not to clear them. Attempting to clear an option (by resetting the corresponding bits) will raise a *ValueError*.

Modifié dans la version 3.6 : *SSLContext.options* returns *Options* flags :

```
>>> ssl.create_default_context().options
<Options.OP_ALL|OP_NO_SSLv3|OP_NO_SSLv2|OP_NO_COMPRESSION: 2197947391>
```

SSLContext.**post_handshake_auth**
Enable TLS 1.3 post-handshake client authentication. Post-handshake auth is disabled by default and a server can only request a TLS client certificate during the initial handshake. When enabled, a server may request a TLS client certificate at any time after the handshake.

When enabled on client-side sockets, the client signals the server that it supports post-handshake authentication.

When enabled on server-side sockets, *SSLContext.verify_mode* must be set to *CERT_OPTIONAL* or *CERT_REQUIRED*, too. The actual client cert exchange is delayed until *SSLSocket.verify_client_post_handshake()* is called and some I/O is performed.

Note : Only available with OpenSSL 1.1.1 and TLS 1.3 enabled. Without TLS 1.3 support, the property value is None and can't be modified

Nouveau dans la version 3.7.1.

SSLContext.**protocol**
The protocol version chosen when constructing the context. This attribute is read-only.

SSLContext.**hostname_checks_common_name**
Whether *check_hostname* falls back to verify the cert's subject common name in the absence of a subject alternative name extension (default : true).

Note : Only writeable with OpenSSL 1.1.0 or higher.

Nouveau dans la version 3.7.

SSLContext.**verify_flags**
The flags for certificate verification operations. You can set flags like *VERIFY_CRL_CHECK_LEAF* by ORing them together. By default OpenSSL does neither require nor verify certificate revocation lists (CRLs). Available only with openssl version 0.9.8+.

Nouveau dans la version 3.4.

Modifié dans la version 3.6 : *SSLContext.verify_flags* returns *VerifyFlags* flags :

```
>>> ssl.create_default_context().verify_flags
<VerifyFlags.VERIFY_X509_TRUSTED_FIRST: 32768>
```

SSLContext.**verify_mode**
Whether to try to verify other peers' certificates and how to behave if verification fails. This attribute must be one of *CERT_NONE*, *CERT_OPTIONAL* or *CERT_REQUIRED*.

Modifié dans la version 3.6 : *SSLContext.verify_mode* returns *VerifyMode* enum :

```
>>> ssl.create_default_context().verify_mode
<VerifyMode.CERT_REQUIRED: 2>
```

19.3.4 Certificates

Certificates in general are part of a public-key / private-key system. In this system, each *principal*, (which may be a machine, or a person, or an organization) is assigned a unique two-part encryption key. One part of the key is public, and is called the *public key*; the other part is kept secret, and is called the *private key*. The two parts are related, in that if you encrypt a message with one of the parts, you can decrypt it with the other part, and **only** with the other part.

A certificate contains information about two principals. It contains the name of a *subject*, and the subject's public key. It also contains a statement by a second principal, the *issuer*, that the subject is who they claim to be, and that this is indeed the subject's public key. The issuer's statement is signed with the issuer's private key, which only the issuer knows. However, anyone can verify the issuer's statement by finding the issuer's public key, decrypting the statement with it, and comparing it to the other information in the certificate. The certificate also contains information about the time period over which it is valid. This is expressed as two fields, called "notBefore" and "notAfter".

In the Python use of certificates, a client or server can use a certificate to prove who they are. The other side of a network connection can also be required to produce a certificate, and that certificate can be validated to the satisfaction of the client or server that requires such validation. The connection attempt can be set to raise an exception if the validation fails. Validation is done automatically, by the underlying OpenSSL framework; the application need not concern itself with its mechanics. But the application does usually need to provide sets of certificates to allow this process to take place.

Python uses files to contain certificates. They should be formatted as "PEM" (see **RFC 1422**), which is a base-64 encoded form wrapped with a header line and a footer line :

```
-----BEGIN CERTIFICATE-----
... (certificate in base64 PEM encoding) ...
-----END CERTIFICATE-----
```

Certificate chains

The Python files which contain certificates can contain a sequence of certificates, sometimes called a *certificate chain*. This chain should start with the specific certificate for the principal who "is" the client or server, and then the certificate for the issuer of that certificate, and then the certificate for the issuer of *that* certificate, and so on up the chain till you get to a certificate which is *self-signed*, that is, a certificate which has the same subject and issuer, sometimes called a *root certificate*. The certificates should just be concatenated together in the certificate file. For example, suppose we had a three certificate chain, from our server certificate to the certificate of the certification authority that signed our server certificate, to the root certificate of the agency which issued the certification authority's certificate :

```
-----BEGIN CERTIFICATE-----
... (certificate for your server)...
-----END CERTIFICATE-----
-----BEGIN CERTIFICATE-----
... (the certificate for the CA)...
-----END CERTIFICATE-----
-----BEGIN CERTIFICATE-----
... (the root certificate for the CA's issuer)...
-----END CERTIFICATE-----
```

CA certificates

If you are going to require validation of the other side of the connection's certificate, you need to provide a "CA certs" file, filled with the certificate chains for each issuer you are willing to trust. Again, this file just contains these chains concatenated together. For validation, Python will use the first chain it finds in the file which matches. The platform's certificates file can be used by calling *SSLContext.load_default_certs()*, this is done automatically with *create_default_context()*.

Combined key and certificate

Often the private key is stored in the same file as the certificate ; in this case, only the `certfile` parameter to *SSLContext.load_cert_chain()* and *wrap_socket()* needs to be passed. If the private key is stored with the certificate, it should come before the first certificate in the certificate chain :

```
-----BEGIN RSA PRIVATE KEY-----
... (private key in base64 encoding) ...
-----END RSA PRIVATE KEY-----
-----BEGIN CERTIFICATE-----
... (certificate in base64 PEM encoding) ...
-----END CERTIFICATE-----
```

Self-signed certificates

If you are going to create a server that provides SSL-encrypted connection services, you will need to acquire a certificate for that service. There are many ways of acquiring appropriate certificates, such as buying one from a certification authority. Another common practice is to generate a self-signed certificate. The simplest way to do this is with the OpenSSL package, using something like the following :

```
% openssl req -new -x509 -days 365 -nodes -out cert.pem -keyout cert.pem
Generating a 1024 bit RSA private key
.......++++++
.............................++++++
writing new private key to 'cert.pem'
-----
You are about to be asked to enter information that will be incorporated
into your certificate request.
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
What you are about to enter is what is called a Distinguished Name or a DN.
There are quite a few fields but you can leave some blank
For some fields there will be a default value,
If you enter '.', the field will be left blank.
-----
Country Name (2 letter code) [AU]:US
State or Province Name (full name) [Some-State]:MyState
Locality Name (eg, city) []:Some City
Organization Name (eg, company) [Internet Widgits Pty Ltd]:My Organization, Inc.
Organizational Unit Name (eg, section) []:My Group
Common Name (eg, YOUR name) []:myserver.mygroup.myorganization.com
Email Address []:ops@myserver.mygroup.myorganization.com
%
```

The disadvantage of a self-signed certificate is that it is its own root certificate, and no one else will have it in their cache of known (and trusted) root certificates.

19.3.5 Exemples

Testing for SSL support

To test for the presence of SSL support in a Python installation, user code should use the following idiom :

```
try:
    import ssl
except ImportError:
    pass
else:
    ...  # do something that requires SSL support
```

Client-side operation

This example creates a SSL context with the recommended security settings for client sockets, including automatic certificate verification :

```
>>> context = ssl.create_default_context()
```

If you prefer to tune security settings yourself, you might create a context from scratch (but beware that you might not get the settings right) :

```
>>> context = ssl.SSLContext(ssl.PROTOCOL_TLS_CLIENT)
>>> context.load_verify_locations("/etc/ssl/certs/ca-bundle.crt")
```

(this snippet assumes your operating system places a bundle of all CA certificates in `/etc/ssl/certs/ca-bundle.crt`; if not, you'll get an error and have to adjust the location)

The *PROTOCOL_TLS_CLIENT* protocol configures the context for cert validation and hostname verification. *verify_mode* is set to *CERT_REQUIRED* and *check_hostname* is set to `True`. All other protocols create SSL contexts with insecure defaults.

When you use the context to connect to a server, *CERT_REQUIRED* and *check_hostname* validate the server certificate : it ensures that the server certificate was signed with one of the CA certificates, checks the signature for correctness, and verifies other properties like validity and identity of the hostname :

```
>>> conn = context.wrap_socket(socket.socket(socket.AF_INET),
...                            server_hostname="www.python.org")
>>> conn.connect(("www.python.org", 443))
```

You may then fetch the certificate :

```
>>> cert = conn.getpeercert()
```

Visual inspection shows that the certificate does identify the desired service (that is, the HTTPS host `www.python.org`) :

```
>>> pprint.pprint(cert)
{'OCSP': ('http://ocsp.digicert.com',),
 'caIssuers': ('http://cacerts.digicert.com/DigiCertSHA2ExtendedValidationServerCA.
↪crt',),
 'crlDistributionPoints': ('http://crl3.digicert.com/sha2-ev-server-g1.crl',
                           'http://crl4.digicert.com/sha2-ev-server-g1.crl'),
 'issuer': ((('countryName', 'US'),),
            (('organizationName', 'DigiCert Inc'),),
            (('organizationalUnitName', 'www.digicert.com'),),
            (('commonName', 'DigiCert SHA2 Extended Validation Server CA'),)),
 'notAfter': 'Sep  9 12:00:00 2016 GMT',
 'notBefore': 'Sep  5 00:00:00 2014 GMT',
 'serialNumber': '01BB6F00122B177F36CAB49CEA8B6B26',
 'subject': ((('businessCategory', 'Private Organization'),),
             (('1.3.6.1.4.1.311.60.2.1.3', 'US'),),
             (('1.3.6.1.4.1.311.60.2.1.2', 'Delaware'),),
             (('serialNumber', '3359300'),),
             (('streetAddress', '16 Allen Rd'),),
             (('postalCode', '03894-4801'),),
             (('countryName', 'US'),),
             (('stateOrProvinceName', 'NH'),),
             (('localityName', 'Wolfeboro'),),
             (('organizationName', 'Python Software Foundation'),),
             (('commonName', 'www.python.org'),)),
 'subjectAltName': (('DNS', 'www.python.org'),
                    ('DNS', 'python.org'),
                    ('DNS', 'pypi.org'),
                    ('DNS', 'docs.python.org'),
                    ('DNS', 'testpypi.org'),
                    ('DNS', 'bugs.python.org'),
                    ('DNS', 'wiki.python.org'),
                    ('DNS', 'hg.python.org'),
                    ('DNS', 'mail.python.org'),
                    ('DNS', 'packaging.python.org'),
                    ('DNS', 'pythonhosted.org'),
                    ('DNS', 'www.pythonhosted.org'),
                    ('DNS', 'test.pythonhosted.org'),
                    ('DNS', 'us.pycon.org'),
                    ('DNS', 'id.python.org')),
 'version': 3}
```

Now the SSL channel is established and the certificate verified, you can proceed to talk with the server :

```
>>> conn.sendall(b"HEAD / HTTP/1.0\r\nHost: linuxfr.org\r\n\r\n")
>>> pprint.pprint(conn.recv(1024).split(b"\r\n"))
[b'HTTP/1.1 200 OK',
 b'Date: Sat, 18 Oct 2014 18:27:20 GMT',
 b'Server: nginx',
 b'Content-Type: text/html; charset=utf-8',
 b'X-Frame-Options: SAMEORIGIN',
 b'Content-Length: 45679',
 b'Accept-Ranges: bytes',
 b'Via: 1.1 varnish',
 b'Age: 2188',
 b'X-Served-By: cache-lcy1134-LCY',
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
 b'X-Cache: HIT',
 b'X-Cache-Hits: 11',
 b'Vary: Cookie',
 b'Strict-Transport-Security: max-age=63072000; includeSubDomains',
 b'Connection: close',
 b'',
 b'']
```

See the discussion of *Security considerations* below.

Server-side operation

For server operation, typically you'll need to have a server certificate, and private key, each in a file. You'll first create a context holding the key and the certificate, so that clients can check your authenticity. Then you'll open a socket, bind it to a port, call `listen()` on it, and start waiting for clients to connect :

```
import socket, ssl

context = ssl.create_default_context(ssl.Purpose.CLIENT_AUTH)
context.load_cert_chain(certfile="mycertfile", keyfile="mykeyfile")

bindsocket = socket.socket()
bindsocket.bind(('myaddr.mydomain.com', 10023))
bindsocket.listen(5)
```

When a client connects, you'll call `accept()` on the socket to get the new socket from the other end, and use the context's *`SSLContext.wrap_socket()`* method to create a server-side SSL socket for the connection :

```
while True:
    newsocket, fromaddr = bindsocket.accept()
    connstream = context.wrap_socket(newsocket, server_side=True)
    try:
        deal_with_client(connstream)
    finally:
        connstream.shutdown(socket.SHUT_RDWR)
        connstream.close()
```

Then you'll read data from the `connstream` and do something with it till you are finished with the client (or the client is finished with you) :

```
def deal_with_client(connstream):
    data = connstream.recv(1024)
    # empty data means the client is finished with us
    while data:
        if not do_something(connstream, data):
            # we'll assume do_something returns False
            # when we're finished with client
            break
        data = connstream.recv(1024)
    # finished with client
```

And go back to listening for new client connections (of course, a real server would probably handle each client connection in a separate thread, or put the sockets in *non-blocking mode* and use an event loop).

19.3.6 Notes on non-blocking sockets

SSL sockets behave slightly different than regular sockets in non-blocking mode. When working with non-blocking sockets, there are thus several things you need to be aware of :

— Most *SSLSocket* methods will raise either *SSLWantWriteError* or *SSLWantReadError* instead of *BlockingIOError* if an I/O operation would block. *SSLWantReadError* will be raised if a read operation on the underlying socket is necessary, and *SSLWantWriteError* for a write operation on the underlying socket. Note that attempts to *write* to an SSL socket may require *reading* from the underlying socket first, and attempts to *read* from the SSL socket may require a prior *write* to the underlying socket.
Modifié dans la version 3.5 : In earlier Python versions, the `SSLSocket.send()` method returned zero instead of raising *SSLWantWriteError* or *SSLWantReadError*.

— Calling *select()* tells you that the OS-level socket can be read from (or written to), but it does not imply that there is sufficient data at the upper SSL layer. For example, only part of an SSL frame might have arrived. Therefore, you must be ready to handle `SSLSocket.recv()` and `SSLSocket.send()` failures, and retry after another call to *select()*.

— Conversely, since the SSL layer has its own framing, a SSL socket may still have data available for reading without *select()* being aware of it. Therefore, you should first call `SSLSocket.recv()` to drain any potentially available data, and then only block on a *select()* call if still necessary.
(of course, similar provisions apply when using other primitives such as *poll()*, or those in the *selectors* module)

— The SSL handshake itself will be non-blocking : the *SSLSocket.do_handshake()* method has to be retried until it returns successfully. Here is a synopsis using *select()* to wait for the socket's readiness :

```
while True:
    try:
        sock.do_handshake()
        break
    except ssl.SSLWantReadError:
        select.select([sock], [], [])
    except ssl.SSLWantWriteError:
        select.select([], [sock], [])
```

Voir aussi :

The *asyncio* module supports *non-blocking SSL sockets* and provides a higher level API. It polls for events using the *selectors* module and handles *SSLWantWriteError*, *SSLWantReadError* and *BlockingIOError* exceptions. It runs the SSL handshake asynchronously as well.

19.3.7 Memory BIO Support

Nouveau dans la version 3.5.

Ever since the SSL module was introduced in Python 2.6, the *SSLSocket* class has provided two related but distinct areas of functionality :

— SSL protocol handling

— Network IO

The network IO API is identical to that provided by *socket.socket*, from which *SSLSocket* also inherits. This allows an SSL socket to be used as a drop-in replacement for a regular socket, making it very easy to add SSL support to an existing application.

Combining SSL protocol handling and network IO usually works well, but there are some cases where it doesn't. An example is async IO frameworks that want to use a different IO multiplexing model than the "select/poll on a file descriptor" (readiness based) model that is assumed by *socket.socket* and by the internal OpenSSL socket IO routines. This is mostly relevant for platforms like Windows where this model is not efficient. For this purpose, a reduced scope variant of *SSLSocket* called *SSLObject* is provided.

class `ssl.`**SSLObject**

A reduced-scope variant of *SSLSocket* representing an SSL protocol instance that does not contain any network IO methods. This class is typically used by framework authors that want to implement asynchronous IO for SSL through memory buffers.

This class implements an interface on top of a low-level SSL object as implemented by OpenSSL. This object captures the state of an SSL connection but does not provide any network IO itself. IO needs to be performed through separate "BIO" objects which are OpenSSL's IO abstraction layer.

This class has no public constructor. An *SSLObject* instance must be created using the *wrap_bio()* method. This method will create the *SSLObject* instance and bind it to a pair of BIOs. The *incoming* BIO is used to pass data from Python to the SSL protocol instance, while the *outgoing* BIO is used to pass data the other way around.

The following methods are available :

— *context*
— *server_side*
— *server_hostname*
— *session*
— *session_reused*
— *read()*
— *write()*
— *getpeercert()*
— *selected_npn_protocol()*
— *cipher()*
— *shared_ciphers()*
— *compression()*
— *pending()*
— *do_handshake()*
— *unwrap()*
— *get_channel_binding()*

When compared to *SSLSocket*, this object lacks the following features :

— Any form of network IO; `recv()` and `send()` read and write only to the underlying *MemoryBIO* buffers.
— There is no *do_handshake_on_connect* machinery. You must always manually call *do_handshake()* to start the handshake.
— There is no handling of *suppress_ragged_eofs*. All end-of-file conditions that are in violation of the protocol are reported via the *SSLEOFError* exception.
— The method *unwrap()* call does not return anything, unlike for an SSL socket where it returns the underlying socket.
— The *server_name_callback* callback passed to *SSLContext.set_servername_callback()* will get an *SSLObject* instance instead of a *SSLSocket* instance as its first parameter.

Some notes related to the use of *SSLObject* :

— All IO on an *SSLObject* is *non-blocking*. This means that for example *read()* will raise an *SSLWantReadError* if it needs more data than the incoming BIO has available.
— There is no module-level `wrap_bio()` call like there is for *wrap_socket()*. An *SSLObject* is always created via an *SSLContext*.

Modifié dans la version 3.7 : *SSLObject* instances must to created with *wrap_bio()*. In earlier versions, it was possible to create instances directly. This was never documented or officially supported.

An SSLObject communicates with the outside world using memory buffers. The class *MemoryBIO* provides a memory buffer that can be used for this purpose. It wraps an OpenSSL memory BIO (Basic IO) object :

class ssl.**MemoryBIO**

A memory buffer that can be used to pass data between Python and an SSL protocol instance.

pending

Return the number of bytes currently in the memory buffer.

eof

A boolean indicating whether the memory BIO is current at the end-of-file position.

read(*n=-1*)

Read up to *n* bytes from the memory buffer. If *n* is not specified or negative, all bytes are returned.

write(*buf*)

Write the bytes from *buf* to the memory BIO. The *buf* argument must be an object supporting the buffer protocol.

The return value is the number of bytes written, which is always equal to the length of *buf*.

write_eof()
Write an EOF marker to the memory BIO. After this method has been called, it is illegal to call *write()*. The attribute *eof* will become true after all data currently in the buffer has been read.

19.3.8 SSL session

Nouveau dans la version 3.6.

class ssl.**SSLSession**
Session object used by *session*.

id

time

timeout

ticket_lifetime_hint

has_ticket

19.3.9 Security considerations

Best defaults

For **client use**, if you don't have any special requirements for your security policy, it is highly recommended that you use the *create_default_context()* function to create your SSL context. It will load the system's trusted CA certificates, enable certificate validation and hostname checking, and try to choose reasonably secure protocol and cipher settings.

For example, here is how you would use the *smtplib.SMTP* class to create a trusted, secure connection to a SMTP server :

```
>>> import ssl, smtplib
>>> smtp = smtplib.SMTP("mail.python.org", port=587)
>>> context = ssl.create_default_context()
>>> smtp.starttls(context=context)
(220, b'2.0.0 Ready to start TLS')
```

If a client certificate is needed for the connection, it can be added with *SSLContext.load_cert_chain()*.

By contrast, if you create the SSL context by calling the *SSLContext* constructor yourself, it will not have certificate validation nor hostname checking enabled by default. If you do so, please read the paragraphs below to achieve a good security level.

Manual settings

Verifying certificates

When calling the *SSLContext* constructor directly, *CERT_NONE* is the default. Since it does not authenticate the other peer, it can be insecure, especially in client mode where most of time you would like to ensure the authenticity of the server you're talking to. Therefore, when in client mode, it is highly recommended to use *CERT_REQUIRED*. However, it is in itself not sufficient ; you also have to check that the server certificate, which can be obtained by calling *SSLSocket.getpeercert()*, matches the desired service. For many protocols and applications, the service can be identified by the hostname ; in this case, the *match_hostname()* function can be used. This common check is automatically performed when *SSLContext.check_hostname* is enabled.

Modifié dans la version 3.7 : Hostname matchings is now performed by OpenSSL. Python no longer uses *match_hostname()*.

In server mode, if you want to authenticate your clients using the SSL layer (rather than using a higher-level authentication mechanism), you'll also have to specify *CERT_REQUIRED* and similarly check the client certificate.

Protocol versions

SSL versions 2 and 3 are considered insecure and are therefore dangerous to use. If you want maximum compatibility between clients and servers, it is recommended to use *PROTOCOL_TLS_CLIENT* or *PROTOCOL_TLS_SERVER* as the protocol version. SSLv2 and SSLv3 are disabled by default.

```
>>> client_context = ssl.SSLContext(ssl.PROTOCOL_TLS_CLIENT)
>>> client_context.options |= ssl.OP_NO_TLSv1
>>> client_context.options |= ssl.OP_NO_TLSv1_1
```

The SSL context created above will only allow TLSv1.2 and later (if supported by your system) connections to a server. *PROTOCOL_TLS_CLIENT* implies certificate validation and hostname checks by default. You have to load certificates into the context.

Cipher selection

If you have advanced security requirements, fine-tuning of the ciphers enabled when negotiating a SSL session is possible through the *SSLContext.set_ciphers()* method. Starting from Python 3.2.3, the ssl module disables certain weak ciphers by default, but you may want to further restrict the cipher choice. Be sure to read OpenSSL's documentation about the cipher list format. If you want to check which ciphers are enabled by a given cipher list, use *SSLContext.get_ciphers()* or the `openssl ciphers` command on your system.

Multi-processing

If using this module as part of a multi-processed application (using, for example the *multiprocessing* or *concurrent.futures* modules), be aware that OpenSSL's internal random number generator does not properly handle forked processes. Applications must change the PRNG state of the parent process if they use any SSL feature with *os.fork()*. Any successful call of *RAND_add()*, *RAND_bytes()* or *RAND_pseudo_bytes()* is sufficient.

19.3.10 TLS 1.3

Nouveau dans la version 3.7.

Python has provisional and experimental support for TLS 1.3 with OpenSSL 1.1.1. The new protocol behaves slightly differently than previous version of TLS/SSL. Some new TLS 1.3 features are not yet available.

- TLS 1.3 uses a disjunct set of cipher suites. All AES-GCM and ChaCha20 cipher suites are enabled by default. The method *SSLContext.set_ciphers()* cannot enable or disable any TLS 1.3 ciphers yet, but *SSLContext.get_ciphers()* returns them.
- Session tickets are no longer sent as part of the initial handshake and are handled differently. *SSLSocket.session* and *SSLSession* are not compatible with TLS 1.3.
- Client-side certificates are also no longer verified during the initial handshake. A server can request a certificate at any time. Clients process certificate requests while they send or receive application data from the server.
- TLS 1.3 features like early data, deferred TLS client cert request, signature algorithm configuration, and rekeying are not supported yet.

19.3.11 LibreSSL support

LibreSSL is a fork of OpenSSL 1.0.1. The ssl module has limited support for LibreSSL. Some features are not available when the ssl module is compiled with LibreSSL.

— LibreSSL >= 2.6.1 no longer supports NPN. The methods *SSLContext.set_npn_protocols()* and *SSLSocket.selected_npn_protocol()* are not available.

— *SSLContext.set_default_verify_paths()* ignores the env vars SSL_CERT_FILE and SSL_CERT_PATH although *get_default_verify_paths()* still reports them.

Voir aussi :

Class *socket.socket* Documentation of underlying *socket* class

SSL/TLS Strong Encryption : An Introduction Intro from the Apache HTTP Server documentation

RFC 1422 : Privacy Enhancement for Internet Electronic Mail : Part II : Certificate-Based Key Management Steve Kent

RFC 4086 : Randomness Requirements for Security Donald E., Jeffrey I. Schiller

RFC 5280 : Internet X.509 Public Key Infrastructure Certificate and Certificate Revocation List (CRL) Profile D. Cooper

RFC 5246 : The Transport Layer Security (TLS) Protocol Version 1.2 T. Dierks et. al.

RFC 6066 : Transport Layer Security (TLS) Extensions D. Eastlake

IANA TLS : Transport Layer Security (TLS) Parameters IANA

RFC 7525 : Recommendations for Secure Use of Transport Layer Security (TLS) and Datagram Transport Layer Securit IETF

Mozilla's Server Side TLS recommendations Mozilla

19.4 `select` --- Waiting for I/O completion

This module provides access to the `select()` and `poll()` functions available in most operating systems, `devpoll()` available on Solaris and derivatives, `epoll()` available on Linux 2.5+ and `kqueue()` available on most BSD. Note that on Windows, it only works for sockets ; on other operating systems, it also works for other file types (in particular, on Unix, it works on pipes). It cannot be used on regular files to determine whether a file has grown since it was last read.

Note : The *selectors* module allows high-level and efficient I/O multiplexing, built upon the *select* module primitives. Users are encouraged to use the *selectors* module instead, unless they want precise control over the OS-level primitives used.

Le module définit :

exception `select.`**error**

A deprecated alias of *OSError*.

Modifié dans la version 3.3 : Following **PEP 3151**, this class was made an alias of *OSError*.

`select.`**devpoll**`()`

(Only supported on Solaris and derivatives.) Returns a `/dev/poll` polling object ; see section */dev/poll Polling Objects* below for the methods supported by devpoll objects.

`devpoll()` objects are linked to the number of file descriptors allowed at the time of instantiation. If your program reduces this value, `devpoll()` will fail. If your program increases this value, `devpoll()` may return an incomplete list of active file descriptors.

The new file descriptor is *non-inheritable*.

Nouveau dans la version 3.3.

Modifié dans la version 3.4 : Le nouveau descripteur de fichier est maintenant non-héritable.

select.**epoll**(*sizehint=-1*, *flags=0*)

(Only supported on Linux 2.5.44 and newer.) Return an edge polling object, which can be used as Edge or Level Triggered interface for I/O events.

sizehint informs epoll about the expected number of events to be registered. It must be positive, or *-1* to use the default. It is only used on older systems where `epoll_create1()` is not available ; otherwise it has no effect (though its value is still checked).

flags is deprecated and completely ignored. However, when supplied, its value must be `0` or `select.EPOLL_CLOEXEC`, otherwise `OSError` is raised.

See the *Edge and Level Trigger Polling (epoll) Objects* section below for the methods supported by epolling objects.

`epoll` objects support the context management protocol : when used in a `with` statement, the new file descriptor is automatically closed at the end of the block.

The new file descriptor is *non-inheritable*.

Modifié dans la version 3.3 : Added the *flags* parameter.

Modifié dans la version 3.4 : Support for the `with` statement was added. The new file descriptor is now non-inheritable.

Obsolète depuis la version 3.4 : The *flags* parameter. `select.EPOLL_CLOEXEC` is used by default now. Use *os.set_inheritable()* to make the file descriptor inheritable.

select.**poll**()

(Not supported by all operating systems.) Returns a polling object, which supports registering and unregistering file descriptors, and then polling them for I/O events ; see section *Polling Objects* below for the methods supported by polling objects.

select.**kqueue**()

(Only supported on BSD.) Returns a kernel queue object ; see section *Kqueue Objects* below for the methods supported by kqueue objects.

The new file descriptor is *non-inheritable*.

Modifié dans la version 3.4 : Le nouveau descripteur de fichier est maintenant non-héritable.

select.**kevent**(*ident*, *filter=KQ_FILTER_READ*, *flags=KQ_EV_ADD*, *fflags=0*, *data=0*, *udata=0*)

(Only supported on BSD.) Returns a kernel event object ; see section *Kevent Objects* below for the methods supported by kevent objects.

select.**select**(*rlist*, *wlist*, *xlist*[, *timeout*])

This is a straightforward interface to the Unix `select()` system call. The first three arguments are iterables of 'waitable objects' : either integers representing file descriptors or objects with a parameterless method named *fileno()* returning such an integer :

— *rlist* : wait until ready for reading
— *wlist* : wait until ready for writing
— *xlist* : wait for an "exceptional condition" (see the manual page for what your system considers such a condition)

Empty iterables are allowed, but acceptance of three empty iterables is platform-dependent. (It is known to work on Unix but not on Windows.) The optional *timeout* argument specifies a time-out as a floating point number in seconds. When the *timeout* argument is omitted the function blocks until at least one file descriptor is ready. A time-out value of zero specifies a poll and never blocks.

The return value is a triple of lists of objects that are ready : subsets of the first three arguments. When the time-out is reached without a file descriptor becoming ready, three empty lists are returned.

Among the acceptable object types in the iterables are Python *file objects* (e.g. `sys.stdin`, or objects returned by *open()* or *os.popen()*), socket objects returned by *socket.socket()*. You may also define a *wrapper* class yourself, as long as it has an appropriate *fileno()* method (that really returns a file descriptor, not just a random integer).

Note : File objects on Windows are not acceptable, but sockets are. On Windows, the underlying `select()` function is provided by the WinSock library, and does not handle file descriptors that don't originate from WinSock.

Modifié dans la version 3.5 : The function is now retried with a recomputed timeout when interrupted by a signal, except if the signal handler raises an exception (see **PEP 475** for the rationale), instead of raising *InterruptedError*.

`select.`**`PIPE_BUF`**
The minimum number of bytes which can be written without blocking to a pipe when the pipe has been reported as ready for writing by *select()*, *poll()* or another interface in this module. This doesn't apply to other kind of file-like objects such as sockets.

This value is guaranteed by POSIX to be at least 512.

Disponibilité : Unix

Nouveau dans la version 3.2.

19.4.1 `/dev/poll` Polling Objects

Solaris and derivatives have `/dev/poll`. While `select()` is O(highest file descriptor) and `poll()` is O(number of file descriptors), `/dev/poll` is O(active file descriptors).

`/dev/poll` behaviour is very close to the standard `poll()` object.

`devpoll.`**`close`**`()`
Close the file descriptor of the polling object.

Nouveau dans la version 3.4.

`devpoll.`**`closed`**
`True` if the polling object is closed.

Nouveau dans la version 3.4.

`devpoll.`**`fileno`**`()`
Return the file descriptor number of the polling object.

Nouveau dans la version 3.4.

`devpoll.`**`register`**`(`*fd*[, *eventmask*]`)`
Register a file descriptor with the polling object. Future calls to the *poll()* method will then check whether the file descriptor has any pending I/O events. *fd* can be either an integer, or an object with a *fileno()* method that returns an integer. File objects implement `fileno()`, so they can also be used as the argument.

eventmask is an optional bitmask describing the type of events you want to check for. The constants are the same that with `poll()` object. The default value is a combination of the constants `POLLIN`, `POLLPRI`, and `POLLOUT`.

> **Avertissement :** Registering a file descriptor that's already registered is not an error, but the result is undefined. The appropriate action is to unregister or modify it first. This is an important difference compared with `poll()`.

`devpoll.`**`modify`**`(`*fd*[, *eventmask*]`)`
This method does an *unregister()* followed by a *register()*. It is (a bit) more efficient that doing the same explicitly.

`devpoll.`**`unregister`**`(`*fd*`)`
Remove a file descriptor being tracked by a polling object. Just like the *register()* method, *fd* can be an integer or an object with a *fileno()* method that returns an integer.

Attempting to remove a file descriptor that was never registered is safely ignored.

`devpoll.`**`poll`**`(`[*timeout*]`)`
Polls the set of registered file descriptors, and returns a possibly-empty list containing `(fd, event)` 2-tuples for the descriptors that have events or errors to report. *fd* is the file descriptor, and *event* is a bitmask with bits set for the reported events for that descriptor --- `POLLIN` for waiting input, `POLLOUT` to indicate that the descriptor can be written to, and so forth. An empty list indicates that the call timed out and no file descriptors had any events to report. If *timeout* is given, it specifies the length of time in milliseconds which the system will wait for events before returning. If *timeout* is omitted, -1, or *None*, the call will block until there is an event for this poll object.

Modifié dans la version 3.5 : The function is now retried with a recomputed timeout when interrupted by a signal, except if the signal handler raises an exception (see **PEP 475** for the rationale), instead of raising *InterruptedError*.

19.4.2 Edge and Level Trigger Polling (epoll) Objects

https://linux.die.net/man/4/epoll

eventmask

Constante	Signification
EPOLLIN	Available for read
EPOLLOUT	Available for write
EPOLLPRI	Urgent data for read
EPOLLERR	Error condition happened on the assoc. fd
EPOLLHUP	Hang up happened on the assoc. fd
EPOLLET	Set Edge Trigger behavior, the default is Level Trigger behavior
EPOLLONESHOT	Set one-shot behavior. After one event is pulled out, the fd is internally disabled
EPOLLEXCLUSIVE	Wake only one epoll object when the associated fd has an event. The default (if this flag is not set) is to wake all epoll objects polling on a fd.
EPOLLRDHUP	Stream socket peer closed connection or shut down writing half of connection.
EPOLLRDNORM	Equivalent to EPOLLIN
EPOLLRDBAND	Priority data band can be read.
EPOLLWRNORM	Equivalent to EPOLLOUT
EPOLLWRBAND	Priority data may be written.
EPOLLMSG	Ignored.

Nouveau dans la version 3.6 : EPOLLEXCLUSIVE was added. It's only supported by Linux Kernel 4.5 or later.

epoll.**close**()
Close the control file descriptor of the epoll object.

epoll.**closed**
True if the epoll object is closed.

epoll.**fileno**()
Return the file descriptor number of the control fd.

epoll.**fromfd**(*fd*)
Create an epoll object from a given file descriptor.

epoll.**register**(*fd*[, *eventmask*])
Register a fd descriptor with the epoll object.

epoll.**modify**(*fd*, *eventmask*)
Modify a registered file descriptor.

epoll.**unregister**(*fd*)
Remove a registered file descriptor from the epoll object.

epoll.**poll**(*timeout=-1*, *maxevents=-1*)
Wait for events. timeout in seconds (float)

Modifié dans la version 3.5 : The function is now retried with a recomputed timeout when interrupted by a signal, except if the signal handler raises an exception (see **PEP 475** for the rationale), instead of raising *InterruptedError*.

19.4.3 Polling Objects

The `poll()` system call, supported on most Unix systems, provides better scalability for network servers that service many, many clients at the same time. `poll()` scales better because the system call only requires listing the file descriptors of interest, while `select()` builds a bitmap, turns on bits for the fds of interest, and then afterward the whole bitmap has to be linearly scanned again. `select()` is O(highest file descriptor), while `poll()` is O(number of file descriptors).

`poll.`**`register`**(*fd*[, *eventmask*])

Register a file descriptor with the polling object. Future calls to the *poll()* method will then check whether the file descriptor has any pending I/O events. *fd* can be either an integer, or an object with a *fileno()* method that returns an integer. File objects implement `fileno()`, so they can also be used as the argument.

eventmask is an optional bitmask describing the type of events you want to check for, and can be a combination of the constants `POLLIN`, `POLLPRI`, and `POLLOUT`, described in the table below. If not specified, the default value used will check for all 3 types of events.

Constante	Signification
`POLLIN`	There is data to read
`POLLPRI`	There is urgent data to read
`POLLOUT`	Ready for output : writing will not block
`POLLERR`	Error condition of some sort
`POLLHUP`	Hung up
`POLLRDHUP`	Stream socket peer closed connection, or shut down writing half of connection
`POLLNVAL`	Invalid request : descriptor not open

Registering a file descriptor that's already registered is not an error, and has the same effect as registering the descriptor exactly once.

`poll.`**`modify`**(*fd*, *eventmask*)

Modifies an already registered fd. This has the same effect as `register(fd, eventmask)`. Attempting to modify a file descriptor that was never registered causes an *OSError* exception with errno `ENOENT` to be raised.

`poll.`**`unregister`**(*fd*)

Remove a file descriptor being tracked by a polling object. Just like the *register()* method, *fd* can be an integer or an object with a *fileno()* method that returns an integer.

Attempting to remove a file descriptor that was never registered causes a *KeyError* exception to be raised.

`poll.`**`poll`**([*timeout*])

Polls the set of registered file descriptors, and returns a possibly-empty list containing `(fd, event)` 2-tuples for the descriptors that have events or errors to report. *fd* is the file descriptor, and *event* is a bitmask with bits set for the reported events for that descriptor --- `POLLIN` for waiting input, `POLLOUT` to indicate that the descriptor can be written to, and so forth. An empty list indicates that the call timed out and no file descriptors had any events to report. If *timeout* is given, it specifies the length of time in milliseconds which the system will wait for events before returning. If *timeout* is omitted, negative, or *None*, the call will block until there is an event for this poll object.

Modifié dans la version 3.5 : The function is now retried with a recomputed timeout when interrupted by a signal, except if the signal handler raises an exception (see **PEP 475** for the rationale), instead of raising *InterruptedError*.

19.4.4 Kqueue Objects

`kqueue.close()`
Close the control file descriptor of the kqueue object.

`kqueue.closed`
`True` if the kqueue object is closed.

`kqueue.fileno()`
Return the file descriptor number of the control fd.

`kqueue.fromfd(`*fd*`)`
Create a kqueue object from a given file descriptor.

`kqueue.control(`*changelist*, *max_events*[, *timeout*]`)` → eventlist
Low level interface to kevent
— changelist must be an iterable of kevent objects or `None`
— max_events must be 0 or a positive integer
— timeout in seconds (floats possible); the default is `None`, to wait forever
Modifié dans la version 3.5 : The function is now retried with a recomputed timeout when interrupted by a signal, except if the signal handler raises an exception (see **PEP 475** for the rationale), instead of raising *InterruptedError*.

19.4.5 Kevent Objects

https://www.freebsd.org/cgi/man.cgi?query=kqueue&sektion=2

`kevent.ident`
Value used to identify the event. The interpretation depends on the filter but it's usually the file descriptor. In the constructor ident can either be an int or an object with a *fileno()* method. kevent stores the integer internally.

`kevent.filter`
Name of the kernel filter.

Constante	Signification
KQ_FILTER_READ	Takes a descriptor and returns whenever there is data available to read
KQ_FILTER_WRITE	Takes a descriptor and returns whenever there is data available to write
KQ_FILTER_AIO	AIO requests
KQ_FILTER_VNODE	Returns when one or more of the requested events watched in *fflag* occurs
KQ_FILTER_PROC	Watch for events on a process id
KQ_FILTER_NETDEV	Watch for events on a network device [not available on Mac OS X]
KQ_FILTER_SIGNAL	Returns whenever the watched signal is delivered to the process
KQ_FILTER_TIMER	Establishes an arbitrary timer

`kevent.flags`
Filter action.

Constante	Signification
KQ_EV_ADD	Adds or modifies an event
KQ_EV_DELETE	Removes an event from the queue
KQ_EV_ENABLE	Permitscontrol() to returns the event
KQ_EV_DISABLE	Disablesevent
KQ_EV_ONESHOT	Removes event after first occurrence
KQ_EV_CLEAR	Reset the state after an event is retrieved
KQ_EV_SYSFLAGS	internal event
KQ_EV_FLAG1	internal event
KQ_EV_EOF	Filter specific EOF condition
KQ_EV_ERROR	See return values

kevent.**fflags**
Filter specific flags.
KQ_FILTER_READ and KQ_FILTER_WRITE filter flags :

Constante	Signification
KQ_NOTE_LOWAT	low water mark of a socket buffer

KQ_FILTER_VNODE filter flags :

Constante	Signification
KQ_NOTE_DELETE	*unlink()* was called
KQ_NOTE_WRITE	a write occurred
KQ_NOTE_EXTEND	the file was extended
KQ_NOTE_ATTRIB	an attribute was changed
KQ_NOTE_LINK	the link count has changed
KQ_NOTE_RENAME	the file was renamed
KQ_NOTE_REVOKE	access to the file was revoked

KQ_FILTER_PROC filter flags :

Constante	Signification
KQ_NOTE_EXIT	the process has exited
KQ_NOTE_FORK	the process has called *fork()*
KQ_NOTE_EXEC	the process has executed a new process
KQ_NOTE_PCTRLMASK	internal filter flag
KQ_NOTE_PDATAMASK	internal filter flag
KQ_NOTE_TRACK	follow a process across *fork()*
KQ_NOTE_CHILD	returned on the child process for *NOTE_TRACK*
KQ_NOTE_TRACKERR	unable to attach to a child

KQ_FILTER_NETDEV filter flags (not available on Mac OS X) :

Constante	Signification
KQ_NOTE_LINKUP	link is up
KQ_NOTE_LINKDOWN	link is down
KQ_NOTE_LINKINV	link state is invalid

kevent.**data**
Filter specific data.

kevent.**udata**
User defined value.

19.5 selectors --- High-level I/O multiplexing

Nouveau dans la version 3.4.

Source code : Lib/selectors.py

19.5.1 Introduction

This module allows high-level and efficient I/O multiplexing, built upon the *select* module primitives. Users are encouraged to use this module instead, unless they want precise control over the OS-level primitives used.

It defines a *BaseSelector* abstract base class, along with several concrete implementations (*KqueueSelector*, *EpollSelector*...), that can be used to wait for I/O readiness notification on multiple file objects. In the following, "file object" refers to any object with a `fileno()` method, or a raw file descriptor. See *file object*.

DefaultSelector is an alias to the most efficient implementation available on the current platform : this should be the default choice for most users.

Note : The type of file objects supported depends on the platform : on Windows, sockets are supported, but not pipes, whereas on Unix, both are supported (some other types may be supported as well, such as fifos or special file devices).

Voir aussi :

select Low-level I/O multiplexing module.

19.5.2 Classes

Classes hierarchy :

```
BaseSelector
+-- SelectSelector
+-- PollSelector
+-- EpollSelector
+-- DevpollSelector
+-- KqueueSelector
```

In the following, *events* is a bitwise mask indicating which I/O events should be waited for on a given file object. It can be a combination of the modules constants below :

Constante	Signification
EVENT_READ	Available for read
EVENT_WRITE	Available for write

class selectors.**SelectorKey**

A *SelectorKey* is a *namedtuple* used to associate a file object to its underlying file descriptor, selected event mask and attached data. It is returned by several *BaseSelector* methods.

fileobj

File object registered.

fd

Underlying file descriptor.

events

Events that must be waited for on this file object.

data

Optional opaque data associated to this file object : for example, this could be used to store a per-client session ID.

class selectors.**BaseSelector**

A *BaseSelector* is used to wait for I/O event readiness on multiple file objects. It supports file stream registration, unregistration, and a method to wait for I/O events on those streams, with an optional timeout. It's an abstract base class, so cannot be instantiated. Use *DefaultSelector* instead, or one of *SelectSelector*, *KqueueSelector* etc. if you want to specifically use an implementation, and your platform supports it. *BaseSelector* and its concrete implementations support the *context manager* protocol.

abstractmethod register(*fileobj*, *events*, *data=None*)
Register a file object for selection, monitoring it for I/O events.

fileobj is the file object to monitor. It may either be an integer file descriptor or an object with a `fileno()` method. *events* is a bitwise mask of events to monitor. *data* is an opaque object.

This returns a new *SelectorKey* instance, or raises a *ValueError* in case of invalid event mask or file descriptor, or *KeyError* if the file object is already registered.

abstractmethod unregister(*fileobj*)
Unregister a file object from selection, removing it from monitoring. A file object shall be unregistered prior to being closed.

fileobj must be a file object previously registered.

This returns the associated *SelectorKey* instance, or raises a *KeyError* if *fileobj* is not registered. It will raise *ValueError* if *fileobj* is invalid (e.g. it has no `fileno()` method or its `fileno()` method has an invalid return value).

modify(*fileobj*, *events*, *data=None*)
Change a registered file object's monitored events or attached data.

This is equivalent to `BaseSelector.unregister(fileobj)()` followed by `BaseSelector.register(fileobj, events, data)()`, except that it can be implemented more efficiently.

This returns a new *SelectorKey* instance, or raises a *ValueError* in case of invalid event mask or file descriptor, or *KeyError* if the file object is not registered.

abstractmethod select(*timeout=None*)
Wait until some registered file objects become ready, or the timeout expires.

If `timeout > 0`, this specifies the maximum wait time, in seconds. If `timeout <= 0`, the call won't block, and will report the currently ready file objects. If *timeout* is `None`, the call will block until a monitored file object becomes ready.

This returns a list of `(key, events)` tuples, one for each ready file object.

key is the *SelectorKey* instance corresponding to a ready file object. *events* is a bitmask of events ready on this file object.

Note : This method can return before any file object becomes ready or the timeout has elapsed if the current process receives a signal : in this case, an empty list will be returned.

Modifié dans la version 3.5 : The selector is now retried with a recomputed timeout when interrupted by a signal if the signal handler did not raise an exception (see **PEP 475** for the rationale), instead of returning an empty list of events before the timeout.

close()
Close the selector.

This must be called to make sure that any underlying resource is freed. The selector shall not be used once it has been closed.

get_key(*fileobj*)
Return the key associated with a registered file object.

This returns the *SelectorKey* instance associated to this file object, or raises *KeyError* if the file object is not registered.

abstractmethod get_map()
Return a mapping of file objects to selector keys.

This returns a *Mapping* instance mapping registered file objects to their associated *SelectorKey* instance.

class selectors.**DefaultSelector**
The default selector class, using the most efficient implementation available on the current platform. This should be the default choice for most users.

class selectors.**SelectSelector**
select.select()-based selector.

class selectors.**PollSelector**
select.poll()-based selector.

class selectors.**EpollSelector**
select.epoll()-based selector.

fileno()
This returns the file descriptor used by the underlying *select.epoll()* object.

class selectors.**DevpollSelector**
select.devpoll()-based selector.

fileno()
This returns the file descriptor used by the underlying *select.devpoll()* object.

Nouveau dans la version 3.5.

class selectors.**KqueueSelector**
select.kqueue()-based selector.

fileno()
This returns the file descriptor used by the underlying *select.kqueue()* object.

19.5.3 Exemples

Here is a simple echo server implementation :

```
import selectors
import socket

sel = selectors.DefaultSelector()

def accept(sock, mask):
    conn, addr = sock.accept()  # Should be ready
    print('accepted', conn, 'from', addr)
    conn.setblocking(False)
    sel.register(conn, selectors.EVENT_READ, read)

def read(conn, mask):
    data = conn.recv(1000)  # Should be ready
    if data:
        print('echoing', repr(data), 'to', conn)
        conn.send(data)  # Hope it won't block
    else:
        print('closing', conn)
        sel.unregister(conn)
        conn.close()

sock = socket.socket()
sock.bind(('localhost', 1234))
sock.listen(100)
sock.setblocking(False)
sel.register(sock, selectors.EVENT_READ, accept)

while True:
    events = sel.select()
    for key, mask in events:
        callback = key.data
        callback(key.fileobj, mask)
```

19.6 asyncore — Gestionnaire de socket asynchrone

Code source : Lib/asyncore.py

Obsolète depuis la version 3.6 : Utilisez *asyncio* à la place.

Note : Ce module n'existe que pour des raisons de rétrocompatibilité. Pour du code nouveau, l'utilisation de *asyncio* est recommandée.

This module provides the basic infrastructure for writing asynchronous socket service clients and servers.

There are only two ways to have a program on a single processor do "more than one thing at a time." Multi-threaded programming is the simplest and most popular way to do it, but there is another very different technique, that lets you have nearly all the advantages of multi-threading, without actually using multiple threads. It's really only practical if your program is largely I/O bound. If your program is processor bound, then pre-emptive scheduled threads are probably what you really need. Network servers are rarely processor bound, however.

If your operating system supports the `select()` system call in its I/O library (and nearly all do), then you can use it to juggle multiple communication channels at once; doing other work while your I/O is taking place in the "background." Although this strategy can seem strange and complex, especially at first, it is in many ways easier to understand and control than multi-threaded programming. The *asyncore* module solves many of the difficult problems for you, making the task of building sophisticated high-performance network servers and clients a snap. For "conversational" applications and protocols the companion *asynchat* module is invaluable.

The basic idea behind both modules is to create one or more network *channels*, instances of class *asyncore.dispatcher* and *asynchat.async_chat*. Creating the channels adds them to a global map, used by the *loop()* function if you do not provide it with your own *map*.

Once the initial channel(s) is(are) created, calling the *loop()* function activates channel service, which continues until the last channel (including any that have been added to the map during asynchronous service) is closed.

`asyncore.`**`loop`**`(`[*timeout*[, *use_poll*[, *map*[, *count*]]]]`)`

Enter a polling loop that terminates after count passes or all open channels have been closed. All arguments are optional. The *count* parameter defaults to `None`, resulting in the loop terminating only when all channels have been closed. The *timeout* argument sets the timeout parameter for the appropriate *select()* or *poll()* call, measured in seconds; the default is 30 seconds. The *use_poll* parameter, if true, indicates that *poll()* should be used in preference to *select()* (the default is `False`).

The *map* parameter is a dictionary whose items are the channels to watch. As channels are closed they are deleted from their map. If *map* is omitted, a global map is used. Channels (instances of *asyncore.dispatcher*, *asynchat.async_chat* and subclasses thereof) can freely be mixed in the map.

`class` `asyncore.`**`dispatcher`**

The *dispatcher* class is a thin wrapper around a low-level socket object. To make it more useful, it has a few methods for event-handling which are called from the asynchronous loop. Otherwise, it can be treated as a normal non-blocking socket object.

The firing of low-level events at certain times or in certain connection states tells the asynchronous loop that certain higher-level events have taken place. For example, if we have asked for a socket to connect to another host, we know that the connection has been made when the socket becomes writable for the first time (at this point you know that you may write to it with the expectation of success). The implied higher-level events are :

Event	Description
`handle_connect()`	Implied by the first read or write event
`handle_close()`	Implied by a read event with no data available
`handle_accepted()`	Implied by a read event on a listening socket

During asynchronous processing, each mapped channel's *readable()* and *writable()* methods are used to determine whether the channel's socket should be added to the list of channels `select()`ed or `poll()`ed for read and write events.

Thus, the set of channel events is larger than the basic socket events. The full set of methods that can be overridden in your subclass follows :

handle_read()
Called when the asynchronous loop detects that a `read()` call on the channel's socket will succeed.

handle_write()
Called when the asynchronous loop detects that a writable socket can be written. Often this method will implement the necessary buffering for performance. For example :

```
def handle_write(self):
    sent = self.send(self.buffer)
    self.buffer = self.buffer[sent:]
```

handle_expt()
Called when there is out of band (OOB) data for a socket connection. This will almost never happen, as OOB is tenuously supported and rarely used.

handle_connect()
Called when the active opener's socket actually makes a connection. Might send a "welcome" banner, or initiate a protocol negotiation with the remote endpoint, for example.

handle_close()
Appelé lorsque la socket est fermée.

handle_error()
Called when an exception is raised and not otherwise handled. The default version prints a condensed traceback.

handle_accept()
Called on listening channels (passive openers) when a connection can be established with a new remote endpoint that has issued a *connect()* call for the local endpoint. Deprecated in version 3.2 ; use *handle_accepted()* instead.

Obsolète depuis la version 3.2.

handle_accepted(*sock*, *addr*)
Called on listening channels (passive openers) when a connection has been established with a new remote endpoint that has issued a *connect()* call for the local endpoint. *sock* is a *new* socket object usable to send and receive data on the connection, and *addr* is the address bound to the socket on the other end of the connection.

Nouveau dans la version 3.2.

readable()
Called each time around the asynchronous loop to determine whether a channel's socket should be added to the list on which read events can occur. The default method simply returns `True`, indicating that by default, all channels will be interested in read events.

writable()
Called each time around the asynchronous loop to determine whether a channel's socket should be added to the list on which write events can occur. The default method simply returns `True`, indicating that by default, all channels will be interested in write events.

In addition, each channel delegates or extends many of the socket methods. Most of these are nearly identical to their socket partners.

create_socket(*family=socket.AF_INET*, *type=socket.SOCK_STREAM*)
This is identical to the creation of a normal socket, and will use the same options for creation. Refer to the *socket* documentation for information on creating sockets.

Modifié dans la version 3.3 : Les arguments *family* et *type* sont optionnels.

connect(*address*)
As with the normal socket object, *address* is a tuple with the first element the host to connect to, and the second the port number.

send(*data*)
Envoie *data* à l'autre bout de la socket.

recv(*buffer_size*)
Read at most *buffer_size* bytes from the socket's remote end-point. An empty bytes object implies that the channel has been closed from the other end.

Note that *recv()* may raise *BlockingIOError*, even though *select.select()* or *select.poll()* has reported the socket ready for reading.

listen(*backlog*)
Listen for connections made to the socket. The *backlog* argument specifies the maximum number of queued connections and should be at least 1 ; the maximum value is system-dependent (usually 5).

bind(*address*)
Bind the socket to *address*. The socket must not already be bound. (The format of *address* depends on the address family --- refer to the *socket* documentation for more information.) To mark the socket as re-usable (setting the `SO_REUSEADDR` option), call the *dispatcher* object's `set_reuse_addr()` method.

accept()
Accept a connection. The socket must be bound to an address and listening for connections. The return value can be either `None` or a pair `(conn, address)` where *conn* is a *new* socket object usable to send and receive data on the connection, and *address* is the address bound to the socket on the other end of the connection. When `None` is returned it means the connection didn't take place, in which case the server should just ignore this event and keep listening for further incoming connections.

close()
Close the socket. All future operations on the socket object will fail. The remote end-point will receive no more data (after queued data is flushed). Sockets are automatically closed when they are garbage-collected.

class asyncore.**dispatcher_with_send**
A *dispatcher* subclass which adds simple buffered output capability, useful for simple clients. For more sophisticated usage use *asynchat.async_chat*.

class asyncore.**file_dispatcher**
A file_dispatcher takes a file descriptor or *file object* along with an optional map argument and wraps it for use with the `poll()` or `loop()` functions. If provided a file object or anything with a `fileno()` method, that method will be called and passed to the *file_wrapper* constructor.

Disponibilité : Unix.

class asyncore.**file_wrapper**
A file_wrapper takes an integer file descriptor and calls *os.dup()* to duplicate the handle so that the original handle may be closed independently of the file_wrapper. This class implements sufficient methods to emulate a socket for use by the *file_dispatcher* class.

Disponibilité : Unix.

19.6.1 Exemple de client HTTP basique avec `asyncore`

Here is a very basic HTTP client that uses the *dispatcher* class to implement its socket handling :

```
import asyncore

class HTTPClient(asyncore.dispatcher):

    def __init__(self, host, path):
        asyncore.dispatcher.__init__(self)
        self.create_socket()
        self.connect( (host, 80) )
        self.buffer = bytes('GET %s HTTP/1.0\r\nHost: %s\r\n\r\n' %
                            (path, host), 'ascii')

    def handle_connect(self):
        pass

    def handle_close(self):
        self.close()

    def handle_read(self):
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
        print(self.recv(8192))

    def writable(self):
        return (len(self.buffer) > 0)

    def handle_write(self):
        sent = self.send(self.buffer)
        self.buffer = self.buffer[sent:]


client = HTTPClient('www.python.org', '/')
asyncore.loop()
```

19.6.2 Serveur *echo* basique avec `asyncore`

Here is a basic echo server that uses the *dispatcher* class to accept connections and dispatches the incoming connections to a handler :

```
import asyncore

class EchoHandler(asyncore.dispatcher_with_send):

    def handle_read(self):
        data = self.recv(8192)
        if data:
            self.send(data)

class EchoServer(asyncore.dispatcher):

    def __init__(self, host, port):
        asyncore.dispatcher.__init__(self)
        self.create_socket()
        self.set_reuse_addr()
        self.bind((host, port))
        self.listen(5)

    def handle_accepted(self, sock, addr):
        print('Incoming connection from %s' % repr(addr))
        handler = EchoHandler(sock)

server = EchoServer('localhost', 8080)
asyncore.loop()
```

19.7 `asynchat` --- Gestionnaire d'interfaces de connexion (*socket*) commande/réponse asynchrones

*Code source :** Lib/asynchat.py

Obsolète depuis la version 3.6 : Utilisez *asyncio* à la place.

Note : Ce module n'existe que pour des raisons de rétrocompatibilité. Pour du code nouveau, l'utilisation de *asyncio* est recommandée.

Ce module s'appuie sur l'infrastructure de *asyncore*, en simplifiant les clients et serveurs asynchrones et en rendant plus facile la gestion de protocoles dont les éléments finissent par une chaine arbitraire, ou sont de longueur variable.

asynchat définit une classe abstraite *async_chat* dont vous héritez, et qui fournit des implémentations des méthodes `collect_incoming_data()` et `found_terminator()`. Il utilise la même boucle asynchrone que *asyncore*, et deux types de canaux, *asyncore.dispatcher* et *asynchat.async_chat*, qui peuvent être librement mélangés dans la carte des canaux. Habituellement, un canal de serveur *asyncore.dispatcher* génère de nouveaux canaux d'objets *asynchat.async_chat* à la réception de requêtes de connexion.

class asynchat.**async_chat**

Cette classe est une sous-classe abstraite de *asyncore.dispatcher*. Pour en faire un usage pratique, vous devez créer une classe héritant de *async_chat*, et implémentant des méthodes *collect_incoming_data()* et *found_terminator()* sensées. Les méthodes de *asyncore.dispatcher* peuvent être utilisées, même si toutes n'ont pas de sens dans un contexte de messages/réponse.

Comme *asyncore.dispatcher*, *async_chat* définit un ensemble d'événements générés par une analyse de l'état des interfaces de connexion (*socket* en anglais) après un appel à `select()`. Une fois que la boucle de scrutation (*polling* en anglais) a été lancée, les méthodes des objets *async_chat* sont appelées par le *framework* de traitement d'événements sans que le programmeur n'ait à le spécifier.

Deux attributs de classe peuvent être modifiés, pour améliorer la performance, ou potentiellement pour économiser de la mémoire.

ac_in_buffer_size

La taille du tampon d'entrées asynchrones (`4096` par défaut).

ac_out_buffer_size

La taille du tampon de sorties asynchrones (`4096` par défaut).

Contrairement à *asyncore.dispatcher*, *async_chat* permet de définir une queue FIFO de *producteurs*. Un producteur nécessite seulement une méthode, `more()`, qui renvoie la donnée à transmettre au canal. Le producteur indique son épuisement (*c.-à-d.* qu'il ne contiens plus de données) en ne retournant avec sa méthode `more()` l'objet bytes vide. L'objet *async_chat* retire alors le producteur de la queue et commence à utiliser le producteur suivant, si il y en à un. Quand la queue de producteurs est vide, la méthode `handle_write()` ne fait rien. La méthode *set_terminator()* de l'objet du canal est utilisé pour décrire comment reconnaître la fin, ou la présence d'un point d'arrêt, dans in transmission entrante depuis le point d'accès distant.

Pour construire une sous classe fonctionnelle de *async_chat* pour vos méthodes d'entrées *collect_incoming_data()* et *found_terminator()* doivent gérer la donnée que le canal reçoit de manière asynchrone. Ces méthodes sont décrites ci-dessous.

async_chat.**close_when_done**()

Pousse un `None` sur la pile de producteurs. Quand ce producteur est récupéré dans la queue, le canal est fermé.

async_chat.**collect_incoming_data**(*data*)

Appelé avec *data* contenant une quantité arbitraire de données. La méthode par défaut, qui doit être écrasée, lève une *NotImplementedError*.

async_chat.**discard_buffers**()

En cas d'urgence, cette méthode va supprimer tout donnée présente dans les tampons d'entrée et/ou de sortie dans la queue de producteurs.

async_chat.**found_terminator**()

Appelée quand le flux de donné corresponds à la condition de fin décrite par *set_terminator()*. La méthode par défaut, qui doit être écrasée, lève une *NotImplementedError*. Les données entrantes mise en tampon devraient être disponible via un attribut de l'instance.

async_chat.**get_terminator**()

Renvoie le terminateur courant pour le canal.

async_chat.**push**(*data*)

Pousse *data* sur la pile du canal pour assurer sa transmission. C'est tout ce dont on a besoin pour que le canal envoie des données sur le réseau. Cependant, il est possible d'utiliser vos propres producteurs dans des schémas plus complexes qui implémentent de la cryptographie et du *chunking* par exemple.

async_chat.**push_with_producer**(*producer*)

Prends un objet producteur l'ajoute à la queue de producteurs associée au canal. Quand tout les producteurs actuellement poussés ont été épuisé, le canal consomme les données de ce producteur en appelant sa méthode `more()` et envoie les données au point d'accès distant.

async_chat.**set_terminator**(*term*)

Définit le marqueur de fin que le canal doit reconnaître. `term` peut être n'importe lequel des trois types de valeurs, correspondant aux trois différentes manières de gérer les données entrantes.

term	Description
string	Appellera *found_terminator()* quand la chaîne est trouvée dans le flux d'entré
integer	Appellera *found_terminator()* quand le nombre de caractère indiqué à été reçu
None	Le canal continue de collecter des informations indéfiniment

Notez que toute donnée située après le marqueur de fin sera accessible en lecture par le canal après que *found_terminator()* ai été appelé.

19.7.1 Exemple *asynchat*

L'exemple partiel suivant montre comment des requêtes HTTP peuvent être lues avec *async_chat*. Un serveur web pourrait créer un objet `http_request_handler` pour chaque connections lient entrantes. Notez que initialement, le marqueur de fin du canal est défini pour reconnaître les lignes vides à la fin des entêtes HTTP, et une option indique que les entêtes sont en train d'être lues.

Une fois que les entêtes ont été lues, si la requête est de type *POST* (ce qui indique que davantage de données sont présent dans dans le flux entrant) alors l'entête `Content-Length:` est utilisé pour définir un marqueur de fin numérique pour lire la bonne quantité de donné depuis le canal.

La méthode `handle_request()` est appelée une fois que toutes les données pertinentes ont été rassemblées, après avoir définit le marqueur de fin à `None` pour s'assurer que toute données étrangères envoyées par le client web sont ignorées.

```
import asynchat

class http_request_handler(asynchat.async_chat):

    def __init__(self, sock, addr, sessions, log):
        asynchat.async_chat.__init__(self, sock=sock)
        self.addr = addr
        self.sessions = sessions
        self.ibuffer = []
        self.obuffer = b""
        self.set_terminator(b"\r\n\r\n")
        self.reading_headers = True
        self.handling = False
        self.cgi_data = None
        self.log = log

    def collect_incoming_data(self, data):
        """Buffer the data"""
        self.ibuffer.append(data)

    def found_terminator(self):
        if self.reading_headers:
            self.reading_headers = False
            self.parse_headers(b"".join(self.ibuffer))
            self.ibuffer = []
            if self.op.upper() == b"POST":
                clen = self.headers.getheader("content-length")
                self.set_terminator(int(clen))
            else:
                self.handling = True
                self.set_terminator(None)
                self.handle_request()
        elif not self.handling:
            self.set_terminator(None)  # browsers sometimes over-send
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
            self.cgi_data = parse(self.headers, b"".join(self.ibuffer))
            self.handling = True
            self.ibuffer = []
            self.handle_request()
```

19.8 `signal` --- Set handlers for asynchronous events

This module provides mechanisms to use signal handlers in Python.

19.8.1 General rules

The *`signal.signal()`* function allows defining custom handlers to be executed when a signal is received. A small number of default handlers are installed : *`SIGPIPE`* is ignored (so write errors on pipes and sockets can be reported as ordinary Python exceptions) and *`SIGINT`* is translated into a *`KeyboardInterrupt`* exception if the parent process has not changed it.

A handler for a particular signal, once set, remains installed until it is explicitly reset (Python emulates the BSD style interface regardless of the underlying implementation), with the exception of the handler for *`SIGCHLD`*, which follows the underlying implementation.

Execution of Python signal handlers

A Python signal handler does not get executed inside the low-level (C) signal handler. Instead, the low-level signal handler sets a flag which tells the *virtual machine* to execute the corresponding Python signal handler at a later point(for example at the next *bytecode* instruction). This has consequences :

— It makes little sense to catch synchronous errors like *`SIGFPE`* or *`SIGSEGV`* that are caused by an invalid operation in C code. Python will return from the signal handler to the C code, which is likely to raise the same signal again, causing Python to apparently hang. From Python 3.3 onwards, you can use the *`faulthandler`* module to report on synchronous errors.

— A long-running calculation implemented purely in C (such as regular expression matching on a large body of text) may run uninterrupted for an arbitrary amount of time, regardless of any signals received. The Python signal handlers will be called when the calculation finishes.

Signals and threads

Python signal handlers are always executed in the main Python thread, even if the signal was received in another thread. This means that signals can't be used as a means of inter-thread communication. You can use the synchronization primitives from the *`threading`* module instead.

Besides, only the main thread is allowed to set a new signal handler.

19.8.2 Module contents

Modifié dans la version 3.5 : signal (SIG*), handler (*SIG_DFL*, *SIG_IGN*) and sigmask (*SIG_BLOCK*, *SIG_UNBLOCK*, *SIG_SETMASK*) related constants listed below were turned into *enums*. *getsignal()*, *pthread_sigmask()*, *sigpending()* and *sigwait()* functions return human-readable *enums*.

The variables defined in the *signal* module are :

signal.**SIG_DFL**
: This is one of two standard signal handling options ; it will simply perform the default function for the signal. For example, on most systems the default action for SIGQUIT is to dump core and exit, while the default action for *SIGCHLD* is to simply ignore it.

signal.**SIG_IGN**
: This is another standard signal handler, which will simply ignore the given signal.

signal.**SIGABRT**
: Abort signal from *abort(3)*.

signal.**SIGALRM**
: Timer signal from *alarm(2)*.
Disponibilité : Unix.

signal.**SIGBREAK**
: Interrupt from keyboard (CTRL + BREAK).
Disponibilité : Windows.

signal.**SIGBUS**
: Bus error (bad memory access).
Disponibilité : Unix.

signal.**SIGCHLD**
: Child process stopped or terminated.
Disponibilité : Windows.

signal.**SIGCLD**
: Alias to *SIGCHLD*.

signal.**SIGCONT**
: Continue the process if it is currently stopped
Disponibilité : Unix.

signal.**SIGFPE**
: Floating-point exception. For example, division by zero.
Voir aussi :
ZeroDivisionError is raised when the second argument of a division or modulo operation is zero.

signal.**SIGHUP**
: Hangup detected on controlling terminal or death of controlling process.
Disponibilité : Unix.

signal.**SIGILL**
: Illegal instruction.

signal.**SIGINT**
: Interrupt from keyboard (CTRL + C).
Default action is to raise *KeyboardInterrupt*.

signal.**SIGKILL**
: Kill signal.
It cannot be caught, blocked, or ignored.
Disponibilité : Unix.

signal.**SIGPIPE**
Broken pipe : write to pipe with no readers.
Default action is to ignore the signal.
Disponibilité : Unix.

signal.**SIGSEGV**
Segmentation fault : invalid memory reference.

signal.**SIGTERM**
Termination signal.

signal.**SIGUSR1**
User-defined signal 1.
Disponibilité : Unix.

signal.**SIGUSR2**
User-defined signal 2.
Disponibilité : Unix.

signal.**SIGWINCH**
Window resize signal.
Disponibilité : Unix.

SIG*
All the signal numbers are defined symbolically. For example, the hangup signal is defined as *signal.SIGHUP*; the variable names are identical to the names used in C programs, as found in <signal.h>. The Unix man page for 'signal()' lists the existing signals (on some systems this is *signal(2)*, on others the list is in *signal(7)*). Note that not all systems define the same set of signal names; only those names defined by the system are defined by this module.

signal.**CTRL_C_EVENT**
The signal corresponding to the Ctrl+C keystroke event. This signal can only be used with *os.kill()*.
Disponibilité : Windows.
Nouveau dans la version 3.2.

signal.**CTRL_BREAK_EVENT**
The signal corresponding to the Ctrl+Break keystroke event. This signal can only be used with *os.kill()*.
Disponibilité : Windows.
Nouveau dans la version 3.2.

signal.**NSIG**
One more than the number of the highest signal number.

signal.**ITIMER_REAL**
Decrements interval timer in real time, and delivers *SIGALRM* upon expiration.

signal.**ITIMER_VIRTUAL**
Decrements interval timer only when the process is executing, and delivers SIGVTALRM upon expiration.

signal.**ITIMER_PROF**
Decrements interval timer both when the process executes and when the system is executing on behalf of the process. Coupled with ITIMER_VIRTUAL, this timer is usually used to profile the time spent by the application in user and kernel space. SIGPROF is delivered upon expiration.

signal.**SIG_BLOCK**
A possible value for the *how* parameter to *pthread_sigmask()* indicating that signals are to be blocked.
Nouveau dans la version 3.3.

signal.**SIG_UNBLOCK**
A possible value for the *how* parameter to *pthread_sigmask()* indicating that signals are to be unblocked.
Nouveau dans la version 3.3.

signal.**SIG_SETMASK**
A possible value for the *how* parameter to *pthread_sigmask()* indicating that the signal mask is to be replaced.
Nouveau dans la version 3.3.

The *signal* module defines one exception :

exception signal.**ItimerError**
Raised to signal an error from the underlying *setitimer()* or *getitimer()* implementation. Expect this error if an invalid interval timer or a negative time is passed to *setitimer()*. This error is a subtype of *OSError*.
Nouveau dans la version 3.3 : This error used to be a subtype of *IOError*, which is now an alias of *OSError*.

The *signal* module defines the following functions :

signal.**alarm**(*time*)
If *time* is non-zero, this function requests that a *SIGALRM* signal be sent to the process in *time* seconds. Any previously scheduled alarm is canceled (only one alarm can be scheduled at any time). The returned value is then the number of seconds before any previously set alarm was to have been delivered. If *time* is zero, no alarm is scheduled, and any scheduled alarm is canceled. If the return value is zero, no alarm is currently scheduled.
Availability : Unix. See the man page *alarm(2)* for further information.

signal.**getsignal**(*signalnum*)
Return the current signal handler for the signal *signalnum*. The returned value may be a callable Python object, or one of the special values *signal.SIG_IGN*, *signal.SIG_DFL* or *None*. Here, *signal.SIG_IGN* means that the signal was previously ignored, *signal.SIG_DFL* means that the default way of handling the signal was previously in use, and None means that the previous signal handler was not installed from Python.

signal.**pause**()
Cause the process to sleep until a signal is received ; the appropriate handler will then be called. Returns nothing.
Availability : Unix. See the man page *signal(2)* for further information.
See also *sigwait()*, *sigwaitinfo()*, *sigtimedwait()* and *sigpending()*.

signal.**pthread_kill**(*thread_id*, *signalnum*)
Send the signal *signalnum* to the thread *thread_id*, another thread in the same process as the caller. The target thread can be executing any code (Python or not). However, if the target thread is executing the Python interpreter, the Python signal handlers will be *executed by the main thread*. Therefore, the only point of sending a signal to a particular Python thread would be to force a running system call to fail with *InterruptedError*.
Use *threading.get_ident()* or the *ident* attribute of *threading.Thread* objects to get a suitable value for *thread_id*.
If *signalnum* is 0, then no signal is sent, but error checking is still performed ; this can be used to check if the target thread is still running.
Availability : Unix. See the man page *pthread_kill(3)* for further information.
See also *os.kill()*.
Nouveau dans la version 3.3.

signal.**pthread_sigmask**(*how*, *mask*)
Fetch and/or change the signal mask of the calling thread. The signal mask is the set of signals whose delivery is currently blocked for the caller. Return the old signal mask as a set of signals.
The behavior of the call is dependent on the value of *how*, as follows.
— *SIG_BLOCK* : The set of blocked signals is the union of the current set and the *mask* argument.
— *SIG_UNBLOCK* : The signals in *mask* are removed from the current set of blocked signals. It is permissible to attempt to unblock a signal which is not blocked.
— *SIG_SETMASK* : The set of blocked signals is set to the *mask* argument.
mask is a set of signal numbers (e.g. {*signal.SIGINT*, *signal.SIGTERM*}). Use range(1, signal.NSIG) for a full mask including all signals.
For example, signal.pthread_sigmask(signal.SIG_BLOCK, []) reads the signal mask of the calling thread.
SIGKILL and SIGSTOP cannot be blocked.
Availability : Unix. See the man page *sigprocmask(3)* and *pthread_sigmask(3)* for further information.

See also *pause()*, *sigpending()* and *sigwait()*.

Nouveau dans la version 3.3.

signal.**setitimer**(*which*, *seconds*, *interval=0.0*)

Sets given interval timer (one of *signal.ITIMER_REAL*, *signal.ITIMER_VIRTUAL* or *signal.ITIMER_PROF*) specified by *which* to fire after *seconds* (float is accepted, different from *alarm()*) and after that every *interval* seconds (if *interval* is non-zero). The interval timer specified by *which* can be cleared by setting *seconds* to zero.

When an interval timer fires, a signal is sent to the process. The signal sent is dependent on the timer being used ; *signal.ITIMER_REAL* will deliver *SIGALRM*, *signal.ITIMER_VIRTUAL* sends SIGVTALRM, and *signal.ITIMER_PROF* will deliver SIGPROF.

The old values are returned as a tuple : (delay, interval).

Attempting to pass an invalid interval timer will cause an *ItimerError*.

Disponibilité : Unix.

signal.**getitimer**(*which*)

Returns current value of a given interval timer specified by *which*.

Disponibilité : Unix.

signal.**set_wakeup_fd**(*fd*, *, *warn_on_full_buffer=True*)

Set the wakeup file descriptor to *fd*. When a signal is received, the signal number is written as a single byte into the fd. This can be used by a library to wakeup a poll or select call, allowing the signal to be fully processed.

The old wakeup fd is returned (or -1 if file descriptor wakeup was not enabled). If *fd* is -1, file descriptor wakeup is disabled. If not -1, *fd* must be non-blocking. It is up to the library to remove any bytes from *fd* before calling poll or select again.

When threads are enabled, this function can only be called from the main thread ; attempting to call it from other threads will cause a *ValueError* exception to be raised.

There are two common ways to use this function. In both approaches, you use the fd to wake up when a signal arrives, but then they differ in how they determine *which* signal or signals have arrived.

In the first approach, we read the data out of the fd's buffer, and the byte values give you the signal numbers. This is simple, but in rare cases it can run into a problem : generally the fd will have a limited amount of buffer space, and if too many signals arrive too quickly, then the buffer may become full, and some signals may be lost. If you use this approach, then you should set warn_on_full_buffer=True, which will at least cause a warning to be printed to stderr when signals are lost.

In the second approach, we use the wakeup fd *only* for wakeups, and ignore the actual byte values. In this case, all we care about is whether the fd's buffer is empty or non-empty ; a full buffer doesn't indicate a problem at all. If you use this approach, then you should set warn_on_full_buffer=False, so that your users are not confused by spurious warning messages.

Modifié dans la version 3.5 : On Windows, the function now also supports socket handles.

Modifié dans la version 3.7 : Added warn_on_full_buffer parameter.

signal.**siginterrupt**(*signalnum*, *flag*)

Change system call restart behaviour : if *flag* is *False*, system calls will be restarted when interrupted by signal *signalnum*, otherwise system calls will be interrupted. Returns nothing.

Availability : Unix. See the man page *siginterrupt(3)* for further information.

Note that installing a signal handler with *signal()* will reset the restart behaviour to interruptible by implicitly calling siginterrupt() with a true *flag* value for the given signal.

signal.**signal**(*signalnum*, *handler*)

Set the handler for signal *signalnum* to the function *handler*. *handler* can be a callable Python object taking two arguments (see below), or one of the special values *signal.SIG_IGN* or *signal.SIG_DFL*. The previous signal handler will be returned (see the description of *getsignal()* above). (See the Unix man page *signal(2)* for further information.)

When threads are enabled, this function can only be called from the main thread ; attempting to call it from other threads will cause a *ValueError* exception to be raised.

The *handler* is called with two arguments : the signal number and the current stack frame (None or a frame object ; for a description of frame objects, see the description in the type hierarchy or see the attribute descriptions in the *inspect* module).

On Windows, *signal()* can only be called with *SIGABRT*, *SIGFPE*, *SIGILL*, *SIGINT*, *SIGSEGV*, *SIGTERM*, or *SIGBREAK*. A *ValueError* will be raised in any other case. Note that not all systems define the same set of signal names ; an *AttributeError* will be raised if a signal name is not defined as SIG* module level constant.

signal.**sigpending**()
Examine the set of signals that are pending for delivery to the calling thread (i.e., the signals which have been raised while blocked). Return the set of the pending signals.

Availability : Unix. See the man page *sigpending(2)* for further information.

See also *pause()*, *pthread_sigmask()* and *sigwait()*.

Nouveau dans la version 3.3.

signal.**sigwait**(*sigset*)
Suspend execution of the calling thread until the delivery of one of the signals specified in the signal set *sigset*. The function accepts the signal (removes it from the pending list of signals), and returns the signal number.

Availability : Unix. See the man page *sigwait(3)* for further information.

See also *pause()*, *pthread_sigmask()*, *sigpending()*, *sigwaitinfo()* and *sigtimedwait()*.

Nouveau dans la version 3.3.

signal.**sigwaitinfo**(*sigset*)
Suspend execution of the calling thread until the delivery of one of the signals specified in the signal set *sigset*. The function accepts the signal and removes it from the pending list of signals. If one of the signals in *sigset* is already pending for the calling thread, the function will return immediately with information about that signal. The signal handler is not called for the delivered signal. The function raises an *InterruptedError* if it is interrupted by a signal that is not in *sigset*.

The return value is an object representing the data contained in the siginfo_t structure, namely : si_signo, si_code, si_errno, si_pid, si_uid, si_status, si_band.

Availability : Unix. See the man page *sigwaitinfo(2)* for further information.

See also *pause()*, *sigwait()* and *sigtimedwait()*.

Nouveau dans la version 3.3.

Modifié dans la version 3.5 : The function is now retried if interrupted by a signal not in *sigset* and the signal handler does not raise an exception (see **PEP 475** for the rationale).

signal.**sigtimedwait**(*sigset*, *timeout*)
Like *sigwaitinfo()*, but takes an additional *timeout* argument specifying a timeout. If *timeout* is specified as 0, a poll is performed. Returns *None* if a timeout occurs.

Availability : Unix. See the man page *sigtimedwait(2)* for further information.

See also *pause()*, *sigwait()* and *sigwaitinfo()*.

Nouveau dans la version 3.3.

Modifié dans la version 3.5 : The function is now retried with the recomputed *timeout* if interrupted by a signal not in *sigset* and the signal handler does not raise an exception (see **PEP 475** for the rationale).

19.8.3 Exemple

Here is a minimal example program. It uses the *alarm()* function to limit the time spent waiting to open a file ; this is useful if the file is for a serial device that may not be turned on, which would normally cause the *os.open()* to hang indefinitely. The solution is to set a 5-second alarm before opening the file ; if the operation takes too long, the alarm signal will be sent, and the handler raises an exception.

```
import signal, os

def handler(signum, frame):
    print('Signal handler called with signal', signum)
    raise OSError("Couldn't open device!")

# Set the signal handler and a 5-second alarm
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
signal.signal(signal.SIGALRM, handler)
signal.alarm(5)

# This open() may hang indefinitely
fd = os.open('/dev/ttyS0', os.O_RDWR)

signal.alarm(0)          # Disable the alarm
```

19.8.4 Note on SIGPIPE

Piping output of your program to tools like *head(1)* will cause a *SIGPIPE* signal to be sent to your process when the receiver of its standard output closes early. This results in an exception like `BrokenPipeError: [Errno 32] Broken pipe`. To handle this case, wrap your entry point to catch this exception as follows :

```
import os
import sys

def main():
    try:
        # simulate large output (your code replaces this loop)
        for x in range(10000):
            print("y")
        # flush output here to force SIGPIPE to be triggered
        # while inside this try block.
        sys.stdout.flush()
    except BrokenPipeError:
        # Python flushes standard streams on exit; redirect remaining output
        # to devnull to avoid another BrokenPipeError at shutdown
        devnull = os.open(os.devnull, os.O_WRONLY)
        os.dup2(devnull, sys.stdout.fileno())
        sys.exit(1)  # Python exits with error code 1 on EPIPE

if __name__ == '__main__':
    main()
```

Do not set *SIGPIPE*'s disposition to *SIG_DFL* in order to avoid *BrokenPipeError*. Doing that would cause your program to exit unexpectedly also whenever any socket connection is interrupted while your program is still writing to it.

19.9 mmap --- Memory-mapped file support

Memory-mapped file objects behave like both *bytearray* and like *file objects*. You can use mmap objects in most places where *bytearray* are expected ; for example, you can use the *re* module to search through a memory-mapped file. You can also change a single byte by doing `obj[index] = 97`, or change a subsequence by assigning to a slice : `obj[i1:i2] = b'...'`. You can also read and write data starting at the current file position, and `seek()` through the file to different positions.

A memory-mapped file is created by the *mmap* constructor, which is different on Unix and on Windows. In either case you must provide a file descriptor for a file opened for update. If you wish to map an existing Python file object, use its `fileno()` method to obtain the correct value for the *fileno* parameter. Otherwise, you can open the file using the *os.open()* function, which returns a file descriptor directly (the file still needs to be closed when done).

Note : If you want to create a memory-mapping for a writable, buffered file, you should *flush()* the file first. This is necessary to ensure that local modifications to the buffers are actually available to the mapping.

For both the Unix and Windows versions of the constructor, *access* may be specified as an optional keyword parameter. *access* accepts one of four values : ACCESS_READ, ACCESS_WRITE, or ACCESS_COPY to specify read-only, write-through or copy-on-write memory respectively, or ACCESS_DEFAULT to defer to *prot*. *access* can be used on both Unix and Windows. If *access* is not specified, Windows mmap returns a write-through mapping. The initial memory values for all three access types are taken from the specified file. Assignment to an ACCESS_READ memory map raises a *TypeError* exception. Assignment to an ACCESS_WRITE memory map affects both memory and the underlying file. Assignment to an ACCESS_COPY memory map affects memory but does not update the underlying file.

Modifié dans la version 3.7 : Added ACCESS_DEFAULT constant.

To map anonymous memory, -1 should be passed as the fileno along with the length.

class mmap.**mmap**(*fileno*, *length*, *tagname=None*, *access=ACCESS_DEFAULT*[, *offset*])

(Windows version) Maps *length* bytes from the file specified by the file handle *fileno*, and creates a mmap object. If *length* is larger than the current size of the file, the file is extended to contain *length* bytes. If *length* is 0, the maximum length of the map is the current size of the file, except that if the file is empty Windows raises an exception (you cannot create an empty mapping on Windows).

tagname, if specified and not None, is a string giving a tag name for the mapping. Windows allows you to have many different mappings against the same file. If you specify the name of an existing tag, that tag is opened, otherwise a new tag of this name is created. If this parameter is omitted or None, the mapping is created without a name. Avoiding the use of the tag parameter will assist in keeping your code portable between Unix and Windows.

offset may be specified as a non-negative integer offset. mmap references will be relative to the offset from the beginning of the file. *offset* defaults to 0. *offset* must be a multiple of the ALLOCATIONGRANULARITY.

class mmap.**mmap**(*fileno*, *length*, *flags=MAP_SHARED*, *prot=PROT_WRITE|PROT_READ*, *access=ACCESS_DEFAULT*[, *offset*])

(Unix version) Maps *length* bytes from the file specified by the file descriptor *fileno*, and returns a mmap object. If *length* is 0, the maximum length of the map will be the current size of the file when *mmap* is called.

flags specifies the nature of the mapping. MAP_PRIVATE creates a private copy-on-write mapping, so changes to the contents of the mmap object will be private to this process, and MAP_SHARED creates a mapping that's shared with all other processes mapping the same areas of the file. The default value is MAP_SHARED.

prot, if specified, gives the desired memory protection; the two most useful values are PROT_READ and PROT_WRITE, to specify that the pages may be read or written. *prot* defaults to PROT_READ | PROT_WRITE.

access may be specified in lieu of *flags* and *prot* as an optional keyword parameter. It is an error to specify both *flags*, *prot* and *access*. See the description of *access* above for information on how to use this parameter.

offset may be specified as a non-negative integer offset. mmap references will be relative to the offset from the beginning of the file. *offset* defaults to 0. *offset* must be a multiple of ALLOCATIONGRANULARITY which is equal to PAGESIZE on Unix systems.

To ensure validity of the created memory mapping the file specified by the descriptor *fileno* is internally automatically synchronized with physical backing store on Mac OS X and OpenVMS.

This example shows a simple way of using *mmap* :

```
import mmap

# write a simple example file
with open("hello.txt", "wb") as f:
    f.write(b"Hello Python!\n")

with open("hello.txt", "r+b") as f:
    # memory-map the file, size 0 means whole file
    mm = mmap.mmap(f.fileno(), 0)
    # read content via standard file methods
    print(mm.readline())  # prints b"Hello Python!\n"
    # read content via slice notation
    print(mm[:5])  # prints b"Hello"
    # update content using slice notation;
    # note that new content must have same size
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
    mm[6:] = b" world!\n"
    # ... and read again using standard file methods
    mm.seek(0)
    print(mm.readline())  # prints b"Hello  world!\n"
    # close the map
    mm.close()
```

mmap can also be used as a context manager in a `with` statement :

```
import mmap

with mmap.mmap(-1, 13) as mm:
    mm.write(b"Hello world!")
```

Nouveau dans la version 3.2 : Context manager support.

The next example demonstrates how to create an anonymous map and exchange data between the parent and child processes :

```
import mmap
import os

mm = mmap.mmap(-1, 13)
mm.write(b"Hello world!")

pid = os.fork()

if pid == 0:  # In a child process
    mm.seek(0)
    print(mm.readline())

    mm.close()
```

Memory-mapped file objects support the following methods :

close()
: Closes the mmap. Subsequent calls to other methods of the object will result in a ValueError exception being raised. This will not close the open file.

closed
: `True` if the file is closed.

  Nouveau dans la version 3.2.

find(*sub*[, *start*[, *end*]])
: Returns the lowest index in the object where the subsequence *sub* is found, such that *sub* is contained in the range [*start*, *end*]. Optional arguments *start* and *end* are interpreted as in slice notation. Returns `-1` on failure.

  Modifié dans la version 3.5 : N'importe quel *bytes-like object* est maintenant accepté.

flush([*offset*[, *size*]])
: Flushes changes made to the in-memory copy of a file back to disk. Without use of this call there is no guarantee that changes are written back before the object is destroyed. If *offset* and *size* are specified, only changes to the given range of bytes will be flushed to disk ; otherwise, the whole extent of the mapping is flushed. *offset* must be a multiple of the `PAGESIZE` or `ALLOCATIONGRANULARITY`.

  (Windows version) A nonzero value returned indicates success ; zero indicates failure.

  (Unix version) A zero value is returned to indicate success. An exception is raised when the call failed.

move(*dest*, *src*, *count*)
: Copy the *count* bytes starting at offset *src* to the destination index *dest*. If the mmap was created with `ACCESS_READ`, then calls to move will raise a *TypeError* exception.

read([*n*])
: Return a *bytes* containing up to *n* bytes starting from the current file position. If the argument is omitted, `None` or negative, return all bytes from the current file position to the end of the mapping. The file position is updated to point after the bytes that were returned.

  Modifié dans la version 3.3 : Argument can be omitted or `None`.

read_byte()
Returns a byte at the current file position as an integer, and advances the file position by 1.

readline()
Returns a single line, starting at the current file position and up to the next newline.

resize(*newsize*)
Resizes the map and the underlying file, if any. If the mmap was created with ACCESS_READ or ACCESS_COPY, resizing the map will raise a *TypeError* exception.

rfind(*sub*[, *start*[, *end*]])
Returns the highest index in the object where the subsequence *sub* is found, such that *sub* is contained in the range [*start*, *end*]. Optional arguments *start* and *end* are interpreted as in slice notation. Returns -1 on failure.

Modifié dans la version 3.5 : N'importe quel *bytes-like object* est maintenant accepté.

seek(*pos*[, *whence*])
Set the file's current position. *whence* argument is optional and defaults to os.SEEK_SET or 0 (absolute file positioning); other values are os.SEEK_CUR or 1 (seek relative to the current position) and os.SEEK_END or 2 (seek relative to the file's end).

size()
Return the length of the file, which can be larger than the size of the memory-mapped area.

tell()
Returns the current position of the file pointer.

write(*bytes*)
Write the bytes in *bytes* into memory at the current position of the file pointer and return the number of bytes written (never less than len(bytes), since if the write fails, a *ValueError* will be raised). The file position is updated to point after the bytes that were written. If the mmap was created with ACCESS_READ, then writing to it will raise a *TypeError* exception.

Modifié dans la version 3.5 : N'importe quel *bytes-like object* est maintenant accepté.

Modifié dans la version 3.6 : The number of bytes written is now returned.

write_byte(*byte*)
Write the integer *byte* into memory at the current position of the file pointer; the file position is advanced by 1. If the mmap was created with ACCESS_READ, then writing to it will raise a *TypeError* exception.

CHAPITRE 20

Traitement des données provenant d'Internet

Ce chapitre décrit les modules qui prennent en charge le traitement des formats de données couramment utilisés sur Internet.

20.1 `email` — Un paquet de gestion des e-mails et MIME

Code source : Lib/email/__init__.py

Le paquet *email* est une bibliothèque pour gérer les e-mails. Il est spécifiquement conçu pour ne pas gérer les envois d'e-mails vers SMTP (**RFC 2821**), NNTP, ou autres serveurs ; ces fonctions sont du ressort des modules comme *smtplib* et *nntplib*. Le paquet *email* tente de respecter les RFC autant que possible, il gère **RFC 5233** et **RFC 6532**, ainsi que les RFCs en rapport avec les MIME comme **RFC 2045**, **RFC 2046**, **RFC 2047**, **RFC 2183**, et **RFC 2231**.

Ce paquet peut être divisé entre trois composants majeurs, et un quatrième composant qui contrôle le comportement des trois autres.

Le composant central du paquet est un "modèle d'objet" qui représente les messages. Une application interagit avec le paquet, dans un premier temps, à travers l'interface de modèle d'objet définie dans le sous-module *message*. L'application peut utiliser cette API pour poser des questions à propos d'un mail existant, pour créer un nouvel e-mail, ou ajouter ou retirer des sous-composants d'e-mail qui utilisent la même interface de modèle d'objet. Suivant la nature des messages et leurs sous-composants MIME, le modèle d'objet d'e-mail est une structure arborescente d'objets qui fournit tout à l'API de *EmailMessage*.

Les deux autres composants majeurs de ce paquet sont l'analyseur (*parser*) et le générateur (*generator*). L'analyseur prend la version sérialisée d'un e-mail (un flux d'octets) et le convertit en une arborescence d'objets *EmailMessage*. Le générateur prend un objet *EmailMessage* et le retransforme en un flux d'octets sérialisé (l'analyseur et le générateur gèrent aussi des suites de caractères textuels, mais cette utilisation est déconseillée car il est très facile de finir avec des messages invalides d'une manière ou d'une autre).

Le composant de contrôle est le module *policy*. Chaque *EmailMessage*, chaque *generator* et chaque *parser* possède un objet associé *policy* qui contrôle son comportement. Habituellement une application n'a besoin de spécifier la politique que quand un *EmailMessage* est créé, soit en instanciant directement un *EmailMessage* pour créer un nouvel e-mail, soit lors de l'analyse d'un flux entrant en utilisant un *parser*. Mais la politique peut être changée quand le message est sérialisé en utilisant un *generator*. Cela permet, par exemple, d'analyser un message e-mail générique du disque, puis de le sérialiser en utilisant une configuration SMTP standard quand on l'envoie vers un serveur d'e-mail.

Le paquet *email* fait son maximum pour cacher les détails des différentes RFCs de référence à l'application. Conceptuellement, l'application doit être capable de traiter l'e-mail comme une arborescence structurée de texte Unicode et de pièces jointes binaires, sans avoir à se préoccuper de leur représentation sérialisée. Dans la pratique, cependant, il est souvent nécessaire d'être conscient d'au moins quelques règles relatives aux messages MIME et à leur structure, en particulier les noms et natures des "types de contenus" et comment ils identifient les documents à plusieurs parties. Pour la plupart, cette connaissance devrait seulement être nécessaire pour des applications plus complexes, et même là, il devrait être question des structures de haut niveau et non des détails sur la manière dont elles sont représentées. Comme les types de contenus MIME sont couramment utilisés dans les logiciels internet modernes (et non uniquement les e-mails), les développeurs sont généralement familiers de ce concept.

La section suivante décrit les fonctionnalités du paquet `email`. Nous commençons avec le modèle d'objet `message`, qui est la principale interface qu'une application utilise, et continuons avec les composants `parser` et `generator`. Ensuite, nous couvrons les contrôles `policy`, qui complètent le traitement des principaux composants de la bibliothèque.

Les trois prochaines sections couvrent les exceptions que le paquet peut rencontrer et les imperfections (non-respect des RFCs) que le module `parser` peut détecter. Ensuite nous couvrons les sous-composants `headerregistry` et `contentmanager`, qui fournissent des outils pour faire des manipulations plus détaillées des en-têtes et du contenu, respectivement. Les deux composants contiennent des fonctionnalités adaptées pour traiter et produire des messages qui sortent de l'ordinaire, et elles documentent aussi leurs API pour pouvoir les étendre, ce qui ne manquera pas d'intéresser les applications avancées.

Ci-dessous se trouve un ensemble d'exemples d'utilisations des éléments fondamentaux des API couvertes dans les sections précédentes.

Ce que nous venons d'aborder constitue l'API moderne (compatible Unicode) du paquet *email*. Les sections restantes, commençant par la classe `Message`, couvrent l'API héritée `compat32` qui traite beaucoup plus directement des détails sur la manière dont les e-mails sont représentés. L'API `compat32` ne cache *pas* les détails des RFCs à l'application, mais pour les applications qui requièrent d'opérer à ce niveau, elle peut être un outil pratique. Cette documentation est aussi pertinente pour les applications qui utilisent toujours l'API `compat32` pour des raisons de rétrocompatibilité.

Modifié dans la version 3.6 : Documents réorganisés et réécrits pour promouvoir la nouvelle API `EmailMessage`/`EmailPolicy`.

Contenus de la documentation du paquet `email` :

20.1.1 `email.message` : Representing an email message

Source code : Lib/email/message.py

Nouveau dans la version 3.6 : [1]

The central class in the `email` package is the `EmailMessage` class, imported from the `email.message` module. It is the base class for the `email` object model. `EmailMessage` provides the core functionality for setting and querying header fields, for accessing message bodies, and for creating or modifying structured messages.

An email message consists of *headers* and a *payload* (which is also referred to as the *content*). Headers are **RFC 5322** or **RFC 6532** style field names and values, where the field name and value are separated by a colon. The colon is not part of either the field name or the field value. The payload may be a simple text message, or a binary object, or a structured sequence of sub-messages each with their own set of headers and their own payload. The latter type of payload is indicated by the message having a MIME type such as `multipart/*` or `message/rfc822`.

The conceptual model provided by an `EmailMessage` object is that of an ordered dictionary of headers coupled with a *payload* that represents the **RFC 5322** body of the message, which might be a list of sub-`EmailMessage` objects. In addition to the normal dictionary methods for accessing the header names and values, there are methods for accessing specialized information from the headers (for example the MIME content type), for operating on the payload, for generating a serialized version of the message, and for recursively walking over the object tree.

1. Originally added in 3.4 as a *provisional module*. Docs for legacy message class moved to *email.message.Message : Representing an email message using the compat32 API*.

The *EmailMessage* dictionary-like interface is indexed by the header names, which must be ASCII values. The values of the dictionary are strings with some extra methods. Headers are stored and returned in case-preserving form, but field names are matched case-insensitively. Unlike a real dict, there is an ordering to the keys, and there can be duplicate keys. Additional methods are provided for working with headers that have duplicate keys.

The *payload* is either a string or bytes object, in the case of simple message objects, or a list of *EmailMessage* objects, for MIME container documents such as *multipart/** and *message/rfc822* message objects.

class email.message.**EmailMessage**(*policy=default*)

If *policy* is specified use the rules it specifies to update and serialize the representation of the message. If *policy* is not set, use the *default* policy, which follows the rules of the email RFCs except for line endings (instead of the RFC mandated \r\n, it uses the Python standard \n line endings). For more information see the *policy* documentation.

as_string(*unixfrom=False*, *maxheaderlen=None*, *policy=None*)

Return the entire message flattened as a string. When optional *unixfrom* is true, the envelope header is included in the returned string. *unixfrom* defaults to False. For backward compatibility with the base *Message* class *maxheaderlen* is accepted, but defaults to None, which means that by default the line length is controlled by the max_line_length of the policy. The *policy* argument may be used to override the default policy obtained from the message instance. This can be used to control some of the formatting produced by the method, since the specified *policy* will be passed to the *Generator*.

Flattening the message may trigger changes to the *EmailMessage* if defaults need to be filled in to complete the transformation to a string (for example, MIME boundaries may be generated or modified).

Note that this method is provided as a convenience and may not be the most useful way to serialize messages in your application, especially if you are dealing with multiple messages. See *email.generator.Generator* for a more flexible API for serializing messages. Note also that this method is restricted to producing messages serialized as "7 bit clean" when *utf8* is False, which is the default.

Modifié dans la version 3.6 : the default behavior when *maxheaderlen* is not specified was changed from defaulting to 0 to defaulting to the value of *max_line_length* from the policy.

__str__()

Equivalent to as_string(policy=self.policy.clone(utf8=True)). Allows str(msg) to produce a string containing the serialized message in a readable format.

Modifié dans la version 3.4 : the method was changed to use utf8=True, thus producing an **RFC 6531**-like message representation, instead of being a direct alias for *as_string()*.

as_bytes(*unixfrom=False*, *policy=None*)

Return the entire message flattened as a bytes object. When optional *unixfrom* is true, the envelope header is included in the returned string. *unixfrom* defaults to False. The *policy* argument may be used to override the default policy obtained from the message instance. This can be used to control some of the formatting produced by the method, since the specified *policy* will be passed to the *BytesGenerator*.

Flattening the message may trigger changes to the *EmailMessage* if defaults need to be filled in to complete the transformation to a string (for example, MIME boundaries may be generated or modified).

Note that this method is provided as a convenience and may not be the most useful way to serialize messages in your application, especially if you are dealing with multiple messages. See *email.generator.BytesGenerator* for a more flexible API for serializing messages.

__bytes__()

Equivalent to *as_bytes()*. Allows bytes(msg) to produce a bytes object containing the serialized message.

is_multipart()

Return True if the message's payload is a list of sub-*EmailMessage* objects, otherwise return False. When *is_multipart()* returns False, the payload should be a string object (which might be a CTE encoded binary payload). Note that *is_multipart()* returning True does not necessarily mean that "msg.get_content_maintype() == 'multipart'" will return the True. For example, is_multipart will return True when the *EmailMessage* is of type message/rfc822.

set_unixfrom(*unixfrom*)

Set the message's envelope header to *unixfrom*, which should be a string. (See *mboxMessage* for a brief description of this header.)

get_unixfrom()

Return the message's envelope header. Defaults to None if the envelope header was never set.

The following methods implement the mapping-like interface for accessing the message's headers. Note that there are some semantic differences between these methods and a normal mapping (i.e. dictionary) interface. For example, in a dictionary there are no duplicate keys, but here there may be duplicate message headers. Also, in dictionaries there is no guaranteed order to the keys returned by *keys()*, but in an *EmailMessage* object, headers are always returned in the order they appeared in the original message, or in which they were added to the message later. Any header deleted and then re-added is always appended to the end of the header list.

These semantic differences are intentional and are biased toward convenience in the most common use cases.

Note that in all cases, any envelope header present in the message is not included in the mapping interface.

__len__()
Return the total number of headers, including duplicates.

__contains__(*name*)
Return `True` if the message object has a field named *name*. Matching is done without regard to case and *name* does not include the trailing colon. Used for the `in` operator. For example :

```
if 'message-id' in myMessage:
   print('Message-ID:', myMessage['message-id'])
```

__getitem__(*name*)
Return the value of the named header field. *name* does not include the colon field separator. If the header is missing, `None` is returned ; a *KeyError* is never raised.

Note that if the named field appears more than once in the message's headers, exactly which of those field values will be returned is undefined. Use the *get_all()* method to get the values of all the extant headers named *name*.

Using the standard (non-`compat32`) policies, the returned value is an instance of a subclass of *email.headerregistry.BaseHeader*.

__setitem__(*name*, *val*)
Add a header to the message with field name *name* and value *val*. The field is appended to the end of the message's existing headers.

Note that this does *not* overwrite or delete any existing header with the same name. If you want to ensure that the new header is the only one present in the message with field name *name*, delete the field first, e.g. :

```
del msg['subject']
msg['subject'] = 'Python roolz!'
```

If the `policy` defines certain headers to be unique (as the standard policies do), this method may raise a *ValueError* when an attempt is made to assign a value to such a header when one already exists. This behavior is intentional for consistency's sake, but do not depend on it as we may choose to make such assignments do an automatic deletion of the existing header in the future.

__delitem__(*name*)
Delete all occurrences of the field with name *name* from the message's headers. No exception is raised if the named field isn't present in the headers.

keys()
Return a list of all the message's header field names.

values()
Return a list of all the message's field values.

items()
Return a list of 2-tuples containing all the message's field headers and values.

get(*name*, *failobj=None*)
Return the value of the named header field. This is identical to *__getitem__()* except that optional *failobj* is returned if the named header is missing (*failobj* defaults to `None`).

Here are some additional useful header related methods :

get_all(*name*, *failobj=None*)
Return a list of all the values for the field named *name*. If there are no such named headers in the message, *failobj* is returned (defaults to `None`).

add_header(*_name*, *_value*, ***_params*)
Extended header setting. This method is similar to *__setitem__()* except that additional header

parameters can be provided as keyword arguments. *_name* is the header field to add and *_value* is the *primary* value for the header.

For each item in the keyword argument dictionary *_params*, the key is taken as the parameter name, with underscores converted to dashes (since dashes are illegal in Python identifiers). Normally, the parameter will be added as `key="value"` unless the value is `None`, in which case only the key will be added.

If the value contains non-ASCII characters, the charset and language may be explicitly controlled by specifying the value as a three tuple in the format `(CHARSET, LANGUAGE, VALUE)`, where `CHARSET` is a string naming the charset to be used to encode the value, `LANGUAGE` can usually be set to `None` or the empty string (see **RFC 2231** for other possibilities), and `VALUE` is the string value containing non-ASCII code points. If a three tuple is not passed and the value contains non-ASCII characters, it is automatically encoded in **RFC 2231** format using a `CHARSET` of `utf-8` and a `LANGUAGE` of `None`.

Voici un exemple :

```
msg.add_header('Content-Disposition', 'attachment', filename='bud.gif')
```

This will add a header that looks like

```
Content-Disposition: attachment; filename="bud.gif"
```

An example of the extended interface with non-ASCII characters :

```
msg.add_header('Content-Disposition', 'attachment',
               filename=('iso-8859-1', '', 'Fußballer.ppt'))
```

replace_header(*_name*, *_value*)
Replace a header. Replace the first header found in the message that matches *_name*, retaining header order and field name case of the original header. If no matching header is found, raise a *KeyError*.

get_content_type()
Return the message's content type, coerced to lower case of the form *maintype/subtype*. If there is no *Content-Type* header in the message return the value returned by *get_default_type()*. If the *Content-Type* header is invalid, return `text/plain`.

(According to **RFC 2045**, messages always have a default type, *get_content_type()* will always return a value. **RFC 2045** defines a message's default type to be *text/plain* unless it appears inside a *multipart/digest* container, in which case it would be *message/rfc822*. If the *Content-Type* header has an invalid type specification, **RFC 2045** mandates that the default type be *text/plain*.)

get_content_maintype()
Return the message's main content type. This is the *maintype* part of the string returned by *get_content_type()*.

get_content_subtype()
Return the message's sub-content type. This is the *subtype* part of the string returned by *get_content_type()*.

get_default_type()
Return the default content type. Most messages have a default content type of *text/plain*, except for messages that are subparts of *multipart/digest* containers. Such subparts have a default content type of *message/rfc822*.

set_default_type(*ctype*)
Set the default content type. *ctype* should either be *text/plain* or *message/rfc822*, although this is not enforced. The default content type is not stored in the *Content-Type* header, so it only affects the return value of the `get_content_type` methods when no *Content-Type* header is present in the message.

set_param(*param*, *value*, *header='Content-Type'*, *requote=True*, *charset=None*, *language=''*, *replace=False*)
Set a parameter in the *Content-Type* header. If the parameter already exists in the header, replace its value with *value*. When *header* is `Content-Type` (the default) and the header does not yet exist in the message, add it, set its value to *text/plain*, and append the new parameter value. Optional *header* specifies an alternative header to *Content-Type*.

If the value contains non-ASCII characters, the charset and language may be explicitly specified using the optional *charset* and *language* parameters. Optional *language* specifies the **RFC 2231** language, defaulting

to the empty string. Both *charset* and *language* should be strings. The default is to use the `utf8` *charset* and `None` for the *language*.

If *replace* is `False` (the default) the header is moved to the end of the list of headers. If *replace* is `True`, the header will be updated in place.

Use of the *requote* parameter with *EmailMessage* objects is deprecated.

Note that existing parameter values of headers may be accessed through the `params` attribute of the header value (for example, `msg['Content-Type'].params['charset']`).

Modifié dans la version 3.4 : `replace` keyword was added.

del_param(*param*, *header='content-type'*, *requote=True*)

Remove the given parameter completely from the *Content-Type* header. The header will be re-written in place without the parameter or its value. Optional *header* specifies an alternative to *Content-Type*.

Use of the *requote* parameter with *EmailMessage* objects is deprecated.

get_filename(*failobj=None*)

Return the value of the `filename` parameter of the *Content-Disposition* header of the message. If the header does not have a `filename` parameter, this method falls back to looking for the `name` parameter on the *Content-Type* header. If neither is found, or the header is missing, then *failobj* is returned. The returned string will always be unquoted as per *email.utils.unquote()*.

get_boundary(*failobj=None*)

Return the value of the `boundary` parameter of the *Content-Type* header of the message, or *failobj* if either the header is missing, or has no `boundary` parameter. The returned string will always be unquoted as per *email.utils.unquote()*.

set_boundary(*boundary*)

Set the `boundary` parameter of the *Content-Type* header to *boundary*. *set_boundary()* will always quote *boundary* if necessary. A *HeaderParseError* is raised if the message object has no *Content-Type* header.

Note that using this method is subtly different from deleting the old *Content-Type* header and adding a new one with the new boundary via *add_header()*, because *set_boundary()* preserves the order of the *Content-Type* header in the list of headers.

get_content_charset(*failobj=None*)

Return the `charset` parameter of the *Content-Type* header, coerced to lower case. If there is no *Content-Type* header, or if that header has no `charset` parameter, *failobj* is returned.

get_charsets(*failobj=None*)

Return a list containing the character set names in the message. If the message is a *multipart*, then the list will contain one element for each subpart in the payload, otherwise, it will be a list of length 1.

Each item in the list will be a string which is the value of the `charset` parameter in the *Content-Type* header for the represented subpart. If the subpart has no *Content-Type* header, no `charset` parameter, or is not of the *text* main MIME type, then that item in the returned list will be *failobj*.

is_attachment()

Return `True` if there is a *Content-Disposition* header and its (case insensitive) value is `attachment`, `False` otherwise.

Modifié dans la version 3.4.2 : is_attachment is now a method instead of a property, for consistency with *is_multipart()*.

get_content_disposition()

Return the lowercased value (without parameters) of the message's *Content-Disposition* header if it has one, or `None`. The possible values for this method are *inline*, *attachment* or `None` if the message follows **RFC 2183**.

Nouveau dans la version 3.5.

The following methods relate to interrogating and manipulating the content (payload) of the message.

walk()

The *walk()* method is an all-purpose generator which can be used to iterate over all the parts and subparts of a message object tree, in depth-first traversal order. You will typically use *walk()* as the iterator in a `for` loop; each iteration returns the next subpart.

Here's an example that prints the MIME type of every part of a multipart message structure :

```
>>> for part in msg.walk():
...     print(part.get_content_type())
multipart/report
text/plain
message/delivery-status
text/plain
text/plain
message/rfc822
text/plain
```

`walk` iterates over the subparts of any part where *`is_multipart()`* returns `True`, even though `msg.get_content_maintype() == 'multipart'` may return `False`. We can see this in our example by making use of the `_structure` debug helper function :

```
>>> for part in msg.walk():
...     print(part.get_content_maintype() == 'multipart',
...           part.is_multipart())
True True
False False
False True
False False
False False
False True
False False
>>> _structure(msg)
multipart/report
    text/plain
    message/delivery-status
        text/plain
        text/plain
    message/rfc822
        text/plain
```

Here the `message` parts are not `multiparts`, but they do contain subparts. `is_multipart()` returns `True` and `walk` descends into the subparts.

`get_body` (*preferencelist=('related', 'html', 'plain')*)

Return the MIME part that is the best candidate to be the "body" of the message.

preferencelist must be a sequence of strings from the set `related`, `html`, and `plain`, and indicates the order of preference for the content type of the part returned.

Start looking for candidate matches with the object on which the `get_body` method is called.

If `related` is not included in *preferencelist*, consider the root part (or subpart of the root part) of any related encountered as a candidate if the (sub-)part matches a preference.

When encountering a `multipart/related`, check the `start` parameter and if a part with a matching *`Content-ID`* is found, consider only it when looking for candidate matches. Otherwise consider only the first (default root) part of the `multipart/related`.

If a part has a *`Content-Disposition`* header, only consider the part a candidate match if the value of the header is `inline`.

If none of the candidates matches any of the preferences in *preferencelist*, return `None`.

Notes : (1) For most applications the only *preferencelist* combinations that really make sense are `('plain',)`, `('html', 'plain')`, and the default `('related', 'html', 'plain')`. (2) Because matching starts with the object on which `get_body` is called, calling `get_body` on a `multipart/related` will return the object itself unless *preferencelist* has a non-default value. (3) Messages (or message parts) that do not specify a *`Content-Type`* or whose *`Content-Type`* header is invalid will be treated as if they are of type `text/plain`, which may occasionally cause `get_body` to return unexpected results.

`iter_attachments`()

Return an iterator over all of the immediate sub-parts of the message that are not candidate "body" parts. That is, skip the first occurrence of each of `text/plain`, `text/html`, `multipart/related`, or `multipart/alternative` (unless they are explicitly marked as attachments via *`Content-Disposition: attachment`*), and return all remaining parts. When applied directly

to a multipart/related, return an iterator over the all the related parts except the root part (ie : the part pointed to by the start parameter, or the first part if there is no start parameter or the start parameter doesn't match the *Content-ID* of any of the parts). When applied directly to a multipart/alternative or a non-multipart, return an empty iterator.

iter_parts()
Return an iterator over all of the immediate sub-parts of the message, which will be empty for a non-multipart. (See also *walk()*.)

get_content(**args*, *content_manager=None*, ***kw*)
Call the *get_content()* method of the *content_manager*, passing self as the message object, and passing along any other arguments or keywords as additional arguments. If *content_manager* is not specified, use the content_manager specified by the current *policy*.

set_content(**args*, *content_manager=None*, ***kw*)
Call the *set_content()* method of the *content_manager*, passing self as the message object, and passing along any other arguments or keywords as additional arguments. If *content_manager* is not specified, use the content_manager specified by the current *policy*.

make_related(*boundary=None*)
Convert a non-multipart message into a multipart/related message, moving any existing *Content-* headers and payload into a (new) first part of the multipart. If *boundary* is specified, use it as the boundary string in the multipart, otherwise leave the boundary to be automatically created when it is needed (for example, when the message is serialized).

make_alternative(*boundary=None*)
Convert a non-multipart or a multipart/related into a multipart/alternative, moving any existing *Content-* headers and payload into a (new) first part of the multipart. If *boundary* is specified, use it as the boundary string in the multipart, otherwise leave the boundary to be automatically created when it is needed (for example, when the message is serialized).

make_mixed(*boundary=None*)
Convert a non-multipart, a multipart/related, or a multipart-alternative into a multipart/mixed, moving any existing *Content-* headers and payload into a (new) first part of the multipart. If *boundary* is specified, use it as the boundary string in the multipart, otherwise leave the boundary to be automatically created when it is needed (for example, when the message is serialized).

add_related(**args*, *content_manager=None*, ***kw*)
If the message is a multipart/related, create a new message object, pass all of the arguments to its *set_content()* method, and *attach()* it to the multipart. If the message is a non-multipart, call *make_related()* and then proceed as above. If the message is any other type of multipart, raise a *TypeError*. If *content_manager* is not specified, use the content_manager specified by the current *policy*. If the added part has no *Content-Disposition* header, add one with the value inline.

add_alternative(**args*, *content_manager=None*, ***kw*)
If the message is a multipart/alternative, create a new message object, pass all of the arguments to its *set_content()* method, and *attach()* it to the multipart. If the message is a non-multipart or multipart/related, call *make_alternative()* and then proceed as above. If the message is any other type of multipart, raise a *TypeError*. If *content_manager* is not specified, use the content_manager specified by the current *policy*.

add_attachment(**args*, *content_manager=None*, ***kw*)
If the message is a multipart/mixed, create a new message object, pass all of the arguments to its *set_content()* method, and *attach()* it to the multipart. If the message is a non-multipart, multipart/related, or multipart/alternative, call *make_mixed()* and then proceed as above. If *content_manager* is not specified, use the content_manager specified by the current *policy*. If the added part has no *Content-Disposition* header, add one with the value attachment. This method can be used both for explicit attachments (*Content-Disposition: attachment*) and inline attachments (*Content-Disposition: inline*), by passing appropriate options to the content_manager.

clear()
Remove the payload and all of the headers.

clear_content()
Remove the payload and all of the Content- headers, leaving all other headers intact and in their

original order.

EmailMessage objects have the following instance attributes :

preamble
The format of a MIME document allows for some text between the blank line following the headers, and the first multipart boundary string. Normally, this text is never visible in a MIME-aware mail reader because it falls outside the standard MIME armor. However, when viewing the raw text of the message, or when viewing the message in a non-MIME aware reader, this text can become visible.

The *preamble* attribute contains this leading extra-armor text for MIME documents. When the *Parser* discovers some text after the headers but before the first boundary string, it assigns this text to the message's *preamble* attribute. When the *Generator* is writing out the plain text representation of a MIME message, and it finds the message has a *preamble* attribute, it will write this text in the area between the headers and the first boundary. See *email.parser* and *email.generator* for details.

Note that if the message object has no preamble, the *preamble* attribute will be `None`.

epilogue
The *epilogue* attribute acts the same way as the *preamble* attribute, except that it contains text that appears between the last boundary and the end of the message. As with the *preamble*, if there is no epilog text this attribute will be `None`.

defects
The *defects* attribute contains a list of all the problems found when parsing this message. See *email.errors* for a detailed description of the possible parsing defects.

class email.message.**MIMEPart**(*policy=default*)
This class represents a subpart of a MIME message. It is identical to *EmailMessage*, except that no *MIME-Version* headers are added when *set_content()* is called, since sub-parts do not need their own *MIME-Version* headers.

Notes

20.1.2 email.parser : Analyser des e-mails

Code source : Lib/email/parser.py

Les instances de messages peuvent être créées de deux façons : elles peuvent être créées de toutes pièces en créant un objet `EmailMessage`, en ajoutant des en-têtes en utilisant l'interface de dictionnaire, et en ajoutant un ou plusieurs corps de message en utilisant `set_content()` et les méthodes associées, ou ils peuvent être créées en analysant une représentation sérialisée de l'e-mail.

The *email* package provides a standard parser that understands most email document structures, including MIME documents. You can pass the parser a bytes, string or file object, and the parser will return to you the root *EmailMessage* instance of the object structure. For simple, non-MIME messages the payload of this root object will likely be a string containing the text of the message. For MIME messages, the root object will return `True` from its *is_multipart()* method, and the subparts can be accessed via the payload manipulation methods, such as *get_body()*, *iter_parts()*, and *walk()*.

There are actually two parser interfaces available for use, the *Parser* API and the incremental *FeedParser* API. The *Parser* API is most useful if you have the entire text of the message in memory, or if the entire message lives in a file on the file system. *FeedParser* is more appropriate when you are reading the message from a stream which might block waiting for more input (such as reading an email message from a socket). The *FeedParser* can consume and parse the message incrementally, and only returns the root object when you close the parser.

Note that the parser can be extended in limited ways, and of course you can implement your own parser completely from scratch. All of the logic that connects the *email* package's bundled parser and the *EmailMessage* class is embodied in the `policy` class, so a custom parser can create message object trees any way it finds necessary by implementing custom versions of the appropriate `policy` methods.

API *FeedParser*

The `BytesFeedParser`, imported from the `email.feedparser` module, provides an API that is conducive to incremental parsing of email messages, such as would be necessary when reading the text of an email message from a source that can block (such as a socket). The `BytesFeedParser` can of course be used to parse an email message fully contained in a *bytes-like object*, string, or file, but the `BytesParser` API may be more convenient for such use cases. The semantics and results of the two parser APIs are identical.

The `BytesFeedParser`'s API is simple ; you create an instance, feed it a bunch of bytes until there's no more to feed it, then close the parser to retrieve the root message object. The `BytesFeedParser` is extremely accurate when parsing standards-compliant messages, and it does a very good job of parsing non-compliant messages, providing information about how a message was deemed broken. It will populate a message object's `defects` attribute with a list of any problems it found in a message. See the `email.errors` module for the list of defects that it can find.

Voici l'API pour `BytesFeedParser` :

class email.parser.**BytesFeedParser**(*_factory=None*, ***, *policy=policy.compat32*)

Create a `BytesFeedParser` instance. Optional *_factory* is a no-argument callable ; if not specified use the `message_factory` from the *policy*. Call *_factory* whenever a new message object is needed.

If *policy* is specified use the rules it specifies to update the representation of the message. If *policy* is not set, use the `compat32` policy, which maintains backward compatibility with the Python 3.2 version of the email package and provides `Message` as the default factory. All other policies provide `EmailMessage` as the default *_factory*. For more information on what else *policy* controls, see the `policy` documentation.

Note : **The policy keyword should always be specified** ; The default will change to `email.policy.default` in a future version of Python.

Nouveau dans la version 3.2.

Modifié dans la version 3.3 : Added the *policy* keyword.

Modifié dans la version 3.6 : *_factory* defaults to the policy `message_factory`.

feed(*data*)

Feed the parser some more data. *data* should be a *bytes-like object* containing one or more lines. The lines can be partial and the parser will stitch such partial lines together properly. The lines can have any of the three common line endings : carriage return, newline, or carriage return and newline (they can even be mixed).

close()

Complete the parsing of all previously fed data and return the root message object. It is undefined what happens if `feed()` is called after this method has been called.

class email.parser.**FeedParser**(*_factory=None*, ***, *policy=policy.compat32*)

Works like `BytesFeedParser` except that the input to the `feed()` method must be a string. This is of limited utility, since the only way for such a message to be valid is for it to contain only ASCII text or, if `utf8` is `True`, no binary attachments.

Modifié dans la version 3.3 : Added the *policy* keyword.

API de *Parser*

The `BytesParser` class, imported from the `email.parser` module, provides an API that can be used to parse a message when the complete contents of the message are available in a *bytes-like object* or file. The `email.parser` module also provides `Parser` for parsing strings, and header-only parsers, `BytesHeaderParser` and `HeaderParser`, which can be used if you're only interested in the headers of the message. `BytesHeaderParser` and `HeaderParser` can be much faster in these situations, since they do not attempt to parse the message body, instead setting the payload to the raw body.

class email.parser.**BytesParser**(*_class=None*, ***, *policy=policy.compat32*)

Create a `BytesParser` instance. The *_class* and *policy* arguments have the same meaning and semantics as the *_factory* and *policy* arguments of `BytesFeedParser`.

Note : **The policy keyword should always be specified** ; The default will change to `email.policy.default` in a future version of Python.

Modifié dans la version 3.3 : Removed the *strict* argument that was deprecated in 2.4. Added the *policy* keyword.

Modifié dans la version 3.6 : *_class* defaults to the policy `message_factory`.

parse(*fp*, *headersonly=False*)

Read all the data from the binary file-like object *fp*, parse the resulting bytes, and return the message object. *fp* must support both the `readline()` and the `read()` methods.

The bytes contained in *fp* must be formatted as a block of **RFC 5322** (or, if `utf8` is `True`, **RFC 6532**) style headers and header continuation lines, optionally preceded by an envelope header. The header block is terminated either by the end of the data or by a blank line. Following the header block is the body of the message (which may contain MIME-encoded subparts, including subparts with a `Content-Transfer-Encoding` of `8bit`).

Optional *headersonly* is a flag specifying whether to stop parsing after reading the headers or not. The default is `False`, meaning it parses the entire contents of the file.

parsebytes(*bytes*, *headersonly=False*)

Similar to the `parse()` method, except it takes a *bytes-like object* instead of a file-like object. Calling this method on a *bytes-like object* is equivalent to wrapping *bytes* in a `BytesIO` instance first and calling `parse()`.

Optional *headersonly* is as with the `parse()` method.

Nouveau dans la version 3.2.

class email.parser.**BytesHeaderParser**(*_class=None*, ***, *policy=policy.compat32*)

Exactly like `BytesParser`, except that *headersonly* defaults to `True`.

Nouveau dans la version 3.3.

class email.parser.**Parser**(*_class=None*, ***, *policy=policy.compat32*)

This class is parallel to `BytesParser`, but handles string input.

Modifié dans la version 3.3 : Removed the *strict* argument. Added the *policy* keyword.

Modifié dans la version 3.6 : *_class* defaults to the policy `message_factory`.

parse(*fp*, *headersonly=False*)

Read all the data from the text-mode file-like object *fp*, parse the resulting text, and return the root message object. *fp* must support both the `readline()` and the `read()` methods on file-like objects.

Other than the text mode requirement, this method operates like `BytesParser.parse()`.

parsestr(*text*, *headersonly=False*)

Similar to the `parse()` method, except it takes a string object instead of a file-like object. Calling this method on a string is equivalent to wrapping *text* in a `StringIO` instance first and calling `parse()`.

Optional *headersonly* is as with the `parse()` method.

class email.parser.**HeaderParser**(*_class=None*, ***, *policy=policy.compat32*)

Exactly like `Parser`, except that *headersonly* defaults to `True`.

Since creating a message object structure from a string or a file object is such a common task, four functions are provided as a convenience. They are available in the top-level `email` package namespace.

email.**message_from_bytes**(*s*, *_class=None*, ***, *policy=policy.compat32*)

Return a message object structure from a *bytes-like object*. This is equivalent to `BytesParser().parsebytes(s)`. Optional *_class* and *policy* are interpreted as with the `BytesParser` class constructor.

Nouveau dans la version 3.2.

Modifié dans la version 3.3 : Removed the *strict* argument. Added the *policy* keyword.

email.**message_from_binary_file**(*fp*, *_class=None*, ***, *policy=policy.compat32*)

Return a message object structure tree from an open binary *file object*. This is equivalent to `BytesParser().parse(fp)`. *_class* and *policy* are interpreted as with the `BytesParser` class constructor.

Nouveau dans la version 3.2.

Modifié dans la version 3.3 : Removed the *strict* argument. Added the *policy* keyword.

email.**message_from_string**(*s*, *_class=None*, ***, *policy=policy.compat32*)

Return a message object structure from a string. This is equivalent to `Parser().parsestr(s)`. *_class* and *policy* are interpreted as with the `Parser` class constructor.

Modifié dans la version 3.3 : Removed the *strict* argument. Added the *policy* keyword.

email.**message_from_file**(*fp*, *_class=None*, *, *policy=policy.compat32*)

Return a message object structure tree from an open *file object*. This is equivalent to `Parser().parse(fp)`. *_class* and *policy* are interpreted as with the `Parser` class constructor.

Modifié dans la version 3.3 : Removed the *strict* argument. Added the *policy* keyword.

Modifié dans la version 3.6 : *_class* defaults to the policy `message_factory`.

Here's an example of how you might use `message_from_bytes()` at an interactive Python prompt :

```
>>> import email
>>> msg = email.message_from_bytes(myBytes)
```

Notes complémentaires

Voici des remarques sur la sémantique d'analyse :

- Most non-*multipart* type messages are parsed as a single message object with a string payload. These objects will return `False` for `is_multipart()`, and `iter_parts()` will yield an empty list.
- All *multipart* type messages will be parsed as a container message object with a list of sub-message objects for their payload. The outer container message will return `True` for `is_multipart()`, and `iter_parts()` will yield a list of subparts.
- Most messages with a content type of *message/** (such as *message/delivery-status* and *message/rfc822*) will also be parsed as container object containing a list payload of length 1. Their `is_multipart()` method will return `True`. The single element yielded by `iter_parts()` will be a sub-message object.
- Some non-standards-compliant messages may not be internally consistent about their *multipart*-edness. Such messages may have a *Content-Type* header of type *multipart*, but their `is_multipart()` method may return `False`. If such messages were parsed with the `FeedParser`, they will have an instance of the `MultipartInvariantViolationDefect` class in their *defects* attribute list. See `email.errors` for details.

20.1.3 `email.generator` : Generating MIME documents

Source code : Lib/email/generator.py

One of the most common tasks is to generate the flat (serialized) version of the email message represented by a message object structure. You will need to do this if you want to send your message via `smtplib.SMTP.sendmail()` or the `nntplib` module, or print the message on the console. Taking a message object structure and producing a serialized representation is the job of the generator classes.

As with the `email.parser` module, you aren't limited to the functionality of the bundled generator; you could write one from scratch yourself. However the bundled generator knows how to generate most email in a standards-compliant way, should handle MIME and non-MIME email messages just fine, and is designed so that the bytes-oriented parsing and generation operations are inverses, assuming the same non-transforming `policy` is used for both. That is, parsing the serialized byte stream via the `BytesParser` class and then regenerating the serialized byte stream using `BytesGenerator` should produce output identical to the input [1]. (On the other hand, using the generator on an `EmailMessage` constructed by program may result in changes to the `EmailMessage` object as defaults are filled in.)

The `Generator` class can be used to flatten a message into a text (as opposed to binary) serialized representation, but since Unicode cannot represent binary data directly, the message is of necessity transformed into something that contains only ASCII characters, using the standard email RFC Content Transfer Encoding techniques for encoding email messages for transport over channels that are not "8 bit clean".

1. This statement assumes that you use the appropriate setting for `unixfrom`, and that there are no `policy` settings calling for automatic adjustments (for example, `refold_source` must be `none`, which is *not* the default). It is also not 100% true, since if the message does not conform to the RFC standards occasionally information about the exact original text is lost during parsing error recovery. It is a goal to fix these latter edge cases when possible.

class email.generator.**BytesGenerator**(*outfp*, *mangle_from_=None*, *maxheaderlen=None*, ***, *policy=None*)

Return a *BytesGenerator* object that will write any message provided to the *flatten()* method, or any surrogateescape encoded text provided to the *write()* method, to the *file-like object* *outfp*. *outfp* must support a `write` method that accepts binary data.

If optional *mangle_from_* is `True`, put a > character in front of any line in the body that starts with the exact string `"From "`, that is `From` followed by a space at the beginning of a line. *mangle_from_* defaults to the value of the *mangle_from_* setting of the *policy* (which is `True` for the *compat32* policy and `False` for all others). *mangle_from_* is intended for use when messages are stored in unix mbox format (see *mailbox* and WHY THE CONTENT-LENGTH FORMAT IS BAD).

If *maxheaderlen* is not `None`, refold any header lines that are longer than *maxheaderlen*, or if `0`, do not rewrap any headers. If *manheaderlen* is `None` (the default), wrap headers and other message lines according to the *policy* settings.

If *policy* is specified, use that policy to control message generation. If *policy* is `None` (the default), use the policy associated with the *Message* or *EmailMessage* object passed to `flatten` to control the message generation. See *email.policy* for details on what *policy* controls.

Nouveau dans la version 3.2.

Modifié dans la version 3.3 : Added the *policy* keyword.

Modifié dans la version 3.6 : The default behavior of the *mangle_from_* and *maxheaderlen* parameters is to follow the policy.

flatten(*msg*, *unixfrom=False*, *linesep=None*)

Print the textual representation of the message object structure rooted at *msg* to the output file specified when the *BytesGenerator* instance was created.

If the *policy* option *cte_type* is `8bit` (the default), copy any headers in the original parsed message that have not been modified to the output with any bytes with the high bit set reproduced as in the original, and preserve the non-ASCII *Content-Transfer-Encoding* of any body parts that have them. If `cte_type` is `7bit`, convert the bytes with the high bit set as needed using an ASCII-compatible *Content-Transfer-Encoding*. That is, transform parts with non-ASCII *Content-Transfer-Encoding* (*Content-Transfer-Encoding: 8bit*) to an ASCII compatible *Content-Transfer-Encoding*, and encode RFC-invalid non-ASCII bytes in headers using the MIME `unknown-8bit` character set, thus rendering them RFC-compliant.

If *unixfrom* is `True`, print the envelope header delimiter used by the Unix mailbox format (see *mailbox*) before the first of the **RFC 5322** headers of the root message object. If the root object has no envelope header, craft a standard one. The default is `False`. Note that for subparts, no envelope header is ever printed.

If *linesep* is not `None`, use it as the separator character between all the lines of the flattened message. If *linesep* is `None` (the default), use the value specified in the *policy*.

clone(*fp*)

Return an independent clone of this *BytesGenerator* instance with the exact same option settings, and *fp* as the new *outfp*.

write(*s*)

Encode *s* using the `ASCII` codec and the `surrogateescape` error handler, and pass it to the *write* method of the *outfp* passed to the *BytesGenerator*'s constructor.

As a convenience, *EmailMessage* provides the methods *as_bytes()* and `bytes(aMessage)` (a.k.a. *__bytes__()*), which simplify the generation of a serialized binary representation of a message object. For more detail, see *email.message*.

Because strings cannot represent binary data, the *Generator* class must convert any binary data in any message it flattens to an ASCII compatible format, by converting them to an ASCII compatible *Content-Transfer_Encoding*. Using the terminology of the email RFCs, you can think of this as *Generator* serializing to an I/O stream that is not "8 bit clean". In other words, most applications will want to be using *BytesGenerator*, and not *Generator*.

class email.generator.**Generator**(*outfp*, *mangle_from_=None*, *maxheaderlen=None*, ***, *policy=None*)

Return a *Generator* object that will write any message provided to the *flatten()* method, or any text provided to the *write()* method, to the *file-like object* *outfp*. *outfp* must support a `write` method that accepts string data.

If optional *mangle_from_* is `True`, put a > character in front of any line in the body that starts with the exact string `"From "`, that is `From` followed by a space at the beginning of a line. *mangle_from_* defaults to the value of the *mangle_from_* setting of the *policy* (which is `True` for the *compat32* policy and `False` for all others). *mangle_from_* is intended for use when messages are stored in unix mbox format (see *mailbox* and WHY THE CONTENT-LENGTH FORMAT IS BAD).

If *maxheaderlen* is not `None`, refold any header lines that are longer than *maxheaderlen*, or if `0`, do not rewrap any headers. If *manheaderlen* is `None` (the default), wrap headers and other message lines according to the *policy* settings.

If *policy* is specified, use that policy to control message generation. If *policy* is `None` (the default), use the policy associated with the *Message* or *EmailMessage* object passed to `flatten` to control the message generation. See *email.policy* for details on what *policy* controls.

Modifié dans la version 3.3 : Added the *policy* keyword.

Modifié dans la version 3.6 : The default behavior of the *mangle_from_* and *maxheaderlen* parameters is to follow the policy.

flatten(*msg*, *unixfrom=False*, *linesep=None*)

Print the textual representation of the message object structure rooted at *msg* to the output file specified when the *Generator* instance was created.

If the *policy* option *cte_type* is `8bit`, generate the message as if the option were set to `7bit`. (This is required because strings cannot represent non-ASCII bytes.) Convert any bytes with the high bit set as needed using an ASCII-compatible *Content-Transfer-Encoding*. That is, transform parts with non-ASCII *Content-Transfer-Encoding* (*Content-Transfer-Encoding: 8bit*) to an ASCII compatible *Content-Transfer-Encoding*, and encode RFC-invalid non-ASCII bytes in headers using the MIME `unknown-8bit` character set, thus rendering them RFC-compliant.

If *unixfrom* is `True`, print the envelope header delimiter used by the Unix mailbox format (see *mailbox*) before the first of the **RFC 5322** headers of the root message object. If the root object has no envelope header, craft a standard one. The default is `False`. Note that for subparts, no envelope header is ever printed.

If *linesep* is not `None`, use it as the separator character between all the lines of the flattened message. If *linesep* is `None` (the default), use the value specified in the *policy*.

Modifié dans la version 3.2 : Added support for re-encoding `8bit` message bodies, and the *linesep* argument.

clone(*fp*)

Return an independent clone of this *Generator* instance with the exact same options, and *fp* as the new *outfp*.

write(*s*)

Write *s* to the *write* method of the *outfp* passed to the *Generator*'s constructor. This provides just enough file-like API for *Generator* instances to be used in the *print()* function.

As a convenience, *EmailMessage* provides the methods *as_string()* and `str(aMessage)` (a.k.a. *__str__()*), which simplify the generation of a formatted string representation of a message object. For more detail, see *email.message*.

The *email.generator* module also provides a derived class, *DecodedGenerator*, which is like the *Generator* base class, except that non-*text* parts are not serialized, but are instead represented in the output stream by a string derived from a template filled in with information about the part.

class email.generator.**DecodedGenerator**(*outfp*, *mangle_from_=None*, *maxheaderlen=None*, *fmt=None*, ***, *policy=None*)

Act like *Generator*, except that for any subpart of the message passed to *Generator.flatten()*, if the subpart is of main type *text*, print the decoded payload of the subpart, and if the main type is not *text*, instead of printing it fill in the string *fmt* using information from the part and print the resulting filled-in string.

To fill in *fmt*, execute `fmt % part_info`, where `part_info` is a dictionary composed of the following keys and values :

— `type` -- Full MIME type of the non-*text* part
— `maintype` -- Main MIME type of the non-*text* part
— `subtype` -- Sub-MIME type of the non-*text* part
— `filename` -- Filename of the non-*text* part
— `description` -- Description associated with the non-*text* part

— `encoding` -- Content transfer encoding of the non-*`text`* part

If *fmt* is `None`, use the following default *fmt* :

"[Non-text (%(type)s) part of message omitted, filename %(filename)s]"

Optional *_mangle_from_* and *maxheaderlen* are as with the *`Generator`* base class.

Notes

20.1.4 `email.policy` : Policy Objects

Nouveau dans la version 3.3.

Source code : Lib/email/policy.py

The *`email`* package's prime focus is the handling of email messages as described by the various email and MIME RFCs. However, the general format of email messages (a block of header fields each consisting of a name followed by a colon followed by a value, the whole block followed by a blank line and an arbitrary 'body'), is a format that has found utility outside of the realm of email. Some of these uses conform fairly closely to the main email RFCs, some do not. Even when working with email, there are times when it is desirable to break strict compliance with the RFCs, such as generating emails that interoperate with email servers that do not themselves follow the standards, or that implement extensions you want to use in ways that violate the standards.

Policy objects give the email package the flexibility to handle all these disparate use cases.

A *`Policy`* object encapsulates a set of attributes and methods that control the behavior of various components of the email package during use. *`Policy`* instances can be passed to various classes and methods in the email package to alter the default behavior. The settable values and their defaults are described below.

There is a default policy used by all classes in the email package. For all of the *`parser`* classes and the related convenience functions, and for the *`Message`* class, this is the *`Compat32`* policy, via its corresponding pre-defined instance *`compat32`*. This policy provides for complete backward compatibility (in some cases, including bug compatibility) with the pre-Python3.3 version of the email package.

This default value for the *policy* keyword to *`EmailMessage`* is the *`EmailPolicy`* policy, via its pre-defined instance *`default`*.

When a *`Message`* or *`EmailMessage`* object is created, it acquires a policy. If the message is created by a *`parser`*, a policy passed to the parser will be the policy used by the message it creates. If the message is created by the program, then the policy can be specified when it is created. When a message is passed to a *`generator`*, the generator uses the policy from the message by default, but you can also pass a specific policy to the generator that will override the one stored on the message object.

The default value for the *policy* keyword for the *`email.parser`* classes and the parser convenience functions **will be changing** in a future version of Python. Therefore you should **always specify explicitly which policy you want to use** when calling any of the classes and functions described in the *`parser`* module.

The first part of this documentation covers the features of *`Policy`*, an *abstract base class* that defines the features that are common to all policy objects, including *`compat32`*. This includes certain hook methods that are called internally by the email package, which a custom policy could override to obtain different behavior. The second part describes the concrete classes *`EmailPolicy`* and *`Compat32`*, which implement the hooks that provide the standard behavior and the backward compatible behavior and features, respectively.

`Policy` instances are immutable, but they can be cloned, accepting the same keyword arguments as the class constructor and returning a new *`Policy`* instance that is a copy of the original but with the specified attributes values changed.

As an example, the following code could be used to read an email message from a file on disk and pass it to the system `sendmail` program on a Unix system :

```
>>> from email import message_from_binary_file
>>> from email.generator import BytesGenerator
>>> from email import policy
>>> from subprocess import Popen, PIPE
>>> with open('mymsg.txt', 'rb') as f:
...     msg = message_from_binary_file(f, policy=policy.default)
>>> p = Popen(['sendmail', msg['To'].addresses[0]], stdin=PIPE)
>>> g = BytesGenerator(p.stdin, policy=msg.policy.clone(linesep='\r\n'))
>>> g.flatten(msg)
>>> p.stdin.close()
>>> rc = p.wait()
```

Here we are telling *BytesGenerator* to use the RFC correct line separator characters when creating the binary string to feed into `sendmail's stdin`, where the default policy would use `\n` line separators.

Some email package methods accept a *policy* keyword argument, allowing the policy to be overridden for that method. For example, the following code uses the *as_bytes()* method of the *msg* object from the previous example and writes the message to a file using the native line separators for the platform on which it is running :

```
>>> import os
>>> with open('converted.txt', 'wb') as f:
...     f.write(msg.as_bytes(policy=msg.policy.clone(linesep=os.linesep)))
17
```

Policy objects can also be combined using the addition operator, producing a policy object whose settings are a combination of the non-default values of the summed objects :

```
>>> compat_SMTP = policy.compat32.clone(linesep='\r\n')
>>> compat_strict = policy.compat32.clone(raise_on_defect=True)
>>> compat_strict_SMTP = compat_SMTP + compat_strict
```

This operation is not commutative ; that is, the order in which the objects are added matters. To illustrate :

```
>>> policy100 = policy.compat32.clone(max_line_length=100)
>>> policy80 = policy.compat32.clone(max_line_length=80)
>>> apolicy = policy100 + policy80
>>> apolicy.max_line_length
80
>>> apolicy = policy80 + policy100
>>> apolicy.max_line_length
100
```

class email.policy.**Policy**(***kw*)

This is the *abstract base class* for all policy classes. It provides default implementations for a couple of trivial methods, as well as the implementation of the immutability property, the *clone()* method, and the constructor semantics.

The constructor of a policy class can be passed various keyword arguments. The arguments that may be specified are any non-method properties on this class, plus any additional non-method properties on the concrete class. A value specified in the constructor will override the default value for the corresponding attribute.

This class defines the following properties, and thus values for the following may be passed in the constructor of any policy class :

max_line_length

The maximum length of any line in the serialized output, not counting the end of line character(s). Default is 78, per **RFC 5322**. A value of `0` or *None* indicates that no line wrapping should be done at all.

linesep

The string to be used to terminate lines in serialized output. The default is `\n` because that's the internal end-of-line discipline used by Python, though `\r\n` is required by the RFCs.

cte_type

Controls the type of Content Transfer Encodings that may be or are required to be used. The possible values are :

`7bit`	all data must be "7 bit clean" (ASCII-only). This means that where necessary data will be encoded using either quoted-printable or base64 encoding.
`8bit`	data is not constrained to be 7 bit clean. Data in headers is still required to be ASCII-only and so will be encoded (see *`fold_binary()`* and *`utf8`* below for exceptions), but body parts may use the `8bit` CTE.

A `cte_type` value of `8bit` only works with `BytesGenerator`, not `Generator`, because strings cannot contain binary data. If a `Generator` is operating under a policy that specifies `cte_type=8bit`, it will act as if `cte_type` is `7bit`.

`raise_on_defect`
If *`True`*, any defects encountered will be raised as errors. If *`False`* (the default), defects will be passed to the *`register_defect()`* method.

`mangle_from_`
If *`True`*, lines starting with *"From "* in the body are escaped by putting a > in front of them. This parameter is used when the message is being serialized by a generator. Default : *`False`*.

Nouveau dans la version 3.5 : The *mangle_from_* parameter.

`message_factory`
A factory function for constructing a new empty message object. Used by the parser when building messages. Defaults to `None`, in which case *`Message`* is used.

Nouveau dans la version 3.6.

The following *`Policy`* method is intended to be called by code using the email library to create policy instances with custom settings :

`clone`(***kw*)
Return a new *`Policy`* instance whose attributes have the same values as the current instance, except where those attributes are given new values by the keyword arguments.

The remaining *`Policy`* methods are called by the email package code, and are not intended to be called by an application using the email package. A custom policy must implement all of these methods.

`handle_defect`(*obj*, *defect*)
Handle a *defect* found on *obj*. When the email package calls this method, *defect* will always be a subclass of `Defect`.

The default implementation checks the *`raise_on_defect`* flag. If it is `True`, *defect* is raised as an exception. If it is `False` (the default), *obj* and *defect* are passed to *`register_defect()`*.

`register_defect`(*obj*, *defect*)
Register a *defect* on *obj*. In the email package, *defect* will always be a subclass of `Defect`.

The default implementation calls the `append` method of the `defects` attribute of *obj*. When the email package calls *`handle_defect`*, *obj* will normally have a `defects` attribute that has an `append` method. Custom object types used with the email package (for example, custom `Message` objects) should also provide such an attribute, otherwise defects in parsed messages will raise unexpected errors.

`header_max_count`(*name*)
Return the maximum allowed number of headers named *name*.

Called when a header is added to an *`EmailMessage`* or *`Message`* object. If the returned value is not `0` or `None`, and there are already a number of headers with the name *name* greater than or equal to the value returned, a *`ValueError`* is raised.

Because the default behavior of `Message.__setitem__` is to append the value to the list of headers, it is easy to create duplicate headers without realizing it. This method allows certain headers to be limited in the number of instances of that header that may be added to a `Message` programmatically. (The limit is not observed by the parser, which will faithfully produce as many headers as exist in the message being parsed.)

The default implementation returns `None` for all header names.

`header_source_parse`(*sourcelines*)
The email package calls this method with a list of strings, each string ending with the line separation characters found in the source being parsed. The first line includes the field header name and separator. All whitespace in the source is preserved. The method should return the `(name, value)` tuple that is to be stored in the `Message` to represent the parsed header.

If an implementation wishes to retain compatibility with the existing email package policies, *name* should be the case preserved name (all characters up to the ':' separator), while *value* should be the unfolded value (all line separator characters removed, but whitespace kept intact), stripped of leading whitespace.

sourcelines may contain surrogateescaped binary data.

There is no default implementation

header_store_parse(*name*, *value*)

The email package calls this method with the name and value provided by the application program when the application program is modifying a `Message` programmatically (as opposed to a `Message` created by a parser). The method should return the `(name, value)` tuple that is to be stored in the `Message` to represent the header.

If an implementation wishes to retain compatibility with the existing email package policies, the *name* and *value* should be strings or string subclasses that do not change the content of the passed in arguments.

There is no default implementation

header_fetch_parse(*name*, *value*)

The email package calls this method with the *name* and *value* currently stored in the `Message` when that header is requested by the application program, and whatever the method returns is what is passed back to the application as the value of the header being retrieved. Note that there may be more than one header with the same name stored in the `Message`; the method is passed the specific name and value of the header destined to be returned to the application.

value may contain surrogateescaped binary data. There should be no surrogateescaped binary data in the value returned by the method.

There is no default implementation

fold(*name*, *value*)

The email package calls this method with the *name* and *value* currently stored in the `Message` for a given header. The method should return a string that represents that header "folded" correctly (according to the policy settings) by composing the *name* with the *value* and inserting `linesep` characters at the appropriate places. See **RFC 5322** for a discussion of the rules for folding email headers.

value may contain surrogateescaped binary data. There should be no surrogateescaped binary data in the string returned by the method.

fold_binary(*name*, *value*)

The same as `fold()`, except that the returned value should be a bytes object rather than a string.

value may contain surrogateescaped binary data. These could be converted back into binary data in the returned bytes object.

class email.policy.**EmailPolicy**(***kw*)

This concrete `Policy` provides behavior that is intended to be fully compliant with the current email RFCs. These include (but are not limited to) **RFC 5322**, **RFC 2047**, and the current MIME RFCs.

This policy adds new header parsing and folding algorithms. Instead of simple strings, headers are `str` subclasses with attributes that depend on the type of the field. The parsing and folding algorithm fully implement **RFC 2047** and **RFC 5322**.

The default value for the `message_factory` attribute is `EmailMessage`.

In addition to the settable attributes listed above that apply to all policies, this policy adds the following additional attributes :

Nouveau dans la version 3.6 : [1]

utf8

If `False`, follow **RFC 5322**, supporting non-ASCII characters in headers by encoding them as "encoded words". If `True`, follow **RFC 6532** and use `utf-8` encoding for headers. Messages formatted in this way may be passed to SMTP servers that support the `SMTPUTF8` extension (**RFC 6531**).

refold_source

If the value for a header in the `Message` object originated from a `parser` (as opposed to being set by a program), this attribute indicates whether or not a generator should refold that value when transforming the message back into serialized form. The possible values are :

`none`	all source values use original folding
`long`	source values that have any line that is longer than `max_line_length` will be refolded
`all`	all values are refolded.

1. Originally added in 3.3 as a *provisional feature*.

The default is `long`.

header_factory
A callable that takes two arguments, `name` and `value`, where `name` is a header field name and `value` is an unfolded header field value, and returns a string subclass that represents that header. A default `header_factory` (see *headerregistry*) is provided that supports custom parsing for the various address and date **RFC 5322** header field types, and the major MIME header field stypes. Support for additional custom parsing will be added in the future.

content_manager
An object with at least two methods : get_content and set_content. When the *get_content()* or *set_content()* method of an *EmailMessage* object is called, it calls the corresponding method of this object, passing it the message object as its first argument, and any arguments or keywords that were passed to it as additional arguments. By default `content_manager` is set to *raw_data_manager*.

Nouveau dans la version 3.4.

The class provides the following concrete implementations of the abstract methods of *Policy* :

header_max_count(*name*)
Returns the value of the *max_count* attribute of the specialized class used to represent the header with the given name.

header_source_parse(*sourcelines*)
The name is parsed as everything up to the '`:`' and returned unmodified. The value is determined by stripping leading whitespace off the remainder of the first line, joining all subsequent lines together, and stripping any trailing carriage return or linefeed characters.

header_store_parse(*name*, *value*)
The name is returned unchanged. If the input value has a `name` attribute and it matches *name* ignoring case, the value is returned unchanged. Otherwise the *name* and *value* are passed to `header_factory`, and the resulting header object is returned as the value. In this case a `ValueError` is raised if the input value contains CR or LF characters.

header_fetch_parse(*name*, *value*)
If the value has a `name` attribute, it is returned to unmodified. Otherwise the *name*, and the *value* with any CR or LF characters removed, are passed to the `header_factory`, and the resulting header object is returned. Any surrogateescaped bytes get turned into the unicode unknown-character glyph.

fold(*name*, *value*)
Header folding is controlled by the *refold_source* policy setting. A value is considered to be a 'source value' if and only if it does not have a `name` attribute (having a `name` attribute means it is a header object of some sort). If a source value needs to be refolded according to the policy, it is converted into a header object by passing the *name* and the *value* with any CR and LF characters removed to the `header_factory`. Folding of a header object is done by calling its `fold` method with the current policy.

Source values are split into lines using *splitlines()*. If the value is not to be refolded, the lines are rejoined using the `linesep` from the policy and returned. The exception is lines containing non-ascii binary data. In that case the value is refolded regardless of the `refold_source` setting, which causes the binary data to be CTE encoded using the `unknown-8bit` charset.

fold_binary(*name*, *value*)
The same as *fold()* if *cte_type* is `7bit`, except that the returned value is bytes.

If *cte_type* is `8bit`, non-ASCII binary data is converted back into bytes. Headers with binary data are not refolded, regardless of the `refold_header` setting, since there is no way to know whether the binary data consists of single byte characters or multibyte characters.

The following instances of *EmailPolicy* provide defaults suitable for specific application domains. Note that in the future the behavior of these instances (in particular the `HTTP` instance) may be adjusted to conform even more closely to the RFCs relevant to their domains.

email.policy.**default**
An instance of `EmailPolicy` with all defaults unchanged. This policy uses the standard Python `\n` line endings rather than the RFC-correct `\r\n`.

email.policy.**SMTP**
Suitable for serializing messages in conformance with the email RFCs. Like `default`, but with `linesep` set to `\r\n`, which is RFC compliant.

email.policy.**SMTPUTF8**
The same as SMTP except that *utf8* is True. Useful for serializing messages to a message store without using encoded words in the headers. Should only be used for SMTP transmission if the sender or recipient addresses have non-ASCII characters (the *smtplib.SMTP.send_message()* method handles this automatically).

email.policy.**HTTP**
Suitable for serializing headers with for use in HTTP traffic. Like SMTP except that max_line_length is set to None (unlimited).

email.policy.**strict**
Convenience instance. The same as default except that raise_on_defect is set to True. This allows any policy to be made strict by writing :

```
somepolicy + policy.strict
```

With all of these *EmailPolicies*, the effective API of the email package is changed from the Python 3.2 API in the following ways :

- Setting a header on a *Message* results in that header being parsed and a header object created.
- Fetching a header value from a *Message* results in that header being parsed and a header object created and returned.
- Any header object, or any header that is refolded due to the policy settings, is folded using an algorithm that fully implements the RFC folding algorithms, including knowing where encoded words are required and allowed.

From the application view, this means that any header obtained through the *EmailMessage* is a header object with extra attributes, whose string value is the fully decoded unicode value of the header. Likewise, a header may be assigned a new value, or a new header created, using a unicode string, and the policy will take care of converting the unicode string into the correct RFC encoded form.

The header objects and their attributes are described in *headerregistry*.

class email.policy.**Compat32**(***kw*)
This concrete *Policy* is the backward compatibility policy. It replicates the behavior of the email package in Python 3.2. The *policy* module also defines an instance of this class, *compat32*, that is used as the default policy. Thus the default behavior of the email package is to maintain compatibility with Python 3.2.

The following attributes have values that are different from the *Policy* default :

mangle_from_
The default is True.

The class provides the following concrete implementations of the abstract methods of *Policy* :

header_source_parse(*sourcelines*)
The name is parsed as everything up to the '**:**' and returned unmodified. The value is determined by stripping leading whitespace off the remainder of the first line, joining all subsequent lines together, and stripping any trailing carriage return or linefeed characters.

header_store_parse(*name*, *value*)
The name and value are returned unmodified.

header_fetch_parse(*name*, *value*)
If the value contains binary data, it is converted into a *Header* object using the unknown-8bit charset. Otherwise it is returned unmodified.

fold(*name*, *value*)
Headers are folded using the *Header* folding algorithm, which preserves existing line breaks in the value, and wraps each resulting line to the max_line_length. Non-ASCII binary data are CTE encoded using the unknown-8bit charset.

fold_binary(*name*, *value*)
Headers are folded using the *Header* folding algorithm, which preserves existing line breaks in the value, and wraps each resulting line to the max_line_length. If cte_type is 7bit, non-ascii binary data is CTE encoded using the unknown-8bit charset. Otherwise the original source header is used, with its existing line breaks and any (RFC invalid) binary data it may contain.

email.policy.**compat32**
An instance of *Compat32*, providing backward compatibility with the behavior of the email package in Python 3.2.

Notes

20.1.5 email.errors : exceptions et classes pour les anomalies

Code source : Lib/email/errors.py

Les classes d'exception suivantes sont définies dans le module *email.errors* :

exception email.errors.**MessageError**
Exception de base, dont héritent toutes les exceptions du paquet *email*. Cette classe hérite de la classe native *Exception* et ne définit aucune méthode additionnelle.

exception email.errors.**MessageParseError**
Exception de base pour les exceptions levées par la classe *Parser*. Elle hérite de *MessageError*. Cette classe est aussi utilisée en interne par l'analyseur de *headerregistry*.

exception email.errors.**HeaderParseError**
Cette exception, dérivée de *MessageParseError*, est levée sous différentes conditions lors de l'analyse des en-têtes **RFC 5322** du message. Lorsque la méthode *set_boundary()* est invoquée, elle lève cette erreur si le type du contenu est inconnu. La classe *Header* lève cette exception pour certains types d'erreurs provenant du décodage base64. Elle la lève aussi quand un en-tête est créé et qu'il semble contenir un en-tête imbriqué, c'est-à-dire que la ligne qui suit ressemble à un en-tête et ne commence pas par des caractères d'espacement.

exception email.errors.**BoundaryError**
Obsolète, n'est plus utilisé.

exception email.errors.**MultipartConversionError**
Cette exception est levée quand le contenu, que la méthode `add_payload()` essaie d'ajouter à l'objet *Message*, est déjà un scalaire et que le type principal du message *Content-Type* est manquant ou différent de *multipart*. *MultipartConversionError* hérite à la fois de *MessageError* et de *TypeError*.
Comme la méthode `Message.add_payload()` est obsolète, cette exception est rarement utilisée. Néanmoins, elle peut être levée si la méthode *attach()* est invoquée sur une instance de classe dérivée de *MIMENonMultipart* (p. ex. *MIMEImage*).

Voici la liste des anomalies que peut identifier *FeedParser* pendant l'analyse des messages. Notez que les anomalies sont signalées à l'endroit où elles sont détectées : par exemple, dans le cas d'une malformation de l'en-tête d'un message imbriqué dans un message de type *multipart/alternative*, l'anomalie est signalée sur le message imbriqué seulement.

Toutes les anomalies sont des sous-classes de `email.errors.MessageDefect`.
- `NoBoundaryInMultipartDefect` — Un message qui prétend être composite (*multipart* en anglais), mais qui ne contient pas de séparateur *boundary*.
- `StartBoundaryNotFoundDefect` — Le message ne contient pas le séparateur de départ indiqué dans le *Content-Type*.
- `CloseBoundaryNotFoundDefect` — Le séparateur de départ a été trouvé, mais pas le séparateur de fin correspondant.
  Nouveau dans la version 3.3.
- `FirstHeaderLineIsContinuationDefect` — La première ligne de l'en-tête du message est une ligne de continuation.
- `MisplacedEnvelopeHeaderDefect` — Un en-tête *Unix From* est présent à l'intérieur d'un bloc d'en-tête.
- `MissingHeaderBodySeparatorDefect` — Une ligne d'en-tête ne contient pas de caractères d'espacement au début et aucun « : ». L'analyse continue en supposant qu'il s'agit donc de la première ligne du corps du message.
  Nouveau dans la version 3.3.
- `MalformedHeaderDefect` -- Un en-tête est mal formé ou il manque un « : ».
  Obsolète depuis la version 3.3 : Cette anomalie est obsolète depuis plusieurs versions de Python.

— `MultipartInvariantViolationDefect` -- A message claimed to be a *`multipart`*, but no subparts were found. Note that when a message has this defect, its *`is_multipart()`* method may return `False` even though its content type claims to be *`multipart`*.
— `InvalidBase64PaddingDefect` — Remplissage incorrect d'un bloc d'octets encodés en base64. Des caractères de remplissage ont été ajoutés pour permettre le décodage, mais le résultat du décodage peut être invalide.
— `InvalidBase64CharactersDefect` — Des caractères n'appartenant pas à l'alphabet base64 ont été rencontrés lors du décodage d'un bloc d'octets encodés en base64. Les caractères ont été ignorés, mais le résultat du décodage peut être invalide.
— `InvalidBase64LengthDefect` — Le nombre de caractères (autres que de remplissage) d'un bloc d'octets encodés en base64 est invalide (1 de plus qu'un multiple de 4). Le bloc encodé n'a pas été modifié.

20.1.6 `email.headerregistry` : Custom Header Objects

Source code : Lib/email/headerregistry.py

Nouveau dans la version 3.6 : [1]

Headers are represented by customized subclasses of *`str`*. The particular class used to represent a given header is determined by the *`header_factory`* of the *`policy`* in effect when the headers are created. This section documents the particular `header_factory` implemented by the email package for handling **RFC 5322** compliant email messages, which not only provides customized header objects for various header types, but also provides an extension mechanism for applications to add their own custom header types.

When using any of the policy objects derived from *`EmailPolicy`*, all headers are produced by *`HeaderRegistry`* and have *`BaseHeader`* as their last base class. Each header class has an additional base class that is determined by the type of the header. For example, many headers have the class *`UnstructuredHeader`* as their other base class. The specialized second class for a header is determined by the name of the header, using a lookup table stored in the *`HeaderRegistry`*. All of this is managed transparently for the typical application program, but interfaces are provided for modifying the default behavior for use by more complex applications.

The sections below first document the header base classes and their attributes, followed by the API for modifying the behavior of *`HeaderRegistry`*, and finally the support classes used to represent the data parsed from structured headers.

class `email.headerregistry.`**BaseHeader**(*name*, *value*)
name and *value* are passed to `BaseHeader` from the *`header_factory`* call. The string value of any header object is the *value* fully decoded to unicode.
This base class defines the following read-only properties :
name
The name of the header (the portion of the field before the ' :'). This is exactly the value passed in the *`header_factory`* call for *name*; that is, case is preserved.
defects
A tuple of `HeaderDefect` instances reporting any RFC compliance problems found during parsing. The email package tries to be complete about detecting compliance issues. See the *`errors`* module for a discussion of the types of defects that may be reported.
max_count
The maximum number of headers of this type that can have the same `name`. A value of `None` means unlimited. The `BaseHeader` value for this attribute is `None`; it is expected that specialized header classes will override this value as needed.
`BaseHeader` also provides the following method, which is called by the email library code and should not in general be called by application programs :
fold(*, *policy*)
Return a string containing *`linesep`* characters as required to correctly fold the header according to *policy*. A *`cte_type`* of `8bit` will be treated as if it were `7bit`, since headers may not contain arbitrary binary data. If *`utf8`* is `False`, non-ASCII data will be **RFC 2047** encoded.

1. Originally added in 3.3 as a *provisional module*

`BaseHeader` by itself cannot be used to create a header object. It defines a protocol that each specialized header cooperates with in order to produce the header object. Specifically, `BaseHeader` requires that the specialized class provide a *`classmethod()`* named `parse`. This method is called as follows :

```
parse(string, kwds)
```

`kwds` is a dictionary containing one pre-initialized key, `defects`. `defects` is an empty list. The parse method should append any detected defects to this list. On return, the `kwds` dictionary *must* contain values for at least the keys `decoded` and `defects`. `decoded` should be the string value for the header (that is, the header value fully decoded to unicode). The parse method should assume that *string* may contain content-transfer-encoded parts, but should correctly handle all valid unicode characters as well so that it can parse un-encoded header values.

`BaseHeader`'s `__new__` then creates the header instance, and calls its `init` method. The specialized class only needs to provide an `init` method if it wishes to set additional attributes beyond those provided by `BaseHeader` itself. Such an `init` method should look like this :

```
def init(self, *args, **kw):
    self._myattr = kw.pop('myattr')
    super().init(*args, **kw)
```

That is, anything extra that the specialized class puts in to the `kwds` dictionary should be removed and handled, and the remaining contents of `kw` (and `args`) passed to the `BaseHeader` `init` method.

class `email.headerregistry.`**UnstructuredHeader**

An "unstructured" header is the default type of header in **RFC 5322**. Any header that does not have a specified syntax is treated as unstructured. The classic example of an unstructured header is the *`Subject`* header.

In **RFC 5322**, an unstructured header is a run of arbitrary text in the ASCII character set. **RFC 2047**, however, has an **RFC 5322** compatible mechanism for encoding non-ASCII text as ASCII characters within a header value. When a *value* containing encoded words is passed to the constructor, the `UnstructuredHeader` parser converts such encoded words into unicode, following the **RFC 2047** rules for unstructured text. The parser uses heuristics to attempt to decode certain non-compliant encoded words. Defects are registered in such cases, as well as defects for issues such as invalid characters within the encoded words or the non-encoded text.

This header type provides no additional attributes.

class `email.headerregistry.`**DateHeader**

RFC 5322 specifies a very specific format for dates within email headers. The `DateHeader` parser recognizes that date format, as well as recognizing a number of variant forms that are sometimes found "in the wild".

This header type provides the following additional attributes :

datetime

If the header value can be recognized as a valid date of one form or another, this attribute will contain a *`datetime`* instance representing that date. If the timezone of the input date is specified as `-0000` (indicating it is in UTC but contains no information about the source timezone), then *`datetime`* will be a naive *`datetime`*. If a specific timezone offset is found (including *+0000*), then *`datetime`* will contain an aware `datetime` that uses *`datetime.timezone`* to record the timezone offset.

The `decoded` value of the header is determined by formatting the `datetime` according to the **RFC 5322** rules ; that is, it is set to :

```
email.utils.format_datetime(self.datetime)
```

When creating a `DateHeader`, *value* may be *`datetime`* instance. This means, for example, that the following code is valid and does what one would expect :

```
msg['Date'] = datetime(2011, 7, 15, 21)
```

Because this is a naive `datetime` it will be interpreted as a UTC timestamp, and the resulting value will have a timezone of `-0000`. Much more useful is to use the *`localtime()`* function from the *`utils`* module :

```
msg['Date'] = utils.localtime()
```

This example sets the date header to the current time and date using the current timezone offset.

class email.headerregistry.**AddressHeader**

Address headers are one of the most complex structured header types. The AddressHeader class provides a generic interface to any address header.

This header type provides the following additional attributes :

groups

A tuple of *Group* objects encoding the addresses and groups found in the header value. Addresses that are not part of a group are represented in this list as single-address Groups whose *display_name* is None.

addresses

A tuple of *Address* objects encoding all of the individual addresses from the header value. If the header value contains any groups, the individual addresses from the group are included in the list at the point where the group occurs in the value (that is, the list of addresses is "flattened" into a one dimensional list).

The decoded value of the header will have all encoded words decoded to unicode. *idna* encoded domain names are also decoded to unicode. The decoded value is set by *join*ing the *str* value of the elements of the groups attribute with ', '.

A list of *Address* and *Group* objects in any combination may be used to set the value of an address header. Group objects whose display_name is None will be interpreted as single addresses, which allows an address list to be copied with groups intact by using the list obtained from the groups attribute of the source header.

class email.headerregistry.**SingleAddressHeader**

A subclass of *AddressHeader* that adds one additional attribute :

address

The single address encoded by the header value. If the header value actually contains more than one address (which would be a violation of the RFC under the default *policy*), accessing this attribute will result in a *ValueError*.

Many of the above classes also have a Unique variant (for example, UniqueUnstructuredHeader). The only difference is that in the Unique variant, *max_count* is set to 1.

class email.headerregistry.**MIMEVersionHeader**

There is really only one valid value for the *MIME-Version* header, and that is 1.0. For future proofing, this header class supports other valid version numbers. If a version number has a valid value per **RFC 2045**, then the header object will have non-None values for the following attributes :

version

The version number as a string, with any whitespace and/or comments removed.

major

The major version number as an integer

minor

The minor version number as an integer

class email.headerregistry.**ParameterizedMIMEHeader**

MIME headers all start with the prefix 'Content-'. Each specific header has a certain value, described under the class for that header. Some can also take a list of supplemental parameters, which have a common format. This class serves as a base for all the MIME headers that take parameters.

params

A dictionary mapping parameter names to parameter values.

class email.headerregistry.**ContentTypeHeader**

A *ParameterizedMIMEHeader* class that handles the *Content-Type* header.

content_type

The content type string, in the form maintype/subtype.

maintype

subtype

class email.headerregistry.**ContentDispositionHeader**

A *ParameterizedMIMEHeader* class that handles the *Content-Disposition* header.

content-disposition

inline and attachment are the only valid values in common use.

class email.headerregistry.**ContentTransferEncoding**

Handles the *Content-Transfer-Encoding* header.

cte

Valid values are 7bit, 8bit, base64, and quoted-printable. See **RFC 2045** for more information.

class email.headerregistry.**HeaderRegistry**(*base_class=BaseHeader*, *default_class=UnstructuredHeader*, *use_default_map=True*)

This is the factory used by *EmailPolicy* by default. HeaderRegistry builds the class used to create a header instance dynamically, using *base_class* and a specialized class retrieved from a registry that it holds. When a given header name does not appear in the registry, the class specified by *default_class* is used as the specialized class. When *use_default_map* is True (the default), the standard mapping of header names to classes is copied in to the registry during initialization. *base_class* is always the last class in the generated class's __bases__ list.

The default mappings are :

subject UniqueUnstructuredHeader

date UniqueDateHeader

resent-date DateHeader

orig-date UniqueDateHeader

sender UniqueSingleAddressHeader

resent-sender SingleAddressHeader

to UniqueAddressHeader

resent-to AddressHeader

cc UniqueAddressHeader

resent-cc AddressHeader

from UniqueAddressHeader

resent-from AddressHeader

reply-to UniqueAddressHeader

HeaderRegistry has the following methods :

map_to_type(*self*, *name*, *cls*)

name is the name of the header to be mapped. It will be converted to lower case in the registry. *cls* is the specialized class to be used, along with *base_class*, to create the class used to instantiate headers that match *name*.

__getitem__(*name*)

Construct and return a class to handle creating a *name* header.

__call__(*name*, *value*)

Retrieves the specialized header associated with *name* from the registry (using *default_class* if *name* does not appear in the registry) and composes it with *base_class* to produce a class, calls the constructed class's constructor, passing it the same argument list, and finally returns the class instance created thereby.

The following classes are the classes used to represent data parsed from structured headers and can, in general, be used by an application program to construct structured values to assign to specific headers.

class email.headerregistry.**Address**(*display_name=''*, *username=''*, *domain=''*, *addr_spec=None*)

The class used to represent an email address. The general form of an address is :

```
[display_name] <username@domain>
```

ou :

```
username@domain
```

where each part must conform to specific syntax rules spelled out in **RFC 5322**.

As a convenience *addr_spec* can be specified instead of *username* and *domain*, in which case *username* and *domain* will be parsed from the *addr_spec*. An *addr_spec* must be a properly RFC quoted string ; if it is not

`Address` will raise an error. Unicode characters are allowed and will be property encoded when serialized. However, per the RFCs, unicode is *not* allowed in the username portion of the address.

display_name
The display name portion of the address, if any, with all quoting removed. If the address does not have a display name, this attribute will be an empty string.

username
The `username` portion of the address, with all quoting removed.

domain
The `domain` portion of the address.

addr_spec
The `username@domain` portion of the address, correctly quoted for use as a bare address (the second form shown above). This attribute is not mutable.

__str__()
The `str` value of the object is the address quoted according to **RFC 5322** rules, but with no Content Transfer Encoding of any non-ASCII characters.

To support SMTP (**RFC 5321**), `Address` handles one special case : if `username` and `domain` are both the empty string (or `None`), then the string value of the `Address` is <>.

class email.headerregistry.**Group**(*display_name=None*, *addresses=None*)
The class used to represent an address group. The general form of an address group is :

```
display_name: [address-list];
```

As a convenience for processing lists of addresses that consist of a mixture of groups and single addresses, a `Group` may also be used to represent single addresses that are not part of a group by setting *display_name* to `None` and providing a list of the single address as *addresses*.

display_name
The `display_name` of the group. If it is `None` and there is exactly one `Address` in `addresses`, then the `Group` represents a single address that is not in a group.

addresses
A possibly empty tuple of *Address* objects representing the addresses in the group.

__str__()
The `str` value of a `Group` is formatted according to **RFC 5322**, but with no Content Transfer Encoding of any non-ASCII characters. If `display_name` is none and there is a single `Address` in the `addresses` list, the `str` value will be the same as the `str` of that single `Address`.

Notes

20.1.7 email.contentmanager : Managing MIME Content

Source code : Lib/email/contentmanager.py

Nouveau dans la version 3.6 : [1]

class email.contentmanager.**ContentManager**
Base class for content managers. Provides the standard registry mechanisms to register converters between MIME content and other representations, as well as the `get_content` and `set_content` dispatch methods.

get_content(*msg*, **args*, ***kw*)
Look up a handler function based on the `mimetype` of *msg* (see next paragraph), call it, passing through all arguments, and return the result of the call. The expectation is that the handler will extract the payload from *msg* and return an object that encodes information about the extracted data.

To find the handler, look for the following keys in the registry, stopping with the first one found :
— the string representing the full MIME type (`maintype/subtype`)

1. Originally added in 3.4 as a *provisional module*

— the string representing the `maintype`
— the empty string
If none of these keys produce a handler, raise a *KeyError* for the full MIME type.

set_content(*msg*, *obj*, **args*, ***kw*)
If the `maintype` is `multipart`, raise a *TypeError*; otherwise look up a handler function based on the type of *obj* (see next paragraph), call *clear_content()* on the *msg*, and call the handler function, passing through all arguments. The expectation is that the handler will transform and store *obj* into *msg*, possibly making other changes to *msg* as well, such as adding various MIME headers to encode information needed to interpret the stored data.
To find the handler, obtain the type of *obj* (`typ = type(obj)`), and look for the following keys in the registry, stopping with the first one found :
— the type itself (`typ`)
— the type's fully qualified name (`typ.__module__ + '.' + typ.__qualname__`).
— the type's qualname (`typ.__qualname__`)
— the type's name (`typ.__name__`).
If none of the above match, repeat all of the checks above for each of the types in the *MRO* (`typ.__mro__`). Finally, if no other key yields a handler, check for a handler for the key `None`. If there is no handler for `None`, raise a *KeyError* for the fully qualified name of the type.
Also add a *MIME-Version* header if one is not present (see also *MIMEPart*).

add_get_handler(*key*, *handler*)
Record the function *handler* as the handler for *key*. For the possible values of *key*, see *get_content()*.

add_set_handler(*typekey*, *handler*)
Record *handler* as the function to call when an object of a type matching *typekey* is passed to *set_content()*. For the possible values of *typekey*, see *set_content()*.

Content Manager Instances

Currently the email package provides only one concrete content manager, *raw_data_manager*, although more may be added in the future. *raw_data_manager* is the *content_manager* provided by *EmailPolicy* and its derivatives.

email.contentmanager.**raw_data_manager**
This content manager provides only a minimum interface beyond that provided by *Message* itself : it deals only with text, raw byte strings, and *Message* objects. Nevertheless, it provides significant advantages compared to the base API : `get_content` on a text part will return a unicode string without the application needing to manually decode it, `set_content` provides a rich set of options for controlling the headers added to a part and controlling the content transfer encoding, and it enables the use of the various `add_` methods, thereby simplifying the creation of multipart messages.

email.contentmanager.**get_content**(*msg*, *errors='replace'*)
Return the payload of the part as either a string (for `text` parts), an *EmailMessage* object (for `message/rfc822` parts), or a `bytes` object (for all other non-multipart types). Raise a *KeyError* if called on a `multipart`. If the part is a `text` part and *errors* is specified, use it as the error handler when decoding the payload to unicode. The default error handler is `replace`.

email.contentmanager.**set_content**(*msg*, *<'str'>*, *subtype="plain"*, *charset='utf-8'*, *cte=None*, *disposition=None*, *filename=None*, *cid=None*, *params=None*, *headers=None*)
email.contentmanager.**set_content**(*msg*, *<'bytes'>*, *maintype*, *subtype*, *cte="base64"*, *disposition=None*, *filename=None*, *cid=None*, *params=None*, *headers=None*)
email.contentmanager.**set_content**(*msg*, *<'EmailMessage'>*, *cte=None*, *disposition=None*, *filename=None*, *cid=None*, *params=None*, *headers=None*)
Add headers and payload to *msg* :
Add a *Content-Type* header with a `maintype/subtype` value.
— For `str`, set the MIME `maintype` to `text`, and set the subtype to *subtype* if it is specified, or `plain` if it is not.
— For `bytes`, use the specified *maintype* and *subtype*, or raise a *TypeError* if they are not specified.

— For *EmailMessage* objects, set the maintype to `message`, and set the subtype to *subtype* if it is specified or `rfc822` if it is not. If *subtype* is `partial`, raise an error (`bytes` objects must be used to construct `message/partial` parts).

If *charset* is provided (which is valid only for `str`), encode the string to bytes using the specified character set. The default is `utf-8`. If the specified *charset* is a known alias for a standard MIME charset name, use the standard charset instead.

If *cte* is set, encode the payload using the specified content transfer encoding, and set the *Content-Transfer-Encoding* header to that value. Possible values for *cte* are `quoted-printable`, `base64`, `7bit`, `8bit`, and `binary`. If the input cannot be encoded in the specified encoding (for example, specifying a *cte* of `7bit` for an input that contains non-ASCII values), raise a *ValueError*.

— For `str` objects, if *cte* is not set use heuristics to determine the most compact encoding.

— For *EmailMessage*, per **RFC 2046**, raise an error if a *cte* of `quoted-printable` or `base64` is requested for *subtype* `rfc822`, and for any *cte* other than `7bit` for *subtype* `external-body`. For `message/rfc822`, use `8bit` if *cte* is not specified. For all other values of *subtype*, use `7bit`.

Note : A *cte* of `binary` does not actually work correctly yet. The `EmailMessage` object as modified by `set_content` is correct, but *BytesGenerator* does not serialize it correctly.

If *disposition* is set, use it as the value of the *Content-Disposition* header. If not specified, and *filename* is specified, add the header with the value `attachment`. If *disposition* is not specified and *filename* is also not specified, do not add the header. The only valid values for *disposition* are `attachment` and `inline`.

If *filename* is specified, use it as the value of the `filename` parameter of the *Content-Disposition* header.

If *cid* is specified, add a *Content-ID* header with *cid* as its value.

If *params* is specified, iterate its `items` method and use the resulting `(key, value)` pairs to set additional parameters on the *Content-Type* header.

If *headers* is specified and is a list of strings of the form `headername: headervalue` or a list of `header` objects (distinguished from strings by having a `name` attribute), add the headers to *msg*.

Notes

20.1.8 `email` : Exemples

Cette page contient quelques exemples de l'utilisation du package *email* pour lire, écrire, et envoyer de simples messages mail, ainsi que des messages MIME plus complexes.

Premièrement, regardons comment créer et envoyer un message avec simplement du texte (le contenu textuel et les adresses peuvent tous deux contenir des caractères Unicodes) :

```
# Import smtplib for the actual sending function
import smtplib

# Import the email modules we'll need
from email.message import EmailMessage

# Open the plain text file whose name is in textfile for reading.
with open(textfile) as fp:
    # Create a text/plain message
    msg = EmailMessage()
    msg.set_content(fp.read())

# me == the sender's email address
# you == the recipient's email address
msg['Subject'] = f'The contents of {textfile}'
msg['From'] = me
msg['To'] = you
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
# Send the message via our own SMTP server.
s = smtplib.SMTP('localhost')
s.send_message(msg)
s.quit()
```

Analyser des entêtes **RFC 822** peut être aisément réalisé en utilisant les classes du module *parser* :

```
# Import the email modules we'll need
from email.parser import BytesParser, Parser
from email.policy import default

# If the e-mail headers are in a file, uncomment these two lines:
# with open(messagefile, 'rb') as fp:
#     headers = BytesParser(policy=default).parse(fp)

#  Or for parsing headers in a string (this is an uncommon operation), use:
headers = Parser(policy=default).parsestr(
        'From: Foo Bar <user@example.com>\n'
        'To: <someone_else@example.com>\n'
        'Subject: Test message\n'
        '\n'
        'Body would go here\n')

#  Now the header items can be accessed as a dictionary:
print('To: {}'.format(headers['to']))
print('From: {}'.format(headers['from']))
print('Subject: {}'.format(headers['subject']))

# You can also access the parts of the addresses:
print('Recipient username: {}'.format(headers['to'].addresses[0].username))
print('Sender name: {}'.format(headers['from'].addresses[0].display_name))
```

Voici un exemple de l'envoi d'un message MIME contenant une série de photos de famille qui sont stockés ensemble dans un dossier :

```
# Import smtplib for the actual sending function
import smtplib

# And imghdr to find the types of our images
import imghdr

# Here are the email package modules we'll need
from email.message import EmailMessage

# Create the container email message.
msg = EmailMessage()
msg['Subject'] = 'Our family reunion'
# me == the sender's email address
# family = the list of all recipients' email addresses
msg['From'] = me
msg['To'] = ', '.join(family)
msg.preamble = 'You will not see this in a MIME-aware mail reader.\n'

# Open the files in binary mode.  Use imghdr to figure out the
# MIME subtype for each specific image.
for file in pngfiles:
    with open(file, 'rb') as fp:
        img_data = fp.read()
    msg.add_attachment(img_data, maintype='image',
                                 subtype=imghdr.what(None, img_data))
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
# Send the email via our own SMTP server.
with smtplib.SMTP('localhost') as s:
    s.send_message(msg)
```

Voici un exemple d'envoi du contenu d'un dossier entier en tant que message mail : [1]

```
#!/usr/bin/env python3

"""Send the contents of a directory as a MIME message."""

import os
import smtplib
# For guessing MIME type based on file name extension
import mimetypes

from argparse import ArgumentParser

from email.message import EmailMessage
from email.policy import SMTP


def main():
    parser = ArgumentParser(description="""\
Send the contents of a directory as a MIME message.
Unless the -o option is given, the email is sent by forwarding to your local
SMTP server, which then does the normal delivery process.  Your local machine
must be running an SMTP server.
""")
    parser.add_argument('-d', '--directory',
                        help="""Mail the contents of the specified directory,
                        otherwise use the current directory.  Only the regular
                        files in the directory are sent, and we don't recurse to
                        subdirectories.""")
    parser.add_argument('-o', '--output',
                        metavar='FILE',
                        help="""Print the composed message to FILE instead of
                        sending the message to the SMTP server.""")
    parser.add_argument('-s', '--sender', required=True,
                        help='The value of the From: header (required)')
    parser.add_argument('-r', '--recipient', required=True,
                        action='append', metavar='RECIPIENT',
                        default=[], dest='recipients',
                        help='A To: header value (at least one required)')
    args = parser.parse_args()
    directory = args.directory
    if not directory:
        directory = '.'
    # Create the message
    msg = EmailMessage()
    msg['Subject'] = f'Contents of directory {os.path.abspath(directory)}'
    msg['To'] = ', '.join(args.recipients)
    msg['From'] = args.sender
    msg.preamble = 'You will not see this in a MIME-aware mail reader.\n'

    for filename in os.listdir(directory):
        path = os.path.join(directory, filename)
        if not os.path.isfile(path):
            continue
        # Guess the content type based on the file's extension.  Encoding
```

(suite sur la page suivante)

1. Merci à Matthew Dixon Cowles pour l'inspiration originale et les exemples.

(suite de la page précédente)

```
        # will be ignored, although we should check for simple things like
        # gzip'd or compressed files.
        ctype, encoding = mimetypes.guess_type(path)
        if ctype is None or encoding is not None:
            # No guess could be made, or the file is encoded (compressed), so
            # use a generic bag-of-bits type.
            ctype = 'application/octet-stream'
        maintype, subtype = ctype.split('/', 1)
        with open(path, 'rb') as fp:
            msg.add_attachment(fp.read(),
                               maintype=maintype,
                               subtype=subtype,
                               filename=filename)
    # Now send or store the message
    if args.output:
        with open(args.output, 'wb') as fp:
            fp.write(msg.as_bytes(policy=SMTP))
    else:
        with smtplib.SMTP('localhost') as s:
            s.send_message(msg)


if __name__ == '__main__':
    main()
```

Voici un message de comment décomposer un message MIME comme celui ci dessus en tant que fichiers dans un dossier :

```
#!/usr/bin/env python3

"""Unpack a MIME message into a directory of files."""

import os
import email
import mimetypes

from email.policy import default

from argparse import ArgumentParser


def main():
    parser = ArgumentParser(description="""\
Unpack a MIME message into a directory of files.
""")
    parser.add_argument('-d', '--directory', required=True,
                        help="""Unpack the MIME message into the named
                        directory, which will be created if it doesn't already
                        exist.""")
    parser.add_argument('msgfile')
    args = parser.parse_args()

    with open(args.msgfile, 'rb') as fp:
        msg = email.message_from_binary_file(fp, policy=default)

    try:
        os.mkdir(args.directory)
    except FileExistsError:
        pass

    counter = 1
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
    for part in msg.walk():
        # multipart/* are just containers
        if part.get_content_maintype() == 'multipart':
            continue
        # Applications should really sanitize the given filename so that an
        # email message can't be used to overwrite important files
        filename = part.get_filename()
        if not filename:
            ext = mimetypes.guess_extension(part.get_content_type())
            if not ext:
                # Use a generic bag-of-bits extension
                ext = '.bin'
            filename = f'part-{counter:03d}{ext}'
        counter += 1
        with open(os.path.join(args.directory, filename), 'wb') as fp:
            fp.write(part.get_payload(decode=True))


if __name__ == '__main__':
    main()
```

Voici un exemple de création d'un message HTML avec une version en texte comme alternative. Pour rendre les choses un peu plus intéressantes, nous incluons aussi une image dans la partie HTML, nous sauvons une copie du message sur le disque, et nous l'envoyons.

```
#!/usr/bin/env python3

import smtplib

from email.message import EmailMessage
from email.headerregistry import Address
from email.utils import make_msgid

# Create the base text message.
msg = EmailMessage()
msg['Subject'] = "Ayons asperges pour le déjeuner"
msg['From'] = Address("Pepé Le Pew", "pepe", "example.com")
msg['To'] = (Address("Penelope Pussycat", "penelope", "example.com"),
             Address("Fabrette Pussycat", "fabrette", "example.com"))
msg.set_content("""\
Salut!

Cela ressemble à un excellent recipie[1] déjeuner.

[1] http://www.yummly.com/recipe/Roasted-Asparagus-Epicurious-203718

--Pepé
""")

# Add the html version.  This converts the message into a multipart/alternative
# container, with the original text message as the first part and the new html
# message as the second part.
asparagus_cid = make_msgid()
msg.add_alternative("""\
<html>
  <head></head>
  <body>
    <p>Salut!</p>
    <p>Cela ressemble à un excellent
        <a href="http://www.yummly.com/recipe/Roasted-Asparagus-Epicurious-203718">
            recipie
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
        </a> déjeuner.
    </p>
    <img src="cid:{asparagus_cid}" />
  </body>
</html>
""".format(asparagus_cid=asparagus_cid[1:-1]), subtype='html')
# note that we needed to peel the <> off the msgid for use in the html.

# Now add the related image to the html part.
with open("roasted-asparagus.jpg", 'rb') as img:
    msg.get_payload()[1].add_related(img.read(), 'image', 'jpeg',
                                     cid=asparagus_cid)

# Make a local copy of what we are going to send.
with open('outgoing.msg', 'wb') as f:
    f.write(bytes(msg))

# Send the message via local SMTP server.
with smtplib.SMTP('localhost') as s:
    s.send_message(msg)
```

Si on nous avait envoyé le message de l'exemple précédent, voici la manière avec laquelle nous pourrions le traiter :

```
import os
import sys
import tempfile
import mimetypes
import webbrowser

# Import the email modules we'll need
from email import policy
from email.parser import BytesParser

# An imaginary module that would make this work and be safe.
from imaginary import magic_html_parser

# In a real program you'd get the filename from the arguments.
with open('outgoing.msg', 'rb') as fp:
    msg = BytesParser(policy=policy.default).parse(fp)

# Now the header items can be accessed as a dictionary, and any non-ASCII will
# be converted to unicode:
print('To:', msg['to'])
print('From:', msg['from'])
print('Subject:', msg['subject'])

# If we want to print a preview of the message content, we can extract whatever
# the least formatted payload is and print the first three lines.  Of course,
# if the message has no plain text part printing the first three lines of html
# is probably useless, but this is just a conceptual example.
simplest = msg.get_body(preferencelist=('plain', 'html'))
print()
print(''.join(simplest.get_content().splitlines(keepends=True)[:3]))

ans = input("View full message?")
if ans.lower()[0] == 'n':
    sys.exit()

# We can extract the richest alternative in order to display it:
richest = msg.get_body()
partfiles = {}
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
if richest['content-type'].maintype == 'text':
    if richest['content-type'].subtype == 'plain':
        for line in richest.get_content().splitlines():
            print(line)
        sys.exit()
    elif richest['content-type'].subtype == 'html':
        body = richest
    else:
        print("Don't know how to display {}".format(richest.get_content_type()))
        sys.exit()
elif richest['content-type'].content_type == 'multipart/related':
    body = richest.get_body(preferencelist=('html'))
    for part in richest.iter_attachments():
        fn = part.get_filename()
        if fn:
            extension = os.path.splitext(part.get_filename())[1]
        else:
            extension = mimetypes.guess_extension(part.get_content_type())
        with tempfile.NamedTemporaryFile(suffix=extension, delete=False) as f:
            f.write(part.get_content())
            # again strip the <> to go from email form of cid to html form.
            partfiles[part['content-id'][1:-1]] = f.name
else:
    print("Don't know how to display {}".format(richest.get_content_type()))
    sys.exit()
with tempfile.NamedTemporaryFile(mode='w', delete=False) as f:
    # The magic_html_parser has to rewrite the href="cid:...." attributes to
    # point to the filenames in partfiles.  It also has to do a safety-sanitize
    # of the html.  It could be written using html.parser.
    f.write(magic_html_parser(body.get_content(), partfiles))
webbrowser.open(f.name)
os.remove(f.name)
for fn in partfiles.values():
    os.remove(fn)

# Of course, there are lots of email messages that could break this simple
# minded program, but it will handle the most common ones.
```

La sortie textuelle du code ci dessus est :

```
To: Penelope Pussycat <penelope@example.com>, Fabrette Pussycat <fabrette@example.
↪com>
From: Pepé Le Pew <pepe@example.com>
Subject: Ayons asperges pour le déjeuner

Salut!

Cela ressemble à un excellent recipie[1] déjeuner.
```

Notes

API héritée :

20.1.9 email.message.Message : Representing an email message using the compat32 API

The *Message* class is very similar to the *EmailMessage* class, without the methods added by that class, and with the default behavior of certain other methods being slightly different. We also document here some methods that, while supported by the *EmailMessage* class, are not recommended unless you are dealing with legacy code.

The philosophy and structure of the two classes is otherwise the same.

This document describes the behavior under the default (for *Message*) policy *Compat32*. If you are going to use another policy, you should be using the *EmailMessage* class instead.

An email message consists of *headers* and a *payload*. Headers must be **RFC 5233** style names and values, where the field name and value are separated by a colon. The colon is not part of either the field name or the field value. The payload may be a simple text message, or a binary object, or a structured sequence of sub-messages each with their own set of headers and their own payload. The latter type of payload is indicated by the message having a MIME type such as *multipart/** or *message/rfc822*.

The conceptual model provided by a *Message* object is that of an ordered dictionary of headers with additional methods for accessing both specialized information from the headers, for accessing the payload, for generating a serialized version of the message, and for recursively walking over the object tree. Note that duplicate headers are supported but special methods must be used to access them.

The *Message* pseudo-dictionary is indexed by the header names, which must be ASCII values. The values of the dictionary are strings that are supposed to contain only ASCII characters ; there is some special handling for non-ASCII input, but it doesn't always produce the correct results. Headers are stored and returned in case-preserving form, but field names are matched case-insensitively. There may also be a single envelope header, also known as the *Unix-From* header or the `From_` header. The *payload* is either a string or bytes, in the case of simple message objects, or a list of *Message* objects, for MIME container documents (e.g. *multipart/** and *message/rfc822*).

Here are the methods of the *Message* class :

class email.message.**Message**(*policy=compat32*)

If *policy* is specified (it must be an instance of a *policy* class) use the rules it specifies to update and serialize the representation of the message. If *policy* is not set, use the *compat32* policy, which maintains backward compatibility with the Python 3.2 version of the email package. For more information see the *policy* documentation.

Modifié dans la version 3.3 : The *policy* keyword argument was added.

as_string(*unixfrom=False*, *maxheaderlen=0*, *policy=None*)

Return the entire message flattened as a string. When optional *unixfrom* is true, the envelope header is included in the returned string. *unixfrom* defaults to `False`. For backward compatibility reasons, *maxheaderlen* defaults to `0`, so if you want a different value you must override it explicitly (the value specified for *max_line_length* in the policy will be ignored by this method). The *policy* argument may be used to override the default policy obtained from the message instance. This can be used to control some of the formatting produced by the method, since the specified *policy* will be passed to the `Generator`.

Flattening the message may trigger changes to the *Message* if defaults need to be filled in to complete the transformation to a string (for example, MIME boundaries may be generated or modified).

Note that this method is provided as a convenience and may not always format the message the way you want. For example, by default it does not do the mangling of lines that begin with `From` that is required by the unix mbox format. For more flexibility, instantiate a *Generator* instance and use its *flatten()* method directly. For example :

```
from io import StringIO
from email.generator import Generator
fp = StringIO()
g = Generator(fp, mangle_from_=True, maxheaderlen=60)
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
g.flatten(msg)
text = fp.getvalue()
```

If the message object contains binary data that is not encoded according to RFC standards, the non-compliant data will be replaced by unicode "unknown character" code points. (See also *as_bytes()* and *BytesGenerator*.)

Modifié dans la version 3.4 : the *policy* keyword argument was added.

__str__()

Equivalent to *as_string()*. Allows `str(msg)` to produce a string containing the formatted message.

as_bytes(*unixfrom=False*, *policy=None*)

Return the entire message flattened as a bytes object. When optional *unixfrom* is true, the envelope header is included in the returned string. *unixfrom* defaults to `False`. The *policy* argument may be used to override the default policy obtained from the message instance. This can be used to control some of the formatting produced by the method, since the specified *policy* will be passed to the `BytesGenerator`.

Flattening the message may trigger changes to the *Message* if defaults need to be filled in to complete the transformation to a string (for example, MIME boundaries may be generated or modified).

Note that this method is provided as a convenience and may not always format the message the way you want. For example, by default it does not do the mangling of lines that begin with `From` that is required by the unix mbox format. For more flexibility, instantiate a *BytesGenerator* instance and use its *flatten()* method directly. For example :

```
from io import BytesIO
from email.generator import BytesGenerator
fp = BytesIO()
g = BytesGenerator(fp, mangle_from_=True, maxheaderlen=60)
g.flatten(msg)
text = fp.getvalue()
```

Nouveau dans la version 3.4.

__bytes__()

Equivalent to *as_bytes()*. Allows `bytes(msg)` to produce a bytes object containing the formatted message.

Nouveau dans la version 3.4.

is_multipart()

Return `True` if the message's payload is a list of sub-*Message* objects, otherwise return `False`. When *is_multipart()* returns `False`, the payload should be a string object (which might be a CTE encoded binary payload). (Note that *is_multipart()* returning `True` does not necessarily mean that "msg.get_content_maintype() == 'multipart'" will return the `True`. For example, `is_multipart` will return `True` when the *Message* is of type `message/rfc822`.)

set_unixfrom(*unixfrom*)

Set the message's envelope header to *unixfrom*, which should be a string.

get_unixfrom()

Return the message's envelope header. Defaults to `None` if the envelope header was never set.

attach(*payload*)

Add the given *payload* to the current payload, which must be `None` or a list of *Message* objects before the call. After the call, the payload will always be a list of *Message* objects. If you want to set the payload to a scalar object (e.g. a string), use *set_payload()* instead.

This is a legacy method. On the `EmailMessage` class its functionality is replaced by *set_content()* and the related `make` and `add` methods.

get_payload(*i=None*, *decode=False*)

Return the current payload, which will be a list of *Message* objects when *is_multipart()* is `True`, or a string when *is_multipart()* is `False`. If the payload is a list and you mutate the list object, you modify the message's payload in place.

With optional argument *i*, *get_payload()* will return the *i*-th element of the payload, counting from zero, if *is_multipart()* is `True`. An *IndexError* will be raised if *i* is less than 0 or greater than or equal to the number of items in the payload. If the payload is a string (i.e. *is_multipart()* is `False`) and *i* is given, a *TypeError* is raised.

Optional *decode* is a flag indicating whether the payload should be decoded or not, according to the *Content-Transfer-Encoding* header. When `True` and the message is not a multipart, the payload will be decoded if this header's value is `quoted-printable` or `base64`. If some other encoding is used, or *Content-Transfer-Encoding* header is missing, the payload is returned as-is (undecoded). In all cases the returned value is binary data. If the message is a multipart and the *decode* flag is `True`, then `None` is returned. If the payload is base64 and it was not perfectly formed (missing padding, characters outside the base64 alphabet), then an appropriate defect will be added to the message's defect property (`InvalidBase64PaddingDefect` or `InvalidBase64CharactersDefect`, respectively).

When *decode* is `False` (the default) the body is returned as a string without decoding the *Content-Transfer-Encoding*. However, for a *Content-Transfer-Encoding* of 8bit, an attempt is made to decode the original bytes using the `charset` specified by the *Content-Type* header, using the `replace` error handler. If no `charset` is specified, or if the `charset` given is not recognized by the email package, the body is decoded using the default ASCII charset.

This is a legacy method. On the `EmailMessage` class its functionality is replaced by *get_content()* and *iter_parts()*.

set_payload(*payload*, *charset=None*)

Set the entire message object's payload to *payload*. It is the client's responsibility to ensure the payload invariants. Optional *charset* sets the message's default character set; see *set_charset()* for details.

This is a legacy method. On the `EmailMessage` class its functionality is replaced by *set_content()*.

set_charset(*charset*)

Set the character set of the payload to *charset*, which can either be a *Charset* instance (see *email.charset*), a string naming a character set, or `None`. If it is a string, it will be converted to a *Charset* instance. If *charset* is `None`, the `charset` parameter will be removed from the *Content-Type* header (the message will not be otherwise modified). Anything else will generate a *TypeError*.

If there is no existing *MIME-Version* header one will be added. If there is no existing *Content-Type* header, one will be added with a value of *text/plain*. Whether the *Content-Type* header already exists or not, its `charset` parameter will be set to *charset.output_charset*. If *charset.input_charset* and *charset.output_charset* differ, the payload will be re-encoded to the *output_charset*. If there is no existing *Content-Transfer-Encoding* header, then the payload will be transfer-encoded, if needed, using the specified *Charset*, and a header with the appropriate value will be added. If a *Content-Transfer-Encoding* header already exists, the payload is assumed to already be correctly encoded using that *Content-Transfer-Encoding* and is not modified.

This is a legacy method. On the `EmailMessage` class its functionality is replaced by the *charset* parameter of the `email.emailmessage.EmailMessage.set_content()` method.

get_charset()

Return the *Charset* instance associated with the message's payload.

This is a legacy method. On the `EmailMessage` class it always returns `None`.

The following methods implement a mapping-like interface for accessing the message's **RFC 2822** headers. Note that there are some semantic differences between these methods and a normal mapping (i.e. dictionary) interface. For example, in a dictionary there are no duplicate keys, but here there may be duplicate message headers. Also, in dictionaries there is no guaranteed order to the keys returned by *keys()*, but in a *Message* object, headers are always returned in the order they appeared in the original message, or were added to the message later. Any header deleted and then re-added are always appended to the end of the header list.

These semantic differences are intentional and are biased toward maximal convenience.

Note that in all cases, any envelope header present in the message is not included in the mapping interface.

In a model generated from bytes, any header values that (in contravention of the RFCs) contain non-ASCII bytes will, when retrieved through this interface, be represented as *Header* objects with a charset of *unknown-8bit*.

__len__()

Return the total number of headers, including duplicates.

__contains__(*name*)

Return `True` if the message object has a field named *name*. Matching is done case-insensitively and *name* should not include the trailing colon. Used for the `in` operator, e.g. :

```
if 'message-id' in myMessage:
   print('Message-ID:', myMessage['message-id'])
```

__getitem__(*name*)
Return the value of the named header field. *name* should not include the colon field separator. If the header is missing, `None` is returned; a *KeyError* is never raised.

Note that if the named field appears more than once in the message's headers, exactly which of those field values will be returned is undefined. Use the *get_all()* method to get the values of all the extant named headers.

__setitem__(*name*, *val*)
Add a header to the message with field name *name* and value *val*. The field is appended to the end of the message's existing fields.

Note that this does *not* overwrite or delete any existing header with the same name. If you want to ensure that the new header is the only one present in the message with field name *name*, delete the field first, e.g. :

```
del msg['subject']
msg['subject'] = 'Python roolz!'
```

__delitem__(*name*)
Delete all occurrences of the field with name *name* from the message's headers. No exception is raised if the named field isn't present in the headers.

keys()
Return a list of all the message's header field names.

values()
Return a list of all the message's field values.

items()
Return a list of 2-tuples containing all the message's field headers and values.

get(*name*, *failobj=None*)
Return the value of the named header field. This is identical to *__getitem__()* except that optional *failobj* is returned if the named header is missing (defaults to `None`).

Here are some additional useful methods :

get_all(*name*, *failobj=None*)
Return a list of all the values for the field named *name*. If there are no such named headers in the message, *failobj* is returned (defaults to `None`).

add_header(*_name*, *_value*, ***_params*)
Extended header setting. This method is similar to *__setitem__()* except that additional header parameters can be provided as keyword arguments. *_name* is the header field to add and *_value* is the *primary* value for the header.

For each item in the keyword argument dictionary *_params*, the key is taken as the parameter name, with underscores converted to dashes (since dashes are illegal in Python identifiers). Normally, the parameter will be added as `key="value"` unless the value is `None`, in which case only the key will be added. If the value contains non-ASCII characters, it can be specified as a three tuple in the format `(CHARSET, LANGUAGE, VALUE)`, where `CHARSET` is a string naming the charset to be used to encode the value, `LANGUAGE` can usually be set to `None` or the empty string (see **RFC 2231** for other possibilities), and `VALUE` is the string value containing non-ASCII code points. If a three tuple is not passed and the value contains non-ASCII characters, it is automatically encoded in **RFC 2231** format using a `CHARSET` of `utf-8` and a `LANGUAGE` of `None`.

Here's an example :

```
msg.add_header('Content-Disposition', 'attachment', filename='bud.gif')
```

This will add a header that looks like

```
Content-Disposition: attachment; filename="bud.gif"
```

An example with non-ASCII characters :

```
msg.add_header('Content-Disposition', 'attachment',
               filename=('iso-8859-1', '', 'Fußballer.ppt'))
```

Which produces

```
Content-Disposition: attachment; filename*="iso-8859-1''Fu%DFballer.ppt"
```

replace_header(*_name*, *_value*)
Replace a header. Replace the first header found in the message that matches *_name*, retaining header order and field name case. If no matching header was found, a *KeyError* is raised.

get_content_type()
Return the message's content type. The returned string is coerced to lower case of the form *maintype/subtype*. If there was no *Content-Type* header in the message the default type as given by *get_default_type()* will be returned. Since according to **RFC 2045**, messages always have a default type, *get_content_type()* will always return a value.

RFC 2045 defines a message's default type to be *text/plain* unless it appears inside a *multipart/digest* container, in which case it would be *message/rfc822*. If the *Content-Type* header has an invalid type specification, **RFC 2045** mandates that the default type be *text/plain*.

get_content_maintype()
Return the message's main content type. This is the *maintype* part of the string returned by *get_content_type()*.

get_content_subtype()
Return the message's sub-content type. This is the *subtype* part of the string returned by *get_content_type()*.

get_default_type()
Return the default content type. Most messages have a default content type of *text/plain*, except for messages that are subparts of *multipart/digest* containers. Such subparts have a default content type of *message/rfc822*.

set_default_type(*ctype*)
Set the default content type. *ctype* should either be *text/plain* or *message/rfc822*, although this is not enforced. The default content type is not stored in the *Content-Type* header.

get_params(*failobj=None*, *header='content-type'*, *unquote=True*)
Return the message's *Content-Type* parameters, as a list. The elements of the returned list are 2-tuples of key/value pairs, as split on the `'='` sign. The left hand side of the `'='` is the key, while the right hand side is the value. If there is no `'='` sign in the parameter the value is the empty string, otherwise the value is as described in *get_param()* and is unquoted if optional *unquote* is `True` (the default).

Optional *failobj* is the object to return if there is no *Content-Type* header. Optional *header* is the header to search instead of *Content-Type*.

This is a legacy method. On the `EmailMessage` class its functionality is replaced by the *params* property of the individual header objects returned by the header access methods.

get_param(*param*, *failobj=None*, *header='content-type'*, *unquote=True*)
Return the value of the *Content-Type* header's parameter *param* as a string. If the message has no *Content-Type* header or if there is no such parameter, then *failobj* is returned (defaults to `None`).

Optional *header* if given, specifies the message header to use instead of *Content-Type*.

Parameter keys are always compared case insensitively. The return value can either be a string, or a 3-tuple if the parameter was **RFC 2231** encoded. When it's a 3-tuple, the elements of the value are of the form `(CHARSET, LANGUAGE, VALUE)`. Note that both `CHARSET` and `LANGUAGE` can be `None`, in which case you should consider `VALUE` to be encoded in the `us-ascii` charset. You can usually ignore `LANGUAGE`.

If your application doesn't care whether the parameter was encoded as in **RFC 2231**, you can collapse the parameter value by calling *email.utils.collapse_rfc2231_value()*, passing in the return value from *get_param()*. This will return a suitably decoded Unicode string when the value is a tuple, or the original string unquoted if it isn't. For example :

```
rawparam = msg.get_param('foo')
param = email.utils.collapse_rfc2231_value(rawparam)
```

In any case, the parameter value (either the returned string, or the VALUE item in the 3-tuple) is always unquoted, unless *unquote* is set to False.

This is a legacy method. On the EmailMessage class its functionality is replaced by the *params* property of the individual header objects returned by the header access methods.

set_param(*param*, *value*, *header='Content-Type'*, *requote=True*, *charset=None*, *language=''*, *replace=False*)

Set a parameter in the *Content-Type* header. If the parameter already exists in the header, its value will be replaced with *value*. If the *Content-Type* header as not yet been defined for this message, it will be set to *text/plain* and the new parameter value will be appended as per **RFC 2045**.

Optional *header* specifies an alternative header to *Content-Type*, and all parameters will be quoted as necessary unless optional *requote* is False (the default is True).

If optional *charset* is specified, the parameter will be encoded according to **RFC 2231**. Optional *language* specifies the RFC 2231 language, defaulting to the empty string. Both *charset* and *language* should be strings.

If *replace* is False (the default) the header is moved to the end of the list of headers. If *replace* is True, the header will be updated in place.

Modifié dans la version 3.4 : replace keyword was added.

del_param(*param*, *header='content-type'*, *requote=True*)

Remove the given parameter completely from the *Content-Type* header. The header will be re-written in place without the parameter or its value. All values will be quoted as necessary unless *requote* is False (the default is True). Optional *header* specifies an alternative to *Content-Type*.

set_type(*type*, *header='Content-Type'*, *requote=True*)

Set the main type and subtype for the *Content-Type* header. *type* must be a string in the form *maintype/subtype*, otherwise a *ValueError* is raised.

This method replaces the *Content-Type* header, keeping all the parameters in place. If *requote* is False, this leaves the existing header's quoting as is, otherwise the parameters will be quoted (the default).

An alternative header can be specified in the *header* argument. When the *Content-Type* header is set a *MIME-Version* header is also added.

This is a legacy method. On the EmailMessage class its functionality is replaced by the make_ and add_ methods.

get_filename(*failobj=None*)

Return the value of the filename parameter of the *Content-Disposition* header of the message. If the header does not have a filename parameter, this method falls back to looking for the name parameter on the *Content-Type* header. If neither is found, or the header is missing, then *failobj* is returned. The returned string will always be unquoted as per *email.utils.unquote()*.

get_boundary(*failobj=None*)

Return the value of the boundary parameter of the *Content-Type* header of the message, or *failobj* if either the header is missing, or has no boundary parameter. The returned string will always be unquoted as per *email.utils.unquote()*.

set_boundary(*boundary*)

Set the boundary parameter of the *Content-Type* header to *boundary*. *set_boundary()* will always quote *boundary* if necessary. A *HeaderParseError* is raised if the message object has no *Content-Type* header.

Note that using this method is subtly different than deleting the old *Content-Type* header and adding a new one with the new boundary via *add_header()*, because *set_boundary()* preserves the order of the *Content-Type* header in the list of headers. However, it does *not* preserve any continuation lines which may have been present in the original *Content-Type* header.

get_content_charset(*failobj=None*)

Return the charset parameter of the *Content-Type* header, coerced to lower case. If there is no *Content-Type* header, or if that header has no charset parameter, *failobj* is returned.

Note that this method differs from *get_charset()* which returns the *Charset* instance for the default encoding of the message body.

get_charsets(*failobj=None*)

Return a list containing the character set names in the message. If the message is a *multipart*, then the list will contain one element for each subpart in the payload, otherwise, it will be a list of length 1.

Each item in the list will be a string which is the value of the `charset` parameter in the *`Content-Type`* header for the represented subpart. However, if the subpart has no *`Content-Type`* header, no `charset` parameter, or is not of the *`text`* main MIME type, then that item in the returned list will be *failobj*.

`get_content_disposition``()`

Return the lowercased value (without parameters) of the message's *`Content-Disposition`* header if it has one, or `None`. The possible values for this method are *inline*, *attachment* or `None` if the message follows **RFC 2183**.

Nouveau dans la version 3.5.

`walk``()`

The *`walk()`* method is an all-purpose generator which can be used to iterate over all the parts and subparts of a message object tree, in depth-first traversal order. You will typically use *`walk()`* as the iterator in a `for` loop; each iteration returns the next subpart.

Here's an example that prints the MIME type of every part of a multipart message structure :

```
>>> for part in msg.walk():
...     print(part.get_content_type())
multipart/report
text/plain
message/delivery-status
text/plain
text/plain
message/rfc822
text/plain
```

`walk` iterates over the subparts of any part where *`is_multipart()`* returns `True`, even though `msg.get_content_maintype() == 'multipart'` may return `False`. We can see this in our example by making use of the `_structure` debug helper function :

```
>>> for part in msg.walk():
...     print(part.get_content_maintype() == 'multipart',
...           part.is_multipart())
True True
False False
False True
False False
False False
False True
False False
>>> _structure(msg)
multipart/report
    text/plain
    message/delivery-status
        text/plain
        text/plain
    message/rfc822
        text/plain
```

Here the `message` parts are not `multiparts`, but they do contain subparts. `is_multipart()` returns `True` and `walk` descends into the subparts.

`Message` objects can also optionally contain two instance attributes, which can be used when generating the plain text of a MIME message.

`preamble`

The format of a MIME document allows for some text between the blank line following the headers, and the first multipart boundary string. Normally, this text is never visible in a MIME-aware mail reader because it falls outside the standard MIME armor. However, when viewing the raw text of the message, or when viewing the message in a non-MIME aware reader, this text can become visible.

The *preamble* attribute contains this leading extra-armor text for MIME documents. When the *`Parser`* discovers some text after the headers but before the first boundary string, it assigns this text to the message's *preamble* attribute. When the *`Generator`* is writing out the plain text representation of a MIME

message, and it finds the message has a *preamble* attribute, it will write this text in the area between the headers and the first boundary. See `email.parser` and `email.generator` for details.

Note that if the message object has no preamble, the *preamble* attribute will be `None`.

epilogue

The *epilogue* attribute acts the same way as the *preamble* attribute, except that it contains text that appears between the last boundary and the end of the message.

You do not need to set the epilogue to the empty string in order for the `Generator` to print a newline at the end of the file.

defects

The *defects* attribute contains a list of all the problems found when parsing this message. See `email.errors` for a detailed description of the possible parsing defects.

20.1.10 `email.mime` : Creating email and MIME objects from scratch

Source code : Lib/email/mime/

This module is part of the legacy (`Compat32`) email API. Its functionality is partially replaced by the `contentmanager` in the new API, but in certain applications these classes may still be useful, even in non-legacy code.

Ordinarily, you get a message object structure by passing a file or some text to a parser, which parses the text and returns the root message object. However you can also build a complete message structure from scratch, or even individual `Message` objects by hand. In fact, you can also take an existing structure and add new `Message` objects, move them around, etc. This makes a very convenient interface for slicing-and-dicing MIME messages.

You can create a new object structure by creating `Message` instances, adding attachments and all the appropriate headers manually. For MIME messages though, the `email` package provides some convenient subclasses to make things easier.

Here are the classes :

class email.mime.base.**MIMEBase**(*_maintype*, *_subtype*, *, *policy=compat32*, ***_params*)

Module : `email.mime.base`

This is the base class for all the MIME-specific subclasses of `Message`. Ordinarily you won't create instances specifically of `MIMEBase`, although you could. `MIMEBase` is provided primarily as a convenient base class for more specific MIME-aware subclasses.

_maintype is the `Content-Type` major type (e.g. `text` or `image`), and *_subtype* is the `Content-Type` minor type (e.g. `plain` or `gif`). *_params* is a parameter key/value dictionary and is passed directly to `Message.add_header`.

If *policy* is specified, (defaults to the `compat32` policy) it will be passed to `Message`.

The `MIMEBase` class always adds a `Content-Type` header (based on *_maintype*, *_subtype*, and *_params*), and a `MIME-Version` header (always set to `1.0`).

Modifié dans la version 3.6 : Added *policy* keyword-only parameter.

class email.mime.nonmultipart.**MIMENonMultipart**

Module : `email.mime.nonmultipart`

A subclass of `MIMEBase`, this is an intermediate base class for MIME messages that are not `multipart`. The primary purpose of this class is to prevent the use of the `attach()` method, which only makes sense for `multipart` messages. If `attach()` is called, a `MultipartConversionError` exception is raised.

class email.mime.multipart.**MIMEMultipart**(*_subtype='mixed'*, *boundary=None*, *_subparts=None*, *, *policy=compat32*, ***_params*)

Module : `email.mime.multipart`

A subclass of `MIMEBase`, this is an intermediate base class for MIME messages that are `multipart`. Optional *_subtype* defaults to `mixed`, but can be used to specify the subtype of the message. A `Content-Type` header of `multipart/_subtype` will be added to the message object. A `MIME-Version` header will also be added.

Optional *boundary* is the multipart boundary string. When `None` (the default), the boundary is calculated when needed (for example, when the message is serialized).

_subparts is a sequence of initial subparts for the payload. It must be possible to convert this sequence to a list. You can always attach new subparts to the message by using the `Message.attach` method.

Optional *policy* argument defaults to `compat32`.

Additional parameters for the `Content-Type` header are taken from the keyword arguments, or passed into the *_params* argument, which is a keyword dictionary.

Modifié dans la version 3.6 : Added *policy* keyword-only parameter.

class email.mime.application.**MIMEApplication**(*_data*, *_subtype='octet-stream'*, *_encoder=email.encoders.encode_base64*, ***, *policy=compat32*, ***_params*)

Module : `email.mime.application`

A subclass of `MIMENonMultipart`, the `MIMEApplication` class is used to represent MIME message objects of major type `application`. *_data* is a string containing the raw byte data. Optional *_subtype* specifies the MIME subtype and defaults to `octet-stream`.

Optional *_encoder* is a callable (i.e. function) which will perform the actual encoding of the data for transport. This callable takes one argument, which is the `MIMEApplication` instance. It should use `get_payload()` and `set_payload()` to change the payload to encoded form. It should also add any `Content-Transfer-Encoding` or other headers to the message object as necessary. The default encoding is base64. See the `email.encoders` module for a list of the built-in encoders.

Optional *policy* argument defaults to `compat32`.

_params are passed straight through to the base class constructor.

Modifié dans la version 3.6 : Added *policy* keyword-only parameter.

class email.mime.audio.**MIMEAudio**(*_audiodata*, *_subtype=None*, *_encoder=email.encoders.encode_base64*, ***, *policy=compat32*, ***_params*)

Module : `email.mime.audio`

A subclass of `MIMENonMultipart`, the `MIMEAudio` class is used to create MIME message objects of major type `audio`. *_audiodata* is a string containing the raw audio data. If this data can be decoded by the standard Python module `sndhdr`, then the subtype will be automatically included in the `Content-Type` header. Otherwise you can explicitly specify the audio subtype via the *_subtype* argument. If the minor type could not be guessed and *_subtype* was not given, then `TypeError` is raised.

Optional *_encoder* is a callable (i.e. function) which will perform the actual encoding of the audio data for transport. This callable takes one argument, which is the `MIMEAudio` instance. It should use `get_payload()` and `set_payload()` to change the payload to encoded form. It should also add any `Content-Transfer-Encoding` or other headers to the message object as necessary. The default encoding is base64. See the `email.encoders` module for a list of the built-in encoders.

Optional *policy* argument defaults to `compat32`.

_params are passed straight through to the base class constructor.

Modifié dans la version 3.6 : Added *policy* keyword-only parameter.

class email.mime.image.**MIMEImage**(*_imagedata*, *_subtype=None*, *_encoder=email.encoders.encode_base64*, ***, *policy=compat32*, ***_params*)

Module : `email.mime.image`

A subclass of `MIMENonMultipart`, the `MIMEImage` class is used to create MIME message objects of major type `image`. *_imagedata* is a string containing the raw image data. If this data can be decoded by the standard Python module `imghdr`, then the subtype will be automatically included in the `Content-Type` header. Otherwise you can explicitly specify the image subtype via the *_subtype* argument. If the minor type could not be guessed and *_subtype* was not given, then `TypeError` is raised.

Optional *_encoder* is a callable (i.e. function) which will perform the actual encoding of the image data for transport. This callable takes one argument, which is the `MIMEImage` instance. It should use `get_payload()` and `set_payload()` to change the payload to encoded form. It should also add any `Content-Transfer-Encoding` or other headers to the message object as necessary. The default encoding is base64. See the `email.encoders` module for a list of the built-in encoders.

Optional *policy* argument defaults to `compat32`.

_params are passed straight through to the *MIMEBase* constructor.

Modifié dans la version 3.6 : Added *policy* keyword-only parameter.

class email.mime.message.**MIMEMessage**(*_msg*, *_subtype='rfc822'*, ***, *policy=compat32*)

Module : email.mime.message

A subclass of *MIMENonMultipart*, the *MIMEMessage* class is used to create MIME objects of main type *message*. *_msg* is used as the payload, and must be an instance of class *Message* (or a subclass thereof), otherwise a *TypeError* is raised.

Optional *_subtype* sets the subtype of the message ; it defaults to *rfc822*.

Optional *policy* argument defaults to *compat32*.

Modifié dans la version 3.6 : Added *policy* keyword-only parameter.

class email.mime.text.**MIMEText**(*_text*, *_subtype='plain'*, *_charset=None*, ***, *policy=compat32*)

Module : email.mime.text

A subclass of *MIMENonMultipart*, the *MIMEText* class is used to create MIME objects of major type *text*. *_text* is the string for the payload. *_subtype* is the minor type and defaults to *plain*. *_charset* is the character set of the text and is passed as an argument to the *MIMENonMultipart* constructor ; it defaults to us-ascii if the string contains only ascii code points, and utf-8 otherwise. The *_charset* parameter accepts either a string or a *Charset* instance.

Unless the *_charset* argument is explicitly set to None, the MIMEText object created will have both a *Content-Type* header with a charset parameter, and a *Content-Transfer-Encoding* header. This means that a subsequent set_payload call will not result in an encoded payload, even if a charset is passed in the set_payload command. You can "reset" this behavior by deleting the Content-Transfer-Encoding header, after which a set_payload call will automatically encode the new payload (and add a new *Content-Transfer-Encoding* header).

Optional *policy* argument defaults to *compat32*.

Modifié dans la version 3.5 : *_charset* also accepts *Charset* instances.

Modifié dans la version 3.6 : Added *policy* keyword-only parameter.

20.1.11 email.header : Internationalized headers

Source code : Lib/email/header.py

This module is part of the legacy (Compat32) email API. In the current API encoding and decoding of headers is handled transparently by the dictionary-like API of the *EmailMessage* class. In addition to uses in legacy code, this module can be useful in applications that need to completely control the character sets used when encoding headers.

Le texte restant de cette section est la documentation originale de ce module.

RFC 2822 is the base standard that describes the format of email messages. It derives from the older **RFC 822** standard which came into widespread use at a time when most email was composed of ASCII characters only. **RFC 2822** is a specification written assuming email contains only 7-bit ASCII characters.

Of course, as email has been deployed worldwide, it has become internationalized, such that language specific character sets can now be used in email messages. The base standard still requires email messages to be transferred using only 7-bit ASCII characters, so a slew of RFCs have been written describing how to encode email containing non-ASCII characters into **RFC 2822**-compliant format. These RFCs include **RFC 2045**, **RFC 2046**, **RFC 2047**, and **RFC 2231**. The *email* package supports these standards in its *email.header* and *email.charset* modules.

If you want to include non-ASCII characters in your email headers, say in the *Subject* or *To* fields, you should use the *Header* class and assign the field in the *Message* object to an instance of *Header* instead of using a string for the header value. Import the *Header* class from the *email.header* module. For example :

```
>>> from email.message import Message
>>> from email.header import Header
>>> msg = Message()
>>> h = Header('p\xf6stal', 'iso-8859-1')
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
>>> msg['Subject'] = h
>>> msg.as_string()
'Subject: =?iso-8859-1?q?p=F6stal?=\n\n'
```

Notice here how we wanted the `Subject` field to contain a non-ASCII character ? We did this by creating a `Header` instance and passing in the character set that the byte string was encoded in. When the subsequent `Message` instance was flattened, the `Subject` field was properly **RFC 2047** encoded. MIME-aware mail readers would show this header using the embedded ISO-8859-1 character.

Here is the `Header` class description :

class email.header.**Header**(*s=None*, *charset=None*, *maxlinelen=None*, *header_name=None*, *continuation_ws=' '*, *errors='strict'*)

Create a MIME-compliant header that can contain strings in different character sets.

Optional *s* is the initial header value. If `None` (the default), the initial header value is not set. You can later append to the header with `append()` method calls. *s* may be an instance of `bytes` or `str`, but see the `append()` documentation for semantics.

Optional *charset* serves two purposes : it has the same meaning as the *charset* argument to the `append()` method. It also sets the default character set for all subsequent `append()` calls that omit the *charset* argument. If *charset* is not provided in the constructor (the default), the `us-ascii` character set is used both as *s*'s initial charset and as the default for subsequent `append()` calls.

The maximum line length can be specified explicitly via *maxlinelen*. For splitting the first line to a shorter value (to account for the field header which isn't included in *s*, e.g. `Subject`) pass in the name of the field in *header_name*. The default *maxlinelen* is 76, and the default value for *header_name* is `None`, meaning it is not taken into account for the first line of a long, split header.

Optional *continuation_ws* must be **RFC 2822**-compliant folding whitespace, and is usually either a space or a hard tab character. This character will be prepended to continuation lines. *continuation_ws* defaults to a single space character.

Optional *errors* is passed straight through to the `append()` method.

append(*s*, *charset=None*, *errors='strict'*)

Append the string *s* to the MIME header.

Optional *charset*, if given, should be a `Charset` instance (see `email.charset`) or the name of a character set, which will be converted to a `Charset` instance. A value of `None` (the default) means that the *charset* given in the constructor is used.

s may be an instance of `bytes` or `str`. If it is an instance of `bytes`, then *charset* is the encoding of that byte string, and a `UnicodeError` will be raised if the string cannot be decoded with that character set.

If *s* is an instance of `str`, then *charset* is a hint specifying the character set of the characters in the string.

In either case, when producing an **RFC 2822**-compliant header using **RFC 2047** rules, the string will be encoded using the output codec of the charset. If the string cannot be encoded using the output codec, a UnicodeError will be raised.

Optional *errors* is passed as the errors argument to the decode call if *s* is a byte string.

encode(*splitchars=';, \t'*, *maxlinelen=None*, *linesep='\n'*)

Encode a message header into an RFC-compliant format, possibly wrapping long lines and encapsulating non-ASCII parts in base64 or quoted-printable encodings.

Optional *splitchars* is a string containing characters which should be given extra weight by the splitting algorithm during normal header wrapping. This is in very rough support of **RFC 2822**'s 'higher level syntactic breaks' : split points preceded by a splitchar are preferred during line splitting, with the characters preferred in the order in which they appear in the string. Space and tab may be included in the string to indicate whether preference should be given to one over the other as a split point when other split chars do not appear in the line being split. Splitchars does not affect **RFC 2047** encoded lines.

maxlinelen, if given, overrides the instance's value for the maximum line length.

linesep specifies the characters used to separate the lines of the folded header. It defaults to the most useful value for Python application code (`\n`), but `\r\n` can be specified in order to produce headers with RFC-compliant line separators.

Modifié dans la version 3.2 : Added the *linesep* argument.

The *Header* class also provides a number of methods to support standard operators and built-in functions.

__str__()
Returns an approximation of the *Header* as a string, using an unlimited line length. All pieces are converted to unicode using the specified encoding and joined together appropriately. Any pieces with a charset of `'unknown-8bit'` are decoded as ASCII using the `'replace'` error handler.

Modifié dans la version 3.2 : Added handling for the `'unknown-8bit'` charset.

__eq__(*other*)
This method allows you to compare two *Header* instances for equality.

__ne__(*other*)
This method allows you to compare two *Header* instances for inequality.

The *email.header* module also provides the following convenient functions.

email.header.**decode_header**(*header*)
Decode a message header value without converting the character set. The header value is in *header*.

This function returns a list of `(decoded_string, charset)` pairs containing each of the decoded parts of the header. *charset* is `None` for non-encoded parts of the header, otherwise a lower case string containing the name of the character set specified in the encoded string.

Here's an example :

```
>>> from email.header import decode_header
>>> decode_header('=?iso-8859-1?q?p=F6stal?=')
[(b'p\xf6stal', 'iso-8859-1')]
```

email.header.**make_header**(*decoded_seq*, *maxlinelen=None*, *header_name=None*, *continuation_ws=' '*)
Create a *Header* instance from a sequence of pairs as returned by *decode_header()*.

decode_header() takes a header value string and returns a sequence of pairs of the format `(decoded_string, charset)` where *charset* is the name of the character set.

This function takes one of those sequence of pairs and returns a *Header* instance. Optional *maxlinelen*, *header_name*, and *continuation_ws* are as in the *Header* constructor.

20.1.12 email.charset : Representing character sets

Source code : Lib/email/charset.py

This module is part of the legacy (`Compat32`) email API. In the new API only the aliases table is used.

Le texte restant de cette section est la documentation originale de ce module.

This module provides a class *Charset* for representing character sets and character set conversions in email messages, as well as a character set registry and several convenience methods for manipulating this registry. Instances of *Charset* are used in several other modules within the *email* package.

Import this class from the *email.charset* module.

class email.charset.**Charset**(*input_charset=DEFAULT_CHARSET*)
Map character sets to their email properties.

This class provides information about the requirements imposed on email for a specific character set. It also provides convenience routines for converting between character sets, given the availability of the applicable codecs. Given a character set, it will do its best to provide information on how to use that character set in an email message in an RFC-compliant way.

Certain character sets must be encoded with quoted-printable or base64 when used in email headers or bodies. Certain character sets must be converted outright, and are not allowed in email.

Optional *input_charset* is as described below; it is always coerced to lower case. After being alias normalized it is also used as a lookup into the registry of character sets to find out the header encoding, body encoding, and output conversion codec to be used for the character set. For example, if *input_charset* is `iso-8859-1`, then headers and bodies will be encoded using quoted-printable and no output conversion codec is necessary.

If *input_charset* is `euc-jp`, then headers will be encoded with base64, bodies will not be encoded, but output text will be converted from the `euc-jp` character set to the `iso-2022-jp` character set.

Charset instances have the following data attributes :

input_charset
: The initial character set specified. Common aliases are converted to their *official* email names (e.g. `latin_1` is converted to `iso-8859-1`). Defaults to 7-bit `us-ascii`.

header_encoding
: If the character set must be encoded before it can be used in an email header, this attribute will be set to `Charset.QP` (for quoted-printable), `Charset.BASE64` (for base64 encoding), or `Charset.SHORTEST` for the shortest of QP or BASE64 encoding. Otherwise, it will be `None`.

body_encoding
: Same as *header_encoding*, but describes the encoding for the mail message's body, which indeed may be different than the header encoding. `Charset.SHORTEST` is not allowed for *body_encoding*.

output_charset
: Some character sets must be converted before they can be used in email headers or bodies. If the *input_charset* is one of them, this attribute will contain the name of the character set output will be converted to. Otherwise, it will be `None`.

input_codec
: The name of the Python codec used to convert the *input_charset* to Unicode. If no conversion codec is necessary, this attribute will be `None`.

output_codec
: The name of the Python codec used to convert Unicode to the *output_charset*. If no conversion codec is necessary, this attribute will have the same value as the *input_codec*.

Charset instances also have the following methods :

get_body_encoding()
: Return the content transfer encoding used for body encoding.

  This is either the string `quoted-printable` or `base64` depending on the encoding used, or it is a function, in which case you should call the function with a single argument, the Message object being encoded. The function should then set the *Content-Transfer-Encoding* header itself to whatever is appropriate.

  Returns the string `quoted-printable` if *body_encoding* is `QP`, returns the string `base64` if *body_encoding* is `BASE64`, and returns the string `7bit` otherwise.

get_output_charset()
: Return the output character set.

  This is the *output_charset* attribute if that is not `None`, otherwise it is *input_charset*.

header_encode(*string*)
: Header-encode the string *string*.

  The type of encoding (base64 or quoted-printable) will be based on the *header_encoding* attribute.

header_encode_lines(*string*, *maxlengths*)
: Header-encode a *string* by converting it first to bytes.

  This is similar to *header_encode()* except that the string is fit into maximum line lengths as given by the argument *maxlengths*, which must be an iterator : each element returned from this iterator will provide the next maximum line length.

body_encode(*string*)
: Body-encode the string *string*.

  The type of encoding (base64 or quoted-printable) will be based on the *body_encoding* attribute.

The *Charset* class also provides a number of methods to support standard operations and built-in functions.

__str__()
: Returns *input_charset* as a string coerced to lower case. `__repr__()` is an alias for *__str__()*.

__eq__(*other*)
: This method allows you to compare two *Charset* instances for equality.

__ne__(*other*)
: This method allows you to compare two *Charset* instances for inequality.

The *email.charset* module also provides the following functions for adding new entries to the global character set, alias, and codec registries :

email.charset.**add_charset**(*charset*, *header_enc=None*, *body_enc=None*, *output_charset=None*)
Add character properties to the global registry.

charset is the input character set, and must be the canonical name of a character set.

Optional *header_enc* and *body_enc* is either `Charset.QP` for quoted-printable, `Charset.BASE64` for base64 encoding, `Charset.SHORTEST` for the shortest of quoted-printable or base64 encoding, or `None` for no encoding. `SHORTEST` is only valid for *header_enc*. The default is `None` for no encoding.

Optional *output_charset* is the character set that the output should be in. Conversions will proceed from input charset, to Unicode, to the output charset when the method `Charset.convert()` is called. The default is to output in the same character set as the input.

Both *input_charset* and *output_charset* must have Unicode codec entries in the module's character set-to-codec mapping; use *add_codec()* to add codecs the module does not know about. See the *codecs* module's documentation for more information.

The global character set registry is kept in the module global dictionary `CHARSETS`.

email.charset.**add_alias**(*alias*, *canonical*)
Add a character set alias. *alias* is the alias name, e.g. `latin-1`. *canonical* is the character set's canonical name, e.g. `iso-8859-1`.

The global charset alias registry is kept in the module global dictionary `ALIASES`.

email.charset.**add_codec**(*charset*, *codecname*)
Add a codec that map characters in the given character set to and from Unicode.

charset is the canonical name of a character set. *codecname* is the name of a Python codec, as appropriate for the second argument to the *str*'s *encode()* method.

20.1.13 email.encoders : Encodeurs

Code source : Lib/email/encoders.py

Ce module fait partie du code patrimonial (`Compat32`) de l'API mail. Dans la nouvelle API la fonctionnalité est fournie par le paramètre *cte* de la méthode *set_content()*.

This module is deprecated in Python 3. The functions provided here should not be called explicitly since the *MIMEText* class sets the content type and CTE header using the *_subtype* and *_charset* values passed during the instaniation of that class.

Le texte restant de cette section est la documentation originale de ce module.

Au moment de la création d'objets *Message* à la main, il est souvent nécessaire d'encoder les charges utiles pour le transport à travers des serveurs mail conformes. C'est particulièrement vrai pour les messages de type *image/** et *text/** contenant des données binaires.

Le paquet *email* fournit quelques encodeurs pratiques dans son module `encoders`. Ces encodeurs sont d'ailleurs utilisés par les constructeurs des classes *MIMEAudio* et *MIMEImage* afin de fournir des encodages par défaut. Toutes les fonctions d'encodage prennent exactement un argument, l'objet message à encoder. Généralement, elles extraient la charge utile, l'encode, puis change la charge utile pour la nouvelle valeur encodée. Elles devraient également assigner l'en-tête *Content-Transfer-Encoding* si besoin.

À noter que ces fonctions n'ont pas de sens dans le cadre d'un message en plusieurs parties. Elles doivent à la place être appliquées aux sous-parties individuelles, et lèvent *TypeError* si on leur passe un message en plusieurs parties.

Voici les fonctions d'encodages fournies :

email.encoders.**encode_quopri**(*msg*)
Encode la charge utile au format Quoted-Printable, et assigne `quoted-printable`[1] à l'en-tête *Content-Transfer-Encoding*. C'est un bon encodage à utiliser quand la majorité de la charge utile contient essentiellement des données imprimables, à l'exceptions de quelques caractères.

1. À noter que l'encodage avec *encode_quopri()* encode également tous les caractères tabulation et espace.

email.encoders.**encode_base64**(*msg*)
Encode la charge utile au format *base64*, et assigne `base64` à l'en-tête *Content-Transfer-Encoding*. C'est un bon encodage à utiliser quand la majorité de la charge utile est non imprimable puisque c'est une forme plus compacte que *quoted-printable*.

email.encoders.**encode_7or8bit**(*msg*)
Ceci ne modifie pas effectivement la charge utile du message, mais va bien en revanche assigner la valeur `7bit` ou `8bit` à l'en-tête *Content-Transfer-Encoding* selon la nature de la charge utile.

email.encoders.**encode_noop**(*msg*)
Ceci ne fait rien ; et ne va même pas changer la valeur de l'en-tête *Content-Transfer-Encoding*.

Notes

20.1.14 `email.utils` : Miscellaneous utilities

Source code : Lib/email/utils.py

There are a couple of useful utilities provided in the *email.utils* module :

email.utils.**localtime**(*dt=None*)
Return local time as an aware datetime object. If called without arguments, return current time. Otherwise *dt* argument should be a *datetime* instance, and it is converted to the local time zone according to the system time zone database. If *dt* is naive (that is, `dt.tzinfo` is `None`), it is assumed to be in local time. In this case, a positive or zero value for *isdst* causes `localtime` to presume initially that summer time (for example, Daylight Saving Time) is or is not (respectively) in effect for the specified time. A negative value for *isdst* causes the `localtime` to attempt to divine whether summer time is in effect for the specified time.

Nouveau dans la version 3.3.

email.utils.**make_msgid**(*idstring=None*, *domain=None*)
Returns a string suitable for an **RFC 2822**-compliant *Message-ID* header. Optional *idstring* if given, is a string used to strengthen the uniqueness of the message id. Optional *domain* if given provides the portion of the msgid after the '@'. The default is the local hostname. It is not normally necessary to override this default, but may be useful certain cases, such as a constructing distributed system that uses a consistent domain name across multiple hosts.

Modifié dans la version 3.2 : Added the *domain* keyword.

The remaining functions are part of the legacy (`Compat32`) email API. There is no need to directly use these with the new API, since the parsing and formatting they provide is done automatically by the header parsing machinery of the new API.

email.utils.**quote**(*str*)
Return a new string with backslashes in *str* replaced by two backslashes, and double quotes replaced by backslash-double quote.

email.utils.**unquote**(*str*)
Return a new string which is an *unquoted* version of *str*. If *str* ends and begins with double quotes, they are stripped off. Likewise if *str* ends and begins with angle brackets, they are stripped off.

email.utils.**parseaddr**(*address*)
Parse address -- which should be the value of some address-containing field such as *To* or *Cc* -- into its constituent *realname* and *email address* parts. Returns a tuple of that information, unless the parse fails, in which case a 2-tuple of `('', '')` is returned.

email.utils.**formataddr**(*pair*, *charset='utf-8'*)
The inverse of *parseaddr()*, this takes a 2-tuple of the form `(realname, email_address)` and returns the string value suitable for a *To* or *Cc* header. If the first element of *pair* is false, then the second element is returned unmodified.

Optional *charset* is the character set that will be used in the **RFC 2047** encoding of the `realname` if the `realname` contains non-ASCII characters. Can be an instance of *str* or a *Charset*. Defaults to `utf-8`.

Modifié dans la version 3.3 : Added the *charset* option.

email.utils.**getaddresses**(*fieldvalues*)
This method returns a list of 2-tuples of the form returned by `parseaddr()`. *fieldvalues* is a sequence of header field values as might be returned by *Message.get_all*. Here's a simple example that gets all the recipients of a message :

```
from email.utils import getaddresses

tos = msg.get_all('to', [])
ccs = msg.get_all('cc', [])
resent_tos = msg.get_all('resent-to', [])
resent_ccs = msg.get_all('resent-cc', [])
all_recipients = getaddresses(tos + ccs + resent_tos + resent_ccs)
```

email.utils.**parsedate**(*date*)
Attempts to parse a date according to the rules in **RFC 2822**. however, some mailers don't follow that format as specified, so *parsedate()* tries to guess correctly in such cases. *date* is a string containing an **RFC 2822** date, such as `"Mon, 20 Nov 1995 19:12:08 -0500"`. If it succeeds in parsing the date, *parsedate()* returns a 9-tuple that can be passed directly to *time.mktime()*; otherwise `None` will be returned. Note that indexes 6, 7, and 8 of the result tuple are not usable.

email.utils.**parsedate_tz**(*date*)
Performs the same function as *parsedate()*, but returns either `None` or a 10-tuple; the first 9 elements make up a tuple that can be passed directly to *time.mktime()*, and the tenth is the offset of the date's timezone from UTC (which is the official term for Greenwich Mean Time) [1]. If the input string has no timezone, the last element of the tuple returned is `0`, which represents UTC. Note that indexes 6, 7, and 8 of the result tuple are not usable.

email.utils.**parsedate_to_datetime**(*date*)
The inverse of *format_datetime()*. Performs the same function as *parsedate()*, but on success returns a *datetime*. If the input date has a timezone of `-0000`, the `datetime` will be a naive `datetime`, and if the date is conforming to the RFCs it will represent a time in UTC but with no indication of the actual source timezone of the message the date comes from. If the input date has any other valid timezone offset, the `datetime` will be an aware `datetime` with the corresponding a *timezone tzinfo*.

Nouveau dans la version 3.3.

email.utils.**mktime_tz**(*tuple*)
Turn a 10-tuple as returned by *parsedate_tz()* into a UTC timestamp (seconds since the Epoch). If the timezone item in the tuple is `None`, assume local time.

email.utils.**formatdate**(*timeval=None*, *localtime=False*, *usegmt=False*)
Returns a date string as per **RFC 2822**, e.g. :

```
Fri, 09 Nov 2001 01:08:47 -0000
```

Optional *timeval* if given is a floating point time value as accepted by *time.gmtime()* and *time.localtime()*, otherwise the current time is used.

Optional *localtime* is a flag that when `True`, interprets *timeval*, and returns a date relative to the local timezone instead of UTC, properly taking daylight savings time into account. The default is `False` meaning UTC is used.

Optional *usegmt* is a flag that when `True`, outputs a date string with the timezone as an ascii string `GMT`, rather than a numeric `-0000`. This is needed for some protocols (such as HTTP). This only applies when *localtime* is `False`. The default is `False`.

email.utils.**format_datetime**(*dt*, *usegmt=False*)
Like `formatdate`, but the input is a *datetime* instance. If it is a naive datetime, it is assumed to be "UTC with no information about the source timezone", and the conventional `-0000` is used for the timezone. If it is an aware `datetime`, then the numeric timezone offset is used. If it is an aware timezone with offset zero,

1. Note that the sign of the timezone offset is the opposite of the sign of the `time.timezone` variable for the same timezone; the latter variable follows the POSIX standard while this module follows **RFC 2822**.

then *usegmt* may be set to `True`, in which case the string `GMT` is used instead of the numeric timezone offset. This provides a way to generate standards conformant HTTP date headers.

Nouveau dans la version 3.3.

`email.utils.`**`decode_rfc2231`**(*s*)
Decode the string *s* according to **RFC 2231**.

`email.utils.`**`encode_rfc2231`**(*s*, *charset=None*, *language=None*)
Encode the string *s* according to **RFC 2231**. Optional *charset* and *language*, if given is the character set name and language name to use. If neither is given, *s* is returned as-is. If *charset* is given but *language* is not, the string is encoded using the empty string for *language*.

`email.utils.`**`collapse_rfc2231_value`**(*value*, *errors='replace'*, *fallback_charset='us-ascii'*)
When a header parameter is encoded in **RFC 2231** format, *`Message.get_param`* may return a 3-tuple containing the character set, language, and value. *`collapse_rfc2231_value()`* turns this into a unicode string. Optional *errors* is passed to the *errors* argument of *`str`*'s *`encode()`* method; it defaults to `'replace'`. Optional *fallback_charset* specifies the character set to use if the one in the **RFC 2231** header is not known by Python; it defaults to `'us-ascii'`.

For convenience, if the *value* passed to *`collapse_rfc2231_value()`* is not a tuple, it should be a string and it is returned unquoted.

`email.utils.`**`decode_params`**(*params*)
Decode parameters list according to **RFC 2231**. *params* is a sequence of 2-tuples containing elements of the form `(content-type, string-value)`.

Notes

20.1.15 `email.iterators` : Itérateurs

Code source : Lib/email/iterators.py

Itérer sur l'arborescence d'un objet message est plutôt simple avec la méthode *`Message.walk`*. Le module *`email.iterators`* fournit des fonctionnalités d'itérations de plus haut niveau sur les arbres d'objets messages.

`email.iterators.`**`body_line_iterator`**(*msg*, *decode=False*)
Cette fonction permet d'itérer sur tous les contenus de tous les éléments de *msg*, en retournant les contenus sous forme de chaînes de caractères ligne par ligne. Il saute les entêtes des sous éléments, et tous les sous éléments dont le contenu n'est pas une chaîne de caractères Python. C'est en quelque sorte équivalent à une lecture plate d'une représentation textuelle du message à partir d'un fichier en utilisant *`readline()`*, et en sautant toutes les entêtes intermédiaires.

Le paramètre optionnel *decode* est transmis à la méthode *`Message.get_payload`*.

`email.iterators.`**`typed_subpart_iterator`**(*msg*, *maintype='text'*, *subtype=None*)
Cette fonction permet d'itérer sur tous les sous éléments de *msg*, en retournant seulement les sous éléments qui correspondent au type MIME spécifié par *maintype* et *subtype*.

Notez que le paramètre *subtype* est optionnel; s'il n'est pas présent, alors le type MIME du sous élément est seulement composé du type principal. *maintype* est également optionnel; sa valeur par défaut est *`text`*.

En conséquence, par défaut, *`typed_subpart_iterator()`* retourne chaque sous élément qui a un type MIME de type *`text/*`*.

La fonction suivante a été ajouté en tant qu'un outil de débogage. Elle *ne devrait pas* être considérée comme une interface publique supportée pour ce paquet.

`email.iterators.`**`_structure`**(*msg*, *fp=None*, *level=0*, *include_default=False*)
Affiche une représentation indentée des types de contenu de la structure de l'objet message. Par exemple :

```
>>> msg = email.message_from_file(somefile)
>>> _structure(msg)
multipart/mixed
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
    text/plain
    text/plain
    multipart/digest
        message/rfc822
            text/plain
        message/rfc822
            text/plain
        message/rfc822
            text/plain
        message/rfc822
            text/plain
        message/rfc822
            text/plain
    text/plain
```

Le paramètre optionnel *fp* est un objet fichier-compatible dans lequel on peut écrire le flux de sortie. Il doit être approprié pour la fonction de Python `print()`. *level* est utilisé en interne. *include_default*, si vrai, affiche aussi le type par défaut.

Voir aussi :

Module `smtplib` Client SMTP (*Simple Mail Transport Protocol*)

Module `poplib` Client POP (*Post Office Protocol*)

Module `imaplib` Client IMAP (*Internet Message Access Protocol*)

Module `nntplib` Client NNTP (*Net News Transport Protocol*)

Module `mailbox` Outils pour créer, lire et gérer des messages regroupés sur disque en utilisant des formats standards variés.

Module `smtpd` Cadriciel pour serveur SMTP (principalement utile pour tester)

20.2 `json` — Encodage et décodage JSON

Code source : Lib/json/__init__.py

JSON (JavaScript Object Notation), spécifié par la **RFC 7159** (qui rend la **RFC 4627** obsolète) et par le standard ECMA-404, est une interface légère d'échange de données inspirée par la syntaxe des objets littéraux JavaScript (bien que ce ne soit pas un sous-ensemble strict de Javascript [1]).

Avertissement : Be cautious when parsing JSON data from untrusted sources. A malicious JSON string may cause the decoder to consume considerable CPU and memory resources. Limiting the size of data to be parsed is recommended.

`json` expose une API familière aux utilisateurs des modules de la bibliothèque standard `marshal` et `pickle`.

Encodage d'objets Python basiques :

```
>>> import json
>>> json.dumps(['foo', {'bar': ('baz', None, 1.0, 2)}])
'["foo", {"bar": ["baz", null, 1.0, 2]}]'
>>> print(json.dumps("\"foo\bar"))
"\"foo\bar"
>>> print(json.dumps('\u1234'))
```

(suite sur la page suivante)

1. Comme noté dans l'errata de la RFC 7159, JSON autorise les caractères littéraux U+2028 (*LINE SEPARATOR*) et U+2029 (*PARAGRAPH SEPARATOR*) dans les chaînes de caractères, alors que Javascript (selon le standard ECMAScript édition 5.1) ne le permet pas.

(suite de la page précédente)

```
"\u1234"
>>> print(json.dumps('\\'))
"\\"
>>> print(json.dumps({"c": 0, "b": 0, "a": 0}, sort_keys=True))
{"a": 0, "b": 0, "c": 0}
>>> from io import StringIO
>>> io = StringIO()
>>> json.dump(['streaming API'], io)
>>> io.getvalue()
'["streaming API"]'
```

Encodage compact :

```
>>> import json
>>> json.dumps([1, 2, 3, {'4': 5, '6': 7}], separators=(',', ':'))
'[1,2,3,{"4":5,"6":7}]'
```

Affichage élégant :

```
>>> import json
>>> print(json.dumps({'4': 5, '6': 7}, sort_keys=True, indent=4))
{
    "4": 5,
    "6": 7
}
```

Décodage JSON :

```
>>> import json
>>> json.loads('["foo", {"bar":["baz", null, 1.0, 2]}]')
['foo', {'bar': ['baz', None, 1.0, 2]}]
>>> json.loads('"\\"foo\\bar"')
'"foo\x08ar'
>>> from io import StringIO
>>> io = StringIO('["streaming API"]')
>>> json.load(io)
['streaming API']
```

Spécialisation du décodage JSON pour un objet :

```
>>> import json
>>> def as_complex(dct):
...     if '__complex__' in dct:
...         return complex(dct['real'], dct['imag'])
...     return dct
...
>>> json.loads('{"__complex__": true, "real": 1, "imag": 2}',
...     object_hook=as_complex)
(1+2j)
>>> import decimal
>>> json.loads('1.1', parse_float=decimal.Decimal)
Decimal('1.1')
```

Étendre la classe *JSONEncoder* :

```
>>> import json
>>> class ComplexEncoder(json.JSONEncoder):
...     def default(self, obj):
...         if isinstance(obj, complex):
...             return [obj.real, obj.imag]
...         # Let the base class default method raise the TypeError
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
...         return json.JSONEncoder.default(self, obj)
...
>>> json.dumps(2 + 1j, cls=ComplexEncoder)
'[2.0, 1.0]'
>>> ComplexEncoder().encode(2 + 1j)
'[2.0, 1.0]'
>>> list(ComplexEncoder().iterencode(2 + 1j))
['[2.0', ', 1.0', ']']
```

Utiliser *json.tool* depuis le *shell* pour valider et afficher élégamment :

```
$ echo '{"json":"obj"}' | python -m json.tool
{
    "json": "obj"
}
$ echo '{1.2:3.4}' | python -m json.tool
Expecting property name enclosed in double quotes: line 1 column 2 (char 1)
```

Voir *Interface en ligne de commande* pour une documentation détaillée.

Note : JSON est un sous-ensemble de YAML 1.2. Le JSON produit par les paramètres par défaut de ce module (en particulier, la valeur par défaut de *separators*) est aussi un sous ensemble de YAML 1.0 et 1.1. Ce module peut alors aussi être utilisé comme sérialiseur YAML.

20.2.1 Utilisation basique

`json.`**`dump`**`(`*obj*, *fp*, ***, *skipkeys=False*, *ensure_ascii=True*, *check_circular=True*, *allow_nan=True*, *cls=None*, *indent=None*, *separators=None*, *default=None*, *sort_keys=False*, ***kw*`)`

Sérialise *obj* comme un flux JSON formaté vers *fp* (un *file-like object* gérant `.write()`) utilisant cette *table de conversion*.

Si *skipkeys* est vrai (faux par défaut), alors les clefs de dictionnaires qui ne sont pas de types basiques (*str*, *int*, *float*, *bool*, `None`) seront ignorées, elles provoquent normalement la levée d'une *TypeError*.

Le module *json* produit toujours des objets *str*, et non des objets *bytes*. `fp.write()` doit ainsi supporter un objet *str* en entrée.

Si *ensure_ascii* est vrai (par défaut), il est garanti que les caractères non ASCII soient tous échappés sur la sortie. Si *ensure_ascii* est faux, ces caractères seront écrits comme tels.

Si *check_circular* est faux (vrai par défaut), la vérification des références circulaires pour les conteneurs sera ignorée, et une référence circulaire résultera en une *OverflowError* (ou pire).

Si *allow_nan* est faux (vrai par défaut), une *ValueError* sera levée lors de la sérialisation de valeurs *float* extérieures aux bornes (`nan`, `inf`, `-inf`), en respect strict de la spécification JSON. Si *allow_nan* est vrai, leurs équivalents JavaScript (`NaN`, `Infinity`, `-Infinity`) seront utilisés.

Si *indent* est un nombre entier positif ou une chaîne de caractères, les éléments de tableaux et les membres d'objets JSON seront affichés élégamment avec ce niveau d'indentation. Un niveau d'indentation de 0, négatif, ou `""` n'insérera que des retours à la ligne. `None` (la valeur par défaut) choisit la représentation la plus compacte. Utiliser un entier positif comme indentation indente d'autant d'espaces par niveau. Si *indent* est une chaîne (telle que `"\t"`), cette chaîne est utilisée pour indenter à chaque niveau.

Modifié dans la version 3.2 : Autorise les chaînes en plus des nombres entiers pour *indent*.

Si spécifié, *separators* doit être un *tuple* `(item_separator, key_separator)`. Sa valeur par défaut est `(', ', ': ')` si *indent* est `None`, et `(',', ': ')` autrement. Pour obtenir la représentation JSON la plus compacte possible, vous devriez spécifier `(',', ':')` pour éliminer les espacements.

Modifié dans la version 3.4 : Utilise `(',', ': ')` par défaut si *indent* n'est pas `None`.

Si spécifié, *default* doit être une fonction qui sera appelée pour les objets qui ne peuvent être sérialisés autrement. Elle doit renvoyer une représentation de l'objet sérialisable en JSON ou lever une *TypeError*. Si non spécifié, une *TypeError* sera levée pour les types non sérialisables.

Si *sort_keys* est vrai (faux par défaut), les dictionnaires seront retranscrits triés selon leurs clés.

Pour utiliser une sous-classe *JSONEncoder* personnalisée (p. ex. une qui redéfinit la méthode `default()` pour sérialiser des types additionnels), spécifiez-la avec le paramètre nommé *cls* ; autrement, *JSONEncoder* est utilisée.

Modifié dans la version 3.6 : Tous les paramètres optionnels sont maintenant des *keyword-only*.

Note : À l'inverse de *pickle* et *marshal*, JSON n'est pas un protocole par trames, donc essayer de sérialiser de multiples objets par des appels répétés à *dump()* en utilisant le même *fp* résultera en un fichier JSON invalide.

`json.`**`dumps`**(*obj*, ***, *skipkeys=False*, *ensure_ascii=True*, *check_circular=True*, *allow_nan=True*, *cls=None*, *indent=None*, *separators=None*, *default=None*, *sort_keys=False*, ***kw*)

Sérialise *obj* vers un JSON formaté *str*, en utilisant cette *table de conversion*. Les arguments ont la même signification que ceux de *dump()*.

Note : Les clés dans les couples JSON clé/valeur sont toujours de type *str*. Quand un dictionnaire est converti en JSON, toutes les clés du dictionnaire sont transformées en chaînes de caractères. Ce qui fait que si un dictionnaire est converti en JSON et reconverti en dictionnaire, le résultat peut ne pas être égal à l'original. Ainsi, `loads(dumps(x)) != x` si x contient des clés qui ne sont pas des chaînes.

`json.`**`load`**(*fp*, ***, *cls=None*, *object_hook=None*, *parse_float=None*, *parse_int=None*, *parse_constant=None*, *object_pairs_hook=None*, ***kw*)

Déserialise *fp* (un *text file* ou un *binary file* supportant `.read()` et contenant un document JSON) vers un objet Python en utilisant cette *table de conversion*.

object_hook est une fonction optionnelle qui sera appelée avec le résultat de chaque objet littéral décodé (chaque *dict*). La valeur de retour de *object_hook* sera utilisée à la place du *dict*. Cette fonctionnalité peut être utilisée pour implémenter des décodeurs personnalisés (p. ex. les *class hinting* de JSON-RPC).

object_pairs_hook est une fonction optionnelle qui sera appelé pour chaque objet littéral décodé, avec une liste ordonnée de couples. La valeur de retour de *object_pairs_hook* sera utilisée à la place du *dict*. Cette fonctionnalité peut être utilisée pour implémenter des décodeurs personnalisés. *object_pairs_hook* prend la priorité sur *object_hook*, si cette dernière est aussi définie.

Modifié dans la version 3.1 : Ajout du support de *object_pairs_hook*.

parse_float, si spécifiée, sera appelée pour chaque nombre réel JSON à décoder sous forme d'une chaîne de caractères. Par défaut, elle est équivalente à `float(num_str)`. Cela peut servir à utiliser un autre type de données ou un autre analyseur pour les nombres réels JSON (p. ex. *decimal.Decimal*).

parse_int, si spécifiée, sera appelée pour chaque nombre entier JSON à décoder sous forme d'une chaîne de caractères. Par défaut, elle est équivalente à `int(num_str)`. Cela peut servir à utiliser un autre type de données ou un autre analyseur pour les nombres entiers JSON (p. ex. *float*).

Modifié dans la version 3.7.14 : The default *parse_int* of *int()* now limits the maximum length of the integer string via the interpreter's *integer string conversion length limitation* to help avoid denial of service attacks.

parse_constant, si spécifiée, sera appelée avec l'une des chaînes de caractères suivantes : `'-Infinity'`, `'Infinity'` ou `'NaN'`. Cela peut servir à lever une exception si des nombres JSON invalides sont rencontrés.

Modifié dans la version 3.1 : *parse_constant* n'est plus appelée pour *null*, *true* ou *false*.

Pour utiliser une sous-classe *JSONDecoder* personnalisée, spécifiez-la avec l'argument nommé `cls` ; autrement, *JSONDecoder* est utilisée. Les arguments nommés additionnels seront passés au constructeur de cette classe.

Si les données à déserialiser ne sont pas un document JSON valide, une *JSONDecodeError* sera levée.

Modifié dans la version 3.6 : Tous les paramètres optionnels sont maintenant des *keyword-only*.

Modifié dans la version 3.6 : *fp* peut maintenant être un `binary file`. Son encodage doit être UTF-8, UTF-16 ou UTF-32.

`json.`**`loads`**(*s*, ***, *encoding=None*, *cls=None*, *object_hook=None*, *parse_float=None*, *parse_int=None*, *parse_constant=None*, *object_pairs_hook=None*, ***kw*)

Déserialise *s* (une instance de *str*, *bytes* ou *bytearray* contenant un document JSON) vers un objet Python en utilisant cette *table de conversion*.

Les autres arguments ont la même signification que pour *load()*, à l'exception d'*encoding* qui est ignoré et obsolète.

Si les données à déserialiser ne sont pas un document JSON valide, une *JSONDecodeError* sera levée.

Modifié dans la version 3.6 : *s* peut maintenant être de type *bytes* ou *bytearray*. L'encodage d'entrée doit être UTF-8, UTF-16 ou UTF-32.

20.2.2 Encodeurs et décodeurs

class json.**JSONDecoder**(*, *object_hook=None*, *parse_float=None*, *parse_int=None*, *parse_constant=None*, *strict=True*, *object_pairs_hook=None*)

Décodeur simple JSON.

Applique par défaut les conversions suivantes en décodant :

JSON	Python
objet	*dict*
array	*list*
string	*str*
number (nombre entier)	*int*
number (nombre réel)	*float*
true	*True*
false	*False*
null	None

Les valeurs NaN, Infinity et -Infinity sont aussi comprises comme leurs valeurs float correspondantes, bien que ne faisant pas partie de la spécification JSON.

object_hook, si spécifiée, sera appelée avec le résultat de chaque objet JSON décodé et sa valeur de retour sera utilisée à la place du *dict* donné. Cela peut être utilisé pour apporter des déserialisations personnalisées (p. ex. pour supporter les *class hinting* de JSON-RPC).

object_pairs_hook, si spécifiée, sera appelée avec le résultat de chaque objet JSON décodé avec une liste ordonnée de couples. Sa valeur de retour sera utilisée à la place du *dict*. Cette fonctionnalité peut être utilisée pour implémenter des décodeurs personnalisés. *object_pairs_hook* prend la priorité sur *object_hook*, si cette dernière est aussi définie.

Modifié dans la version 3.1 : Ajout du support de *object_pairs_hook*.

parse_float, si spécifiée, sera appelée pour chaque nombre réel JSON à décoder sous forme d'une chaîne de caractères. Par défaut, elle est équivalente à float(num_str). Cela peut servir à utiliser un autre type de données ou un autre analyseur pour les nombres réels JSON (p. ex. *decimal.Decimal*).

parse_int, si spécifiée, sera appelée pour chaque nombre entier JSON à décoder sous forme d'une chaîne de caractères. Par défaut, elle est équivalente à int(num_str). Cela peut servir à utiliser un autre type de données ou un autre analyseur pour les nombres entiers JSON (p. ex. *float*).

parse_constant, si spécifiée, sera appelée avec l'une des chaînes de caractères suivantes : '-Infinity', 'Infinity' ou 'NaN'. Cela peut servir à lever une exception si des nombres JSON invalides sont rencontrés.

Si *strict* est faux (True par défaut), alors les caractères de contrôle seront autorisés à l'intérieur des chaînes. Les caractères de contrôle dans ce contexte sont ceux dont les codes sont dans l'intervalle 0--31, incluant '\t' (tabulation), '\n', '\r' et '\0'.

Si les données à déserialiser ne sont pas un document JSON valide, une *JSONDecodeError* sera levée.

Modifié dans la version 3.6 : Tous les paramètres sont maintenant des *keyword-only*.

decode(*s*)

Renvoie la représentation Python de *s* (une instance *str* contenant un document JSON).

Une *JSONDecodeError* sera levée si le document JSON donné n'est pas valide.

raw_decode(*s*)

Décode en document JSON depuis *s* (une instance *str* débutant par un document JSON) et renvoie un *tuple* de 2 éléments contenant la représentation Python de l'objet et l'index dans *s* où le document se terminait.

Elle peut être utilisée pour décoder un document JSON depuis une chaîne qui peut contenir des données supplémentaires à la fin.

class json.**JSONEncoder**(*, *skipkeys=False*, *ensure_ascii=True*, *check_circular=True*, *allow_nan=True*, *sort_keys=False*, *indent=None*, *separators=None*, *default=None*)

Encodeur JSON extensible pour les structures de données Python.

Supporte par défaut les objets et types suivants :

Python	JSON
dict	objet
list, *tuple*	*array*
str	*string*
int, *float*, et *Enums* dérivées d'*int* ou de *float*	*number*
True	*true*
False	*false*
`None`	*null*

Modifié dans la version 3.4 : Ajout du support des classes *Enum* dérivées d'*int* ou de *float*.

Pour l'étendre afin de reconnaître d'autres types d'objets, il suffit d'en créer une sous-classe et d'implémenter une nouvelle méthode *default()* qui renverrait si possible un objet sérialisable pour `o`, ou ferait appel à l'implémentation de la classe mère (qui lèverait une *TypeError*).

Si *skipkeys* est faux (par défaut), une *TypeError* sera levée lors de l'encodage de clés autres que des *str*, des *int*, des *float* ou `None`. Si *skipkeys* est vrai, ces éléments sont simplement ignorés.

Si *ensure_ascii* est vrai (par défaut), il est garanti que les caractères non ASCII soient tous échappés sur la sortie. Si *ensure_ascii* est faux, ces caractères seront écrits comme tels.

Si *check_circular* est vrai (par défaut), une vérification aura lieu sur les listes, dictionnaires et objets personnalisés, afin de détecter les références circulaires et éviter les récursions infinies (qui causeraient une *OverflowError*). Autrement, la vérification n'a pas lieu.

Si *allow_nan* est vrai (par défaut), alors `NaN`, `Infinity` et `-Infinity` seront encodés comme tels. Ce comportement ne respecte pas la spécification JSON, mais est cohérent avec le majorité des encodeurs/décodeurs JavaScript. Autrement, une *ValueError* sera levée pour de telles valeurs.

Si *sort_keys* est vrai (`False` par défaut), alors les dictionnaires seront triés par clés en sortie ; cela est utile lors de tests de régression pour pouvoir comparer les sérialisations JSON au jour le jour.

Si *indent* est un nombre entier positif ou une chaîne de caractères, les éléments de tableaux et les membres d'objets JSON seront affichés élégamment avec ce niveau d'indentation. Un niveau d'indentation de 0, négatif, ou `""` n'insérera que des retours à la ligne. `None` (la valeur par défaut) choisit la représentation la plus compacte. Utiliser un entier positif comme indentation indente d'autant d'espaces par niveau. Si *indent* est une chaîne (telle que `"\t"`), cette chaîne est utilisée pour indenter à chaque niveau.

Modifié dans la version 3.2 : Autorise les chaînes en plus des nombres entiers pour *indent*.

Si spécifié, *separators* doit être un *tuple* `(item_separator, key_separator)`. Sa valeur par défaut est `(', ', ': ')` si *indent* est `None`, et `(',', ': ')` autrement. Pour obtenir la représentation JSON la plus compacte possible, vous devriez spécifier `(',', ':')` pour éliminer les espacements.

Modifié dans la version 3.4 : Utilise `(',', ': ')` par défaut si *indent* n'est pas `None`.

Si spécifié, *default* doit être une fonction qui sera appelée pour les objets qui ne peuvent être sérialisés autrement. Elle doit renvoyer une représentation de l'objet sérialisable en JSON ou lever une *TypeError*. Si non spécifié, une *TypeError* sera levée pour les types non sérialisables.

Modifié dans la version 3.6 : Tous les paramètres sont maintenant des *keyword-only*.

default(*o*)

Implémentez cette méthode dans une sous-classe afin qu'elle renvoie un objet sérialisable pour *o*, ou appelle l'implémentation de base (qui lèvera une *TypeError*).

Par exemple, pour supporter des itérateurs arbitraires, vous pourriez implémenter *default* comme cela :

```
def default(self, o):
    try:
        iterable = iter(o)
    except TypeError:
        pass
    else:
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
        return list(iterable)
    # Let the base class default method raise the TypeError
    return json.JSONEncoder.default(self, o)
```

encode(*o*)
Renvoie une chaîne JSON représentant la structure de données Python *o*. Par exemple :

```
>>> json.JSONEncoder().encode({"foo": ["bar", "baz"]})
'{"foo": ["bar", "baz"]}'
```

iterencode(*o*)
Encode l'objet *o* donné, et produit chaque chaîne représentant l'objet selon disponibilité. Par exemple :

```
for chunk in json.JSONEncoder().iterencode(bigobject):
    mysocket.write(chunk)
```

20.2.3 Exceptions

exception json.**JSONDecodeError**(*msg*, *doc*, *pos*)
Sous-classe de *ValueError* avec les attributs additionnels suivants :

msg
Le message d'erreur non formaté.

doc
Le document JSON actuellement traité.

pos
L'index de *doc* à partir duquel l'analyse a échoué.

lineno
La ligne correspondant à *pos*.

colno
La colonne correspondant à *pos*.

Nouveau dans la version 3.5.

20.2.4 Conformité au standard et Interopérabilité

Le format JSON est spécifié par la **RFC 7159** et le standard ECMA-404. Cette section détaille la conformité à la RFC au niveau du module. Pour faire simple, les sous-classes de *JSONEncoder* et *JSONDecoder*, et les paramètres autres que ceux explicitement mentionnés ne sont pas considérés.

Ce module ne se conforme pas strictement à la RFC, implémentant quelques extensions qui sont valides en JavaScript mais pas en JSON. En particulier :

— Les nombres infinis et *NaN* sont acceptés et retranscrits ;
— Les noms répétés au sein d'un objet sont acceptés, seule la valeur du dernier couple nom/valeur sera utilisée.

Comme la RFC permet aux analyseurs conformes d'accepter des textes en entrée non conformes, le déserialiseur de ce module avec ses paramètres par défaut est techniquement conforme à la RFC.

Encodage des caractères

La RFC requiert que le JSON soit représenté en utilisant l'encodage UTF-8, UTF-16 ou UTF-32, avec UTF-8 recommandé par défaut pour une interopérabilité maximale.

Comme cela est permis par la RFC, bien que non requis, le sérialiseur du module active *ensure_ascii*=*True* par défaut, échappant ainsi la sortie de façon à ce que les chaînes résultants ne contiennent que des caractères ASCII.

Outre le paramètre *ensure_ascii*, les conversions entre objets Python et *chaînes Unicode* de ce module sont strictement définies, et ne rencontrent donc pas directement le problème de l'encodage des caractères.

La RFC interdit d'ajouter un *byte* marqueur d'ordre (BOM) au début du texte JSON, et le sérialiseur de ce module n'ajoute pas de tel BOM. La RFC permet, mais ne requiert pas, que les déserialiseurs JSON ignorent ces BOM. Le déserialiseur de ce module lève une *ValueError* quand un BOM est présent au début du fichier.

La RFC n'interdit pas explicitement les chaînes JSON contenant des séquences de *bytes* ne correspondant à aucun caractère Unicode valide (p. ex. les *surrogates* UTF-16 sans correspondance), mais précise que cela peut causer des problèmes d'interopérabilité. Par défaut, ce module accepte et retranscrit (quand présents dans la *str* originale) les *code points* de telles séquences.

Valeurs numériques infinies et NaN

La RFC ne permet pas la représentation des nombres infinis ou des *NaN*. Néanmoins, par défaut, ce module accepte et retranscrit `Infinity`, `-Infinity` et `NaN` comme s'ils étaient des valeurs numériques littérales JSON valides :

```
>>> # Neither of these calls raises an exception, but the results are not valid␣
↪JSON
>>> json.dumps(float('-inf'))
'-Infinity'
>>> json.dumps(float('nan'))
'NaN'
>>> # Same when deserializing
>>> json.loads('-Infinity')
-inf
>>> json.loads('NaN')
nan
```

Dans le sérialiseur, le paramètre *allow_nan* peut être utilisé pour altérer ce comportement. Dans le déserialiseur, le paramètre *parse_constant* peut être utilisé pour altérer ce comportement.

Noms répétés au sein d'un objet

La RFC spécifie que les noms au sein d'un objet JSON doivent être uniques, mais ne décrit pas comment les noms répétés doivent être gérés. Par défaut, ce module ne lève pas d'exception ; à la place, il ignore tous les couples nom/valeur sauf le dernier pour un nom donné :

```
>>> weird_json = '{"x": 1, "x": 2, "x": 3}'
>>> json.loads(weird_json)
{'x': 3}
```

Le paramètre *object_pairs_hook* peut être utilisé pour altérer ce comportement.

Valeurs de plus haut niveau autres qu'objets ou tableaux

L'ancienne version de JSON spécifiée par l'obsolète **RFC 4627** demandait à ce que la valeur de plus haut niveau du texte JSON soit un objet ou un tableau JSON (*dict* ou *list* Python), et ne soit pas *null*, un nombre, ou une chaîne de caractères. La **RFC 7159** a supprimé cette restriction, jamais implémentée par ce module, que ce soit dans le sérialiseur ou le déserialiseur.

Cependant, pour une interopérabilité maximale, vous pourriez volontairement souhaiter adhérer à cette restriction par vous-même.

Limitations de l'implémentation

Certaines implémentations de déserialiseurs JSON peuvent avoir des limites sur :
- la taille des textes JSON acceptés ;
- le niveau maximum d'objets et tableaux JSON imbriqués ;
- l'intervalle et la précision des nombres JSON ;
- le contenu et la longueur maximale des chaînes JSON.

Ce module n'impose pas de telles limites si ce n'est celles inhérentes aux types de données Python ou à l'interpréteur.

Lors d'une sérialisation JSON, faites attention à ces limitations dans les applications qui utiliseraient votre JSON. En particulier, il est commun pour les nombres JSON d'être déserialisés vers des nombres IEEE 754 à précision double, et donc sujets à l'intervalle et aux limitations sur la précision de cette représentation. Cela est d'autant plus important lors de la sérialisation de valeurs *int* Python de forte magnitude, ou d'instances de types numériques « exotiques » comme *decimal.Decimal*.

20.2.5 Interface en ligne de commande

Code source : Lib/json/tool.py

Le module *json.tool* fournit une simple interface en ligne de commande pour valider et réécrire élégamment des objets JSON.

Si les arguments optionnels `infile` et `outfile` ne sont pas spécifiés, *sys.stdin* et *sys.stdout* seront utilisés respectivement :

```
$ echo '{"json": "obj"}' | python -m json.tool
{
    "json": "obj"
}
$ echo '{1.2:3.4}' | python -m json.tool
Expecting property name enclosed in double quotes: line 1 column 2 (char 1)
```

Modifié dans la version 3.5 : La sortie conserve maintenant l'ordre des données de l'entrée. Utilisez l'option *--sort-keys* pour sortir des dictionnaires triés alphabétiquement par clés.

Options de la ligne de commande

infile
Le fichier JSON à valider ou réécrire élégamment :

```
$ python -m json.tool mp_films.json
[
    {
        "title": "And Now for Something Completely Different",
        "year": 1971
    },
    {
        "title": "Monty Python and the Holy Grail",
        "year": 1975
    }
]
```

Si *infile* n'est pas spécifié, lit le document depuis *sys.stdin*.

outfile
Écrit la sortie générée par *infile* vers le fichier *outfile* donné. Autrement, écrit sur *sys.stdout*.

--sort-keys
Trie alphabétiquement les dictionnaires par clés.

Nouveau dans la version 3.5.

-h, --help
Affiche le message d'aide.

Notes

20.3 mailcap — Manipulation de fichiers Mailcap

Code source : Lib/mailcap.py

Les fichiers *mailcap* sont utilisés pour configurer la façon dont les applications compatibles avec MIME, comme les clients mails ou les navigateurs, réagissent aux différents fichiers de types MIME. (Le nom *mailcap* est une contraction de l'expression « *mail capability* ».) Par exemple, un fichier *mailcap* peut contenir une ligne de type `video/mpeg; xmpeg %s`. Ensuite, si l'utilisateur récupère un message mail ou un document web avec un type MIME *video/mpeg*, `%s` est remplacé par un nom de fichier (généralement celui d'un fichier temporaire) et le programme **xmpeg** peut automatiquement débuter la lecture de ce dernier.

The mailcap format is documented in **RFC 1524**, "A User Agent Configuration Mechanism For Multimedia Mail Format Information", but is not an Internet standard. However, mailcap files are supported on most Unix systems.

`mailcap.`**findmatch**(*caps*, *MIMEtype*, *key='view'*, *filename='/dev/null'*, *plist=[]*)
Renvoie un tuple à deux éléments ; le premier élément est une chaîne de caractères (string) contenant la ligne de commande à exécuter (qui peut être passée à *os.system()*), et le second élément est l'entrée *mailcap* pour un type de MIME donné. Si le type MIME n'est pas identifié, `(None, None)` est renvoyé.

key est le nom de champ souhaité, qui représente le type d'action à exécuter ; la valeur par défaut est `'view'`, puisque dans la majorité des cas le besoin consiste juste à lire le corps (body) de la donnée de type MIME. Les autres valeurs possibles peuvent être `'compose'` et `'edit'`, si le besoin consiste à créer un nouveau corps de données (body) ou modifier celui existant. Voir la **RFC 1524** pour une liste complète des champs.

filename est le nom de fichier à remplacer pour `%s` en ligne de commande ; la valeur par défaut est `'/dev/null'` qui n'est certainement pas celle que vous attendez. Donc la plupart du temps, le nom de fichier doit être indiqué.

plist peut être une liste contenant des noms de paramètres ; la valeur par défaut est une simple liste vide. Chaque entrée dans la liste doit être une chaîne de caractères contenant le nom du paramètre, un signe égal (`'='`), ainsi que la valeur du paramètre. Les entrées *mailcap* peuvent contenir des noms de paramètres tels que `%{foo}`, remplacé par la valeur du paramètre nommé *foo*. Par exemple, si la ligne de commande `showpartial %{id} %{number} %{total}` est un fichier *mailcap*, et *plist* configuré à `['id=1', 'number=2', 'total=3']`, la ligne de commande qui en résulte est `'showpartial 1 2 3'`.

Dans un fichier *mailcap*, le champ « test » peut être renseigné de façon optionnelle afin de tester certaines conditions externes (comme l'architecture machine, ou le gestionnaire de fenêtre utilisé) afin de déterminer si la ligne *mailcap* est pertinente ou non. *findmatch()* vérifie automatiquement ces conditions et ignore l'entrée si la vérification échoue.

Modifié dans la version 3.7.16 : To prevent security issues with shell metacharacters (symbols that have special effects in a shell command line), `findmatch` will refuse to inject ASCII characters other than alphanumerics and `@+=:,./-_` into the returned command line.

If a disallowed character appears in *filename*, `findmatch` will always return `(None, None)` as if no entry was found. If such a character appears elsewhere (a value in *plist* or in *MIMEtype*), `findmatch` will ignore all mailcap entries which use that value. A *warning* will be raised in either case.

`mailcap.`**getcaps**()
Renvoie un dictionnaire qui associe les types MIME à une liste d'entrées de fichier *mailcap*. Ce dictionnaire doit être transmis à la fonction *findmatch()*. Une entrée est enregistrée en tant qu'une liste de dictionnaires, mais il n'est pas nécessaire de connaitre les détails de cette représentation.

L'information provient de tous les fichiers *mailcap* trouvés dans le système. Les configurations réalisées dans le fichier *mailcap* du répertoire utilisateur `$HOME/.mailcap` outrepasse les configurations systèmes des fichiers *mailcap* `/etc/mailcap`, `/usr/etc/mailcap`, et `/usr/local/etc/mailcap`.

Un exemple d'utilisation :

```
>>> import mailcap
>>> d = mailcap.getcaps()
>>> mailcap.findmatch(d, 'video/mpeg', filename='tmp1223')
('xmpeg tmp1223', {'view': 'xmpeg %s'})
```

20.4 `mailbox` — Manipuler les boîtes de courriels dans différents formats

Code source : Lib/mailbox.py

Ce module définit deux classes, *`Mailbox`* et *`Message`*, pour accéder et manipuler les boîtes de courriel sur le disque et les messages qu'elles contiennent. *`Mailbox`* offre une interface ressemblant aux dictionnaires avec des clés et des messages. La classe *`Message`* étend le module *`email.message`* de la classe *`Message`* avec un état et un comportement spécifiques à son format. Les formats de boîtes de courriel gérés sont *Maildir*, *mbox*, *MH*, *Babyl* et *MMDF*.

Voir aussi :

Module *`email`* Représente et manipule des messages.

20.4.1 Objets `Mailbox`

class mailbox.**Mailbox**

Une boîte mail, qui peut être inspectée et modifiée.

La classe *`Mailbox`* définit une interface et n'est pas destinée à être instanciée. Les sous-classes de format spécifique doivent plutôt hériter de *`Mailbox`* et votre code doit instancier une sous-classe particulière.

L'interface *`Mailbox`* est un compatible avec celle des dictionnaires, avec de courtes clés correspondant aux messages. Les clés sont générées par l'instance *`Mailbox`* avec laquelle elles sont utilisées et n'ont de sens que pour cette instance *`Mailbox`*. Une clé continue d'identifier un message même si le message correspondant est modifié ou remplacé par un autre message.

Les messages peuvent être ajoutés à une instance *`Mailbox`* en utilisant la méthode *`add()`* (comme pour les ensembles), et supprimés en utilisant soit l'instruction `del` soit les méthodes *`remove()`* et *`discard()`* (comme pour les ensembles).

La sémantique de l'interface *`Mailbox`* diffère de la sémantique des dictionnaires sur plusieurs aspects. À chaque fois qu'un message est demandé, une nouvelle représentation (généralement une instance *`Message`*) est générée en se basant sur l'état actuel de la boîte mail. De la même manière, lorsqu'un message est ajouté à l'instance *`Mailbox`*, le contenu de la représentation du message donné est copié. En aucun cas une référence vers la représentation du message n'est gardée par l'instance *`Mailbox`*.

L'itérateur par défaut de *`Mailbox`* itère sur les représentations des messages et pas sur les clés (comme le fait par défaut l'itérateur des dictionnaires). De plus, les modifications sur une boîte mail durant l'itération sont sûres et clairement définies. Les messages ajoutés à la boîte mail après la création d'un itérateur ne sont pas vus par l'itérateur. Les messages supprimés de la boîte mail avant que l'itérateur les traite seront ignorés silencieusement. Toutefois, utiliser une clé depuis un itérateur peut aboutir à une exception *`KeyError`* si le message correspondant est supprimé par la suite.

> **Avertissement :** Soyez très prudent lorsque vous éditez des boîtes mail qui peuvent être modifiées par d'autres processus. Le format de boîte mail le plus sûr à utiliser pour ces tâches est *Maildir*, essayez d'éviter les formats à fichier unique tels que *mbox* afin d'empêcher les écritures concurrentes. Si vous modifiez une boîte mail, vous *devez* la verrouiller en appelant les méthodes *`lock()`* et *`unlock()`* *avant* de lire les messages dans le fichier ou d'y appliquer des changements en y ajoutant ou supprimant des messages. Ne pas verrouiller la boîte mail vous fait prendre le risque de perdre des messages ou de corrompre la boîte mail entière.

Les instances *Mailbox* contiennent les méthodes suivantes :

add(*message*)
: Ajoute *message* à la boîte mail et renvoie la clé qui lui a été assigné.

  Le paramètre *message* peut être une instance *Message*, une instance *email.message.Message*, une chaîne de caractères, une séquence d'octets ou un objet fichier-compatible (qui doit être ouvert en mode binaire). Si *message* est une instance de la sous-classe *Message* au format correspondant (par exemple s'il s'agit d'une instance *mboxMessage* et d'une instance *mbox*), les informations spécifiques à son format sont utilisées. Sinon, des valeurs par défaut raisonnables pour son format sont utilisées.

  Modifié dans la version 3.2 : Ajout de la gestion des messages binaires.

remove(*key*)
__delitem__(*key*)
discard(*key*)
: Supprime le message correspondant à *key* dans la boîte mail.

  Si ce message n'existe pas, une exception *KeyError* est levée si la méthode a été appelée en tant que *remove()* ou *__delitem__()* mais aucune exception n'est levée si la méthode a été appelée en tant que *discard()*. Vous préférerez sûrement le comportement de *discard()* si le format de boîte mail sous-jacent accepte la modification concurrente par les autres processus.

__setitem__(*key*, *message*)
: Remplace le message correspondant à *key* par *message*. Lève une exception *KeyError* s'il n'y a pas déjà de message correspondant à *key*.

  Comme pour *add()*, le paramètre *message* peut être une instance *Message*, une instance *email.message.Message*, une chaîne de caractères, une chaîne d'octets ou un objet fichier-compatible (qui doit être ouvert en mode binaire). Si *message* est une instance de la sous-classe *Message* au format correspondant (par exemple s'il s'agit d'une instance *mboxMessage* et d'une instance *mbox*), les informations spécifiques à son format sont utilisées. Sinon, les informations spécifiques au format du message qui correspond à *key* ne sont modifiées.

iterkeys()
keys()
: Renvoie un itérateur sur toutes les clés s'il est appelé en tant que *iterkeys()* ou renvoie une liste de clés s'il est appelé en tant que *keys()*.

itervalues()
__iter__()
values()
: Renvoie un itérateur sur les représentations de tous les messages s'il est appelé en tant que *itervalues()* ou *__iter__()* et renvoie une liste de ces représentations s'il est appelé en tant que *values()*. Les messages sont représentés en tant qu'instances de la sous-classe *Message* au format correspondant à moins qu'une fabrique de messages personnalisée soit spécifiée lorsque l'instance *Mailbox* a été initialisée.

  Note : Le comportement de *__iter__()* diffère de celui d'un dictionnaire, pour lequel l'itération se fait sur ses clés.

  ---

iteritems()
items()
: Renvoie un itérateur sur les paires (*key*, *message*), où *key* est une clé et *message* est la représentation d'un message, si appelée en tant que *iteritems()* ; ou renvoie une liste de paires semblables si appelée en tant que *items()*. Les messages sont représentés comme instances au format approprié et spécifique d'une sous-classe de *Message* à moins qu'une moulinette personnalisée de message ait été spécifiée lors de l'initialisation de l'instance *Mailbox*.

get(*key*, *default=None*)
__getitem__(*key*)
: Return a representation of the message corresponding to *key*. If no such message exists, *default* is returned if the method was called as *get()* and a *KeyError* exception is raised if the method was called as *__getitem__()*. The message is represented as an instance of the appropriate format-specific *Message* subclass unless a custom message factory was specified when the *Mailbox* instance was initialized.

get_message(*key*)
Return a representation of the message corresponding to *key* as an instance of the appropriate format-specific `Message` subclass, or raise a `KeyError` exception if no such message exists.

get_bytes(*key*)
Return a byte representation of the message corresponding to *key*, or raise a `KeyError` exception if no such message exists.

Nouveau dans la version 3.2.

get_string(*key*)
Return a string representation of the message corresponding to *key*, or raise a `KeyError` exception if no such message exists. The message is processed through `email.message.Message` to convert it to a 7bit clean representation.

get_file(*key*)
Return a file-like representation of the message corresponding to *key*, or raise a `KeyError` exception if no such message exists. The file-like object behaves as if open in binary mode. This file should be closed once it is no longer needed.

Modifié dans la version 3.2 : The file object really is a binary file ; previously it was incorrectly returned in text mode. Also, the file-like object now supports the context management protocol : you can use a `with` statement to automatically close it.

Note : Unlike other representations of messages, file-like representations are not necessarily independent of the `Mailbox` instance that created them or of the underlying mailbox. More specific documentation is provided by each subclass.

__contains__(*key*)
Return `True` if *key* corresponds to a message, `False` otherwise.

__len__()
Return a count of messages in the mailbox.

clear()
Supprime tous les messages de la boîte de courriel.

pop(*key*, *default=None*)
Return a representation of the message corresponding to *key* and delete the message. If no such message exists, return *default*. The message is represented as an instance of the appropriate format-specific `Message` subclass unless a custom message factory was specified when the `Mailbox` instance was initialized.

popitem()
Return an arbitrary (*key*, *message*) pair, where *key* is a key and *message* is a message representation, and delete the corresponding message. If the mailbox is empty, raise a `KeyError` exception. The message is represented as an instance of the appropriate format-specific `Message` subclass unless a custom message factory was specified when the `Mailbox` instance was initialized.

update(*arg*)
Parameter *arg* should be a *key*-to-*message* mapping or an iterable of (*key*, *message*) pairs. Updates the mailbox so that, for each given *key* and *message*, the message corresponding to *key* is set to *message* as if by using `__setitem__()`. As with `__setitem__()`, each *key* must already correspond to a message in the mailbox or else a `KeyError` exception will be raised, so in general it is incorrect for *arg* to be a `Mailbox` instance.

Note : Unlike with dictionaries, keyword arguments are not supported.

---

flush()
Write any pending changes to the filesystem. For some `Mailbox` subclasses, changes are always written immediately and `flush()` does nothing, but you should still make a habit of calling this method.

lock()
Acquire an exclusive advisory lock on the mailbox so that other processes know not to modify it. An `ExternalClashError` is raised if the lock is not available. The particular locking mechanisms used depend upon the mailbox format. You should *always* lock the mailbox before making any modifications to its contents.

unlock()
Release the lock on the mailbox, if any.

close()
Flush the mailbox, unlock it if necessary, and close any open files. For some *Mailbox* subclasses, this method does nothing.

Maildir

class mailbox.**Maildir**(*dirname*, *factory=None*, *create=True*)
A subclass of *Mailbox* for mailboxes in Maildir format. Parameter *factory* is a callable object that accepts a file-like message representation (which behaves as if opened in binary mode) and returns a custom representation. If *factory* is `None`, *MaildirMessage* is used as the default message representation. If *create* is `True`, the mailbox is created if it does not exist.

If *create* is `True` and the *dirname* path exists, it will be treated as an existing maildir without attempting to verify its directory layout.

It is for historical reasons that *dirname* is named as such rather than *path*.

Maildir is a directory-based mailbox format invented for the qmail mail transfer agent and now widely supported by other programs. Messages in a Maildir mailbox are stored in separate files within a common directory structure. This design allows Maildir mailboxes to be accessed and modified by multiple unrelated programs without data corruption, so file locking is unnecessary.

Maildir mailboxes contain three subdirectories, namely : `tmp`, `new`, and `cur`. Messages are created momentarily in the `tmp` subdirectory and then moved to the `new` subdirectory to finalize delivery. A mail user agent may subsequently move the message to the `cur` subdirectory and store information about the state of the message in a special "info" section appended to its file name.

Folders of the style introduced by the Courier mail transfer agent are also supported. Any subdirectory of the main mailbox is considered a folder if `'.'` is the first character in its name. Folder names are represented by *Maildir* without the leading `'.'`. Each folder is itself a Maildir mailbox but should not contain other folders. Instead, a logical nesting is indicated using `'.'` to delimit levels, e.g., "Archived.2005.07".

Note : The Maildir specification requires the use of a colon (`':'`) in certain message file names. However, some operating systems do not permit this character in file names, If you wish to use a Maildir-like format on such an operating system, you should specify another character to use instead. The exclamation point (`'!'`) is a popular choice. For example :

```
import mailbox
mailbox.Maildir.colon = '!'
```

The `colon` attribute may also be set on a per-instance basis.

Maildir instances have all of the methods of *Mailbox* in addition to the following :

list_folders()
Return a list of the names of all folders.

get_folder(*folder*)
Return a *Maildir* instance representing the folder whose name is *folder*. A *NoSuchMailboxError* exception is raised if the folder does not exist.

add_folder(*folder*)
Create a folder whose name is *folder* and return a *Maildir* instance representing it.

remove_folder(*folder*)
Delete the folder whose name is *folder*. If the folder contains any messages, a *NotEmptyError* exception will be raised and the folder will not be deleted.

clean()
Delete temporary files from the mailbox that have not been accessed in the last 36 hours. The Maildir specification says that mail-reading programs should do this occasionally.

Some *Mailbox* methods implemented by *Maildir* deserve special remarks :

add(*message*)
__setitem__(*key*, *message*)

update(*arg*)

> **Avertissement :** These methods generate unique file names based upon the current process ID. When using multiple threads, undetected name clashes may occur and cause corruption of the mailbox unless threads are coordinated to avoid using these methods to manipulate the same mailbox simultaneously.

flush()
All changes to Maildir mailboxes are immediately applied, so this method does nothing.

lock()
unlock()
Maildir mailboxes do not support (or require) locking, so these methods do nothing.

close()
Maildir instances do not keep any open files and the underlying mailboxes do not support locking, so this method does nothing.

get_file(*key*)
Depending upon the host platform, it may not be possible to modify or remove the underlying message while the returned file remains open.

Voir aussi :

maildir man page from qmail The original specification of the format.

Using maildir format Notes on Maildir by its inventor. Includes an updated name-creation scheme and details on "info" semantics.

maildir man page from Courier Another specification of the format. Describes a common extension for supporting folders.

mbox

class mailbox.**mbox**(*path*, *factory=None*, *create=True*)
A subclass of *Mailbox* for mailboxes in mbox format. Parameter *factory* is a callable object that accepts a file-like message representation (which behaves as if opened in binary mode) and returns a custom representation. If *factory* is `None`, *mboxMessage* is used as the default message representation. If *create* is `True`, the mailbox is created if it does not exist.

The mbox format is the classic format for storing mail on Unix systems. All messages in an mbox mailbox are stored in a single file with the beginning of each message indicated by a line whose first five characters are "From ".

Several variations of the mbox format exist to address perceived shortcomings in the original. In the interest of compatibility, *mbox* implements the original format, which is sometimes referred to as *mboxo*. This means that the *Content-Length* header, if present, is ignored and that any occurrences of "From " at the beginning of a line in a message body are transformed to ">From " when storing the message, although occurrences of ">From " are not transformed to "From " when reading the message.

Some *Mailbox* methods implemented by *mbox* deserve special remarks :

get_file(*key*)
Using the file after calling `flush()` or `close()` on the *mbox* instance may yield unpredictable results or raise an exception.

lock()
unlock()
Three locking mechanisms are used---dot locking and, if available, the `flock()` and `lockf()` system calls.

Voir aussi :

mbox man page from qmail A specification of the format and its variations.

mbox man page from tin Another specification of the format, with details on locking.

Configuring Netscape Mail on Unix : Why The Content-Length Format is Bad An argument for using the original mbox format rather than a variation.

"mbox" is a family of several mutually incompatible mailbox formats A history of mbox variations.

MH

class mailbox.**MH**(*path*, *factory=None*, *create=True*)

A subclass of *Mailbox* for mailboxes in MH format. Parameter *factory* is a callable object that accepts a file-like message representation (which behaves as if opened in binary mode) and returns a custom representation. If *factory* is `None`, *MHMessage* is used as the default message representation. If *create* is `True`, the mailbox is created if it does not exist.

MH is a directory-based mailbox format invented for the MH Message Handling System, a mail user agent. Each message in an MH mailbox resides in its own file. An MH mailbox may contain other MH mailboxes (called *folders*) in addition to messages. Folders may be nested indefinitely. MH mailboxes also support *sequences*, which are named lists used to logically group messages without moving them to sub-folders. Sequences are defined in a file called `.mh_sequences` in each folder.

The *MH* class manipulates MH mailboxes, but it does not attempt to emulate all of **mh**'s behaviors. In particular, it does not modify and is not affected by the `context` or `.mh_profile` files that are used by **mh** to store its state and configuration.

MH instances have all of the methods of *Mailbox* in addition to the following :

list_folders()
: Return a list of the names of all folders.

get_folder(*folder*)
: Return an *MH* instance representing the folder whose name is *folder*. A *NoSuchMailboxError* exception is raised if the folder does not exist.

add_folder(*folder*)
: Create a folder whose name is *folder* and return an *MH* instance representing it.

remove_folder(*folder*)
: Delete the folder whose name is *folder*. If the folder contains any messages, a *NotEmptyError* exception will be raised and the folder will not be deleted.

get_sequences()
: Return a dictionary of sequence names mapped to key lists. If there are no sequences, the empty dictionary is returned.

set_sequences(*sequences*)
: Re-define the sequences that exist in the mailbox based upon *sequences*, a dictionary of names mapped to key lists, like returned by *get_sequences()*.

pack()
: Rename messages in the mailbox as necessary to eliminate gaps in numbering. Entries in the sequences list are updated correspondingly.

> **Note :** Already-issued keys are invalidated by this operation and should not be subsequently used.

Some *Mailbox* methods implemented by *MH* deserve special remarks :

remove(*key*)
__delitem__(*key*)
discard(*key*)
: These methods immediately delete the message. The MH convention of marking a message for deletion by prepending a comma to its name is not used.

lock()
unlock()
: Three locking mechanisms are used---dot locking and, if available, the `flock()` and `lockf()` system calls. For MH mailboxes, locking the mailbox means locking the `.mh_sequences` file and, only for the duration of any operations that affect them, locking individual message files.

get_file(*key*)
: Depending upon the host platform, it may not be possible to remove the underlying message while the returned file remains open.

flush()
All changes to MH mailboxes are immediately applied, so this method does nothing.

close()
MH instances do not keep any open files, so this method is equivalent to *unlock()*.

Voir aussi :

nmh - Message Handling System Home page of **nmh**, an updated version of the original **mh**.

MH & nmh : Email for Users & Programmers A GPL-licensed book on **mh** and **nmh**, with some information on the mailbox format.

Babyl

class mailbox.**Babyl**(*path*, *factory=None*, *create=True*)
A subclass of *Mailbox* for mailboxes in Babyl format. Parameter *factory* is a callable object that accepts a file-like message representation (which behaves as if opened in binary mode) and returns a custom representation. If *factory* is `None`, *BabylMessage* is used as the default message representation. If *create* is `True`, the mailbox is created if it does not exist.

Babyl is a single-file mailbox format used by the Rmail mail user agent included with Emacs. The beginning of a message is indicated by a line containing the two characters Control-Underscore (`'\037'`) and Control-L (`'\014'`). The end of a message is indicated by the start of the next message or, in the case of the last message, a line containing a Control-Underscore (`'\037'`) character.

Messages in a Babyl mailbox have two sets of headers, original headers and so-called visible headers. Visible headers are typically a subset of the original headers that have been reformatted or abridged to be more attractive. Each message in a Babyl mailbox also has an accompanying list of *labels*, or short strings that record extra information about the message, and a list of all user-defined labels found in the mailbox is kept in the Babyl options section.

Babyl instances have all of the methods of *Mailbox* in addition to the following :

get_labels()
Return a list of the names of all user-defined labels used in the mailbox.

Note : The actual messages are inspected to determine which labels exist in the mailbox rather than consulting the list of labels in the Babyl options section, but the Babyl section is updated whenever the mailbox is modified.

Some *Mailbox* methods implemented by *Babyl* deserve special remarks :

get_file(*key*)
In Babyl mailboxes, the headers of a message are not stored contiguously with the body of the message. To generate a file-like representation, the headers and body are copied together into an *io.BytesIO* instance, which has an API identical to that of a file. As a result, the file-like object is truly independent of the underlying mailbox but does not save memory compared to a string representation.

lock()
unlock()
Three locking mechanisms are used---dot locking and, if available, the `flock()` and `lockf()` system calls.

Voir aussi :

Format of Version 5 Babyl Files A specification of the Babyl format.

Reading Mail with Rmail The Rmail manual, with some information on Babyl semantics.

MMDF

class mailbox.**MMDF**(*path*, *factory=None*, *create=True*)

A subclass of *Mailbox* for mailboxes in MMDF format. Parameter *factory* is a callable object that accepts a file-like message representation (which behaves as if opened in binary mode) and returns a custom representation. If *factory* is `None`, *MMDFMessage* is used as the default message representation. If *create* is `True`, the mailbox is created if it does not exist.

MMDF is a single-file mailbox format invented for the Multichannel Memorandum Distribution Facility, a mail transfer agent. Each message is in the same form as an mbox message but is bracketed before and after by lines containing four Control-A (`'\001'`) characters. As with the mbox format, the beginning of each message is indicated by a line whose first five characters are "From ", but additional occurrences of "From " are not transformed to ">From " when storing messages because the extra message separator lines prevent mistaking such occurrences for the starts of subsequent messages.

Some *Mailbox* methods implemented by *MMDF* deserve special remarks :

get_file(*key*)

Using the file after calling `flush()` or `close()` on the *MMDF* instance may yield unpredictable results or raise an exception.

lock()

unlock()

Three locking mechanisms are used---dot locking and, if available, the `flock()` and `lockf()` system calls.

Voir aussi :

mmdf man page from tin A specification of MMDF format from the documentation of tin, a newsreader.

MMDF A Wikipedia article describing the Multichannel Memorandum Distribution Facility.

20.4.2 Message objects

class mailbox.**Message**(*message=None*)

A subclass of the *email.message* module's *Message*. Subclasses of *mailbox.Message* add mailbox-format-specific state and behavior.

If *message* is omitted, the new instance is created in a default, empty state. If *message* is an *email.message.Message* instance, its contents are copied ; furthermore, any format-specific information is converted insofar as possible if *message* is a *Message* instance. If *message* is a string, a byte string, or a file, it should contain an **RFC 2822**-compliant message, which is read and parsed. Files should be open in binary mode, but text mode files are accepted for backward compatibility.

The format-specific state and behaviors offered by subclasses vary, but in general it is only the properties that are not specific to a particular mailbox that are supported (although presumably the properties are specific to a particular mailbox format). For example, file offsets for single-file mailbox formats and file names for directory-based mailbox formats are not retained, because they are only applicable to the original mailbox. But state such as whether a message has been read by the user or marked as important is retained, because it applies to the message itself.

There is no requirement that *Message* instances be used to represent messages retrieved using *Mailbox* instances. In some situations, the time and memory required to generate *Message* representations might not be acceptable. For such situations, *Mailbox* instances also offer string and file-like representations, and a custom message factory may be specified when a *Mailbox* instance is initialized.

MaildirMessage

class mailbox.**MaildirMessage**(*message=None*)

A message with Maildir-specific behaviors. Parameter *message* has the same meaning as with the *Message* constructor.

Typically, a mail user agent application moves all of the messages in the `new` subdirectory to the `cur` subdirectory after the first time the user opens and closes the mailbox, recording that the messages are old whether or not they've actually been read. Each message in `cur` has an "info" section added to its file name to store information about its state. (Some mail readers may also add an "info" section to messages in `new`.) The "info" section may take one of two forms : it may contain "2," followed by a list of standardized flags (e.g., "2,FR") or it may contain "1," followed by so-called experimental information. Standard flags for Maildir messages are as follows :

Option	Signification	Explication
D	Draft	Under composition
F	Flagged	Marked as important
P	Passed	Forwarded, resent, or bounced
R	Replied	Replied to
S	Seen	Read
T	Trashed	Marked for subsequent deletion

MaildirMessage instances offer the following methods :

get_subdir()

Return either "new" (if the message should be stored in the `new` subdirectory) or "cur" (if the message should be stored in the `cur` subdirectory).

Note : A message is typically moved from `new` to `cur` after its mailbox has been accessed, whether or not the message is has been read. A message `msg` has been read if `"S" in msg.get_flags()` is `True`.

---

set_subdir(*subdir*)

Set the subdirectory the message should be stored in. Parameter *subdir* must be either "new" or "cur".

get_flags()

Return a string specifying the flags that are currently set. If the message complies with the standard Maildir format, the result is the concatenation in alphabetical order of zero or one occurrence of each of `'D'`, `'F'`, `'P'`, `'R'`, `'S'`, and `'T'`. The empty string is returned if no flags are set or if "info" contains experimental semantics.

set_flags(*flags*)

Set the flags specified by *flags* and unset all others.

add_flag(*flag*)

Set the flag(s) specified by *flag* without changing other flags. To add more than one flag at a time, *flag* may be a string of more than one character. The current "info" is overwritten whether or not it contains experimental information rather than flags.

remove_flag(*flag*)

Unset the flag(s) specified by *flag* without changing other flags. To remove more than one flag at a time, *flag* maybe a string of more than one character. If "info" contains experimental information rather than flags, the current "info" is not modified.

get_date()

Return the delivery date of the message as a floating-point number representing seconds since the epoch.

set_date(*date*)

Set the delivery date of the message to *date*, a floating-point number representing seconds since the epoch.

get_info()

Return a string containing the "info" for a message. This is useful for accessing and modifying "info" that is experimental (i.e., not a list of flags).

set_info(*info*)

Set "info" to *info*, which should be a string.

When a *MaildirMessage* instance is created based upon an *mboxMessage* or *MMDFMessage* instance, the *Status* and *X-Status* headers are omitted and the following conversions take place :

Resulting state	*mboxMessage* or *MMDFMessage* state
”cur” subdirectory	O flag
F flag	F flag
R flag	A flag
S flag	R flag
T flag	D flag

When a *MaildirMessage* instance is created based upon an *MHMessage* instance, the following conversions take place :

Resulting state	*MHMessage* state
”cur” subdirectory	”unseen” sequence
”cur” subdirectory and S flag	no ”unseen” sequence
F flag	”flagged” sequence
R flag	”replied” sequence

When a *MaildirMessage* instance is created based upon a *BabylMessage* instance, the following conversions take place :

Resulting state	*BabylMessage* state
”cur” subdirectory	”unseen” label
”cur” subdirectory and S flag	no ”unseen” label
P flag	”forwarded” or ”resent” label
R flag	”answered” label
T flag	”deleted” label

mboxMessage

class mailbox.**mboxMessage**(*message=None*)

A message with mbox-specific behaviors. Parameter *message* has the same meaning as with the *Message* constructor.

Messages in an mbox mailbox are stored together in a single file. The sender’s envelope address and the time of delivery are typically stored in a line beginning with ”From ” that is used to indicate the start of a message, though there is considerable variation in the exact format of this data among mbox implementations. Flags that indicate the state of the message, such as whether it has been read or marked as important, are typically stored in *Status* and *X-Status* headers.

Conventional flags for mbox messages are as follows :

Option	Signification	Explication
R	Read	Read
O	Old	Previously detected by MUA
D	Deleted	Marked for subsequent deletion
F	Flagged	Marked as important
A	Answered	Replied to

The ”R” and ”O” flags are stored in the *Status* header, and the ”D”, ”F”, and ”A” flags are stored in the *X-Status* header. The flags and headers typically appear in the order mentioned.

mboxMessage instances offer the following methods :

get_from()

Return a string representing the ”From ” line that marks the start of the message in an mbox mailbox. The leading ”From ” and the trailing newline are excluded.

set_from(*from_*, *time_*=*None*)
Set the "From " line to *from_*, which should be specified without a leading "From " or trailing newline. For convenience, *time_* may be specified and will be formatted appropriately and appended to *from_*. If *time_* is specified, it should be a *time.struct_time* instance, a tuple suitable for passing to *time.strftime()*, or `True` (to use *time.gmtime()*).

get_flags()
Return a string specifying the flags that are currently set. If the message complies with the conventional format, the result is the concatenation in the following order of zero or one occurrence of each of `'R'`, `'O'`, `'D'`, `'F'`, and `'A'`.

set_flags(*flags*)
Set the flags specified by *flags* and unset all others. Parameter *flags* should be the concatenation in any order of zero or more occurrences of each of `'R'`, `'O'`, `'D'`, `'F'`, and `'A'`.

add_flag(*flag*)
Set the flag(s) specified by *flag* without changing other flags. To add more than one flag at a time, *flag* may be a string of more than one character.

remove_flag(*flag*)
Unset the flag(s) specified by *flag* without changing other flags. To remove more than one flag at a time, *flag* maybe a string of more than one character.

When an *mboxMessage* instance is created based upon a *MaildirMessage* instance, a "From " line is generated based upon the *MaildirMessage* instance's delivery date, and the following conversions take place :

Resulting state	*MaildirMessage* state
R flag	S flag
O flag	"cur" subdirectory
D flag	T flag
F flag	F flag
A flag	R flag

When an *mboxMessage* instance is created based upon an *MHMessage* instance, the following conversions take place :

Resulting state	*MHMessage* state
R flag and O flag	no "unseen" sequence
O flag	"unseen" sequence
F flag	"flagged" sequence
A flag	"replied" sequence

When an *mboxMessage* instance is created based upon a *BabylMessage* instance, the following conversions take place :

Resulting state	*BabylMessage* state
R flag and O flag	no "unseen" label
O flag	"unseen" label
D flag	"deleted" label
A flag	"answered" label

When a *Message* instance is created based upon an *MMDFMessage* instance, the "From " line is copied and all flags directly correspond :

Resulting state	*MMDFMessage* state
R flag	R flag
O flag	O flag
D flag	D flag
F flag	F flag
A flag	A flag

MHMessage

class mailbox.**MHMessage**(*message=None*)

A message with MH-specific behaviors. Parameter *message* has the same meaning as with the *Message* constructor.

MH messages do not support marks or flags in the traditional sense, but they do support sequences, which are logical groupings of arbitrary messages. Some mail reading programs (although not the standard **mh** and **nmh**) use sequences in much the same way flags are used with other formats, as follows :

Séquence	Explication
unseen	Not read, but previously detected by MUA
replied	Replied to
flagged	Marked as important

MHMessage instances offer the following methods :

get_sequences()

Return a list of the names of sequences that include this message.

set_sequences(*sequences*)

Set the list of sequences that include this message.

add_sequence(*sequence*)

Add *sequence* to the list of sequences that include this message.

remove_sequence(*sequence*)

Remove *sequence* from the list of sequences that include this message.

When an *MHMessage* instance is created based upon a *MaildirMessage* instance, the following conversions take place :

Resulting state	*MaildirMessage* state
”unseen” sequence	no S flag
”replied” sequence	R flag
”flagged” sequence	F flag

When an *MHMessage* instance is created based upon an *mboxMessage* or *MMDFMessage* instance, the *Status* and *X-Status* headers are omitted and the following conversions take place :

Resulting state	*mboxMessage* or *MMDFMessage* state
”unseen” sequence	no R flag
”replied” sequence	A flag
”flagged” sequence	F flag

When an *MHMessage* instance is created based upon a *BabylMessage* instance, the following conversions take place :

Resulting state	*BabylMessage* state
”unseen” sequence	”unseen” label
”replied” sequence	”answered” label

BabylMessage

class mailbox.**BabylMessage**(*message=None*)

A message with Babyl-specific behaviors. Parameter *message* has the same meaning as with the `Message` constructor.

Certain message labels, called *attributes*, are defined by convention to have special meanings. The attributes are as follows :

Label	Explication
unseen	Not read, but previously detected by MUA
deleted	Marked for subsequent deletion
filed	Copied to another file or mailbox
answered	Replied to
forwarded	Forwarded
edited	Modified by the user
resent	Resent

By default, Rmail displays only visible headers. The `BabylMessage` class, though, uses the original headers because they are more complete. Visible headers may be accessed explicitly if desired.

`BabylMessage` instances offer the following methods :

get_labels()

Return a list of labels on the message.

set_labels(*labels*)

Set the list of labels on the message to *labels*.

add_label(*label*)

Add *label* to the list of labels on the message.

remove_label(*label*)

Remove *label* from the list of labels on the message.

get_visible()

Return an `Message` instance whose headers are the message's visible headers and whose body is empty.

set_visible(*visible*)

Set the message's visible headers to be the same as the headers in *message*. Parameter *visible* should be a `Message` instance, an `email.message.Message` instance, a string, or a file-like object (which should be open in text mode).

update_visible()

When a `BabylMessage` instance's original headers are modified, the visible headers are not automatically modified to correspond. This method updates the visible headers as follows : each visible header with a corresponding original header is set to the value of the original header, each visible header without a corresponding original header is removed, and any of `Date`, `From`, `Reply-To`, `To`, `CC`, and `Subject` that are present in the original headers but not the visible headers are added to the visible headers.

When a `BabylMessage` instance is created based upon a `MaildirMessage` instance, the following conversions take place :

Resulting state	`MaildirMessage` state
"unseen" label	no S flag
"deleted" label	T flag
"answered" label	R flag
"forwarded" label	P flag

When a `BabylMessage` instance is created based upon an `mboxMessage` or `MMDFMessage` instance, the `Status` and `X-Status` headers are omitted and the following conversions take place :

Resulting state	*mboxMessage* or *MMDFMessage* state
”unseen” label	no R flag
”deleted” label	D flag
”answered” label	A flag

Lorsqu'une instance *BabylMessage* est créée sur la base d'une instance *MHMessage*, les conversions suivantes sont faites :

Resulting state	*MHMessage* state
”unseen” label	”unseen” sequence
”answered” label	”replied” sequence

MMDFMessage

class mailbox.**MMDFMessage**(*message=None*)

Un message avec des comportements spécifiques à *MMDF*. Le paramètre *message* a le même sens que pour le constructeur de *Message*.

Comme pour le message d'une boîte de courriel *mbox*, les messages *MMDF* sont stockés avec l'adresse de l'expéditeur et la date d'expédition dans la ligne initiale commençant avec « From ». De même, les options indiquant l'état du message sont stockées dans les en-têtes *Status* et *X-Status*.

Les options conventionnelles des messages *MMDF* sont identiques à celles de message *mbox* et sont les suivantes :

Option	Signification	Explication
R	Read	Read
O	Old	Previously detected by MUA
D	Deleted	Marked for subsequent deletion
F	Flagged	Marked as important
A	Answered	Replied to

The ”R” and ”O” flags are stored in the *Status* header, and the ”D”, ”F”, and ”A” flags are stored in the *X-Status* header. The flags and headers typically appear in the order mentioned.

Les méthodes des instances *MMDFMessage* sont identiques à celles de *mboxMessage* et sont les suivantes :

get_from()

Return a string representing the ”From ” line that marks the start of the message in an mbox mailbox. The leading ”From ” and the trailing newline are excluded.

set_from(*from_*, *time_=None*)

Set the ”From ” line to *from_*, which should be specified without a leading ”From ” or trailing newline. For convenience, *time_* may be specified and will be formatted appropriately and appended to *from_*. If *time_* is specified, it should be a *time.struct_time* instance, a tuple suitable for passing to *time.strftime()*, or `True` (to use *time.gmtime()*).

get_flags()

Return a string specifying the flags that are currently set. If the message complies with the conventional format, the result is the concatenation in the following order of zero or one occurrence of each of `'R'`, `'O'`, `'D'`, `'F'`, and `'A'`.

set_flags(*flags*)

Set the flags specified by *flags* and unset all others. Parameter *flags* should be the concatenation in any order of zero or more occurrences of each of `'R'`, `'O'`, `'D'`, `'F'`, and `'A'`.

add_flag(*flag*)

Set the flag(s) specified by *flag* without changing other flags. To add more than one flag at a time, *flag* may be a string of more than one character.

remove_flag(*flag*)

Unset the flag(s) specified by *flag* without changing other flags. To remove more than one flag at a time, *flag* maybe a string of more than one character.

Lorsqu'une instance *MMDFMessage* est créée sur la base d'une instance *MaildirMessage*, la ligne « From » est générée sur la base de la date de remise de l'instance *MaildirMessage* et les conversions suivantes ont lieu :

Resulting state	*MaildirMessage* state
R flag	S flag
O flag	"cur" subdirectory
D flag	T flag
F flag	F flag
A flag	R flag

Lorsqu'une instance *MMDFMessage* est créée sur la base d'une instance *MHMessage*, les conversions suivantes sont faites :

Resulting state	*MHMessage* state
R flag and O flag	no "unseen" sequence
O flag	"unseen" sequence
F flag	"flagged" sequence
A flag	"replied" sequence

Lorsqu'une instance *MMDFMessage* est créée sur la base d'une instance *BabylMessage*, les conversions suivantes sont faites :

Resulting state	*BabylMessage* state
R flag and O flag	no "unseen" label
O flag	"unseen" label
D flag	"deleted" label
A flag	"answered" label

Lorsqu'une instance *MMDFMessage* est créée sur la base d'une instance *mboxMessage*, la ligne « From » est copiée et toutes les options ont une correspondance directe :

Resulting state	état de *mboxMessage*
R flag	R flag
O flag	O flag
D flag	D flag
F flag	F flag
A flag	A flag

20.4.3 Exceptions

Les exceptions de classes suivantes sont définies dans le module *mailbox* :

exception mailbox.**Error**
Classe de base pour toutes les autres exceptions spécifiques à ce module.

exception mailbox.**NoSuchMailboxError**
Levée lorsqu'une boîte de courriel est attendue mais introuvable, comme quand on instancie une sous-classe *Mailbox* avec un chemin qui n'existe pas (et avec le paramètre *create* fixé à `False`), ou quand on ouvre un répertoire qui n'existe pas.

exception mailbox.**NotEmptyError**
Levée lorsqu'une boîte de courriel n'est pas vide mais devrait l'être, comme lorsqu'on supprime un répertoire contenant des messages.

exception mailbox.**ExternalClashError**
Levée lorsqu'une condition liée à la boîte de courriel est hors de contrôle du programme et l'empêche de se

poursuivre, comme lors de l'échec d'acquisition du verrou ou lorsqu'un nom de fichier censé être unique existe déjà.

exception mailbox.**FormatError**
Levée lorsque la donnée dans le fichier ne peut être analysée, comme lorsque l'instance de *MH* tente de lire un fichier `.mh_sequences` corrompu.

20.4.4 Exemples

Un exemple simple d'affichage de l'objet, qui semble pertinent, de tous les messages d'une boîte de courriel :

```
import mailbox
for message in mailbox.mbox('~/mbox'):
    subject = message['subject']       # Could possibly be None.
    if subject and 'python' in subject.lower():
        print(subject)
```

Cet exemple copie tout le courriel d'une boite de courriel au format *Babyl* vers une boite de courriel au format *MH*, convertissant toute l'information qu'il est possible de convertir du premier format vers le second :

```
import mailbox
destination = mailbox.MH('~/Mail')
destination.lock()
for message in mailbox.Babyl('~/RMAIL'):
    destination.add(mailbox.MHMessage(message))
destination.flush()
destination.unlock()
```

Cet exemple trie le courriel en provenance de plusieurs listes de diffusion vers différentes boîtes de courriel, tout en évitant une corruption à cause de modifications concurrentielles par d'autres programmes, une perte due à une interruption du programme ou un arrêt prématuré causé par des messages mal structurés :

```
import mailbox
import email.errors

list_names = ('python-list', 'python-dev', 'python-bugs')

boxes = {name: mailbox.mbox('~/email/%s' % name) for name in list_names}
inbox = mailbox.Maildir('~/Maildir', factory=None)

for key in inbox.iterkeys():
    try:
        message = inbox[key]
    except email.errors.MessageParseError:
        continue                # The message is malformed. Just leave it.

    for name in list_names:
        list_id = message['list-id']
        if list_id and name in list_id:
            # Get mailbox to use
            box = boxes[name]

            # Write copy to disk before removing original.
            # If there's a crash, you might duplicate a message, but
            # that's better than losing a message completely.
            box.lock()
            box.add(message)
            box.flush()
            box.unlock()

            # Remove original message
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
            inbox.lock()
            inbox.discard(key)
            inbox.flush()
            inbox.unlock()
            break               # Found destination, so stop looking.

for box in boxes.itervalues():
    box.close()
```

20.5 mimetypes --- Map filenames to MIME types

Source code : Lib/mimetypes.py

The *mimetypes* module converts between a filename or URL and the MIME type associated with the filename extension. Conversions are provided from filename to MIME type and from MIME type to filename extension; encodings are not supported for the latter conversion.

The module provides one class and a number of convenience functions. The functions are the normal interface to this module, but some applications may be interested in the class as well.

The functions described below provide the primary interface for this module. If the module has not been initialized, they will call *init()* if they rely on the information *init()* sets up.

mimetypes.**guess_type**(*url*, *strict=True*)

Guess the type of a file based on its filename or URL, given by *url*. The return value is a tuple `(type, encoding)` where *type* is `None` if the type can't be guessed (missing or unknown suffix) or a string of the form `'type/subtype'`, usable for a MIME *content-type* header.

encoding is `None` for no encoding or the name of the program used to encode (e.g. **compress** or **gzip**). The encoding is suitable for use as a *Content-Encoding* header, **not** as a *Content-Transfer-Encoding* header. The mappings are table driven. Encoding suffixes are case sensitive; type suffixes are first tried case sensitively, then case insensitively.

The optional *strict* argument is a flag specifying whether the list of known MIME types is limited to only the official types registered with IANA. When *strict* is `True` (the default), only the IANA types are supported; when *strict* is `False`, some additional non-standard but commonly used MIME types are also recognized.

mimetypes.**guess_all_extensions**(*type*, *strict=True*)

Guess the extensions for a file based on its MIME type, given by *type*. The return value is a list of strings giving all possible filename extensions, including the leading dot (`'.'`). The extensions are not guaranteed to have been associated with any particular data stream, but would be mapped to the MIME type *type* by *guess_type()*.

The optional *strict* argument has the same meaning as with the *guess_type()* function.

mimetypes.**guess_extension**(*type*, *strict=True*)

Guess the extension for a file based on its MIME type, given by *type*. The return value is a string giving a filename extension, including the leading dot (`'.'`). The extension is not guaranteed to have been associated with any particular data stream, but would be mapped to the MIME type *type* by *guess_type()*. If no extension can be guessed for *type*, `None` is returned.

The optional *strict* argument has the same meaning as with the *guess_type()* function.

Some additional functions and data items are available for controlling the behavior of the module.

mimetypes.**init**(*files=None*)

Initialize the internal data structures. If given, *files* must be a sequence of file names which should be used to augment the default type map. If omitted, the file names to use are taken from *knownfiles*; on Windows, the current registry settings are loaded. Each file named in *files* or *knownfiles* takes precedence over those named before it. Calling *init()* repeatedly is allowed.

Specifying an empty list for *files* will prevent the system defaults from being applied : only the well-known values will be present from a built-in list.

If *files* is `None` the internal data structure is completely rebuilt to its initial default value. This is a stable operation and will produce the same results when called multiple times.

Modifié dans la version 3.2 : Previously, Windows registry settings were ignored.

`mimetypes.`**`read_mime_types`**(*filename*)
Load the type map given in the file *filename*, if it exists. The type map is returned as a dictionary mapping filename extensions, including the leading dot (`'.'`), to strings of the form `'type/subtype'`. If the file *filename* does not exist or cannot be read, `None` is returned.

`mimetypes.`**`add_type`**(*type*, *ext*, *strict=True*)
Add a mapping from the MIME type *type* to the extension *ext*. When the extension is already known, the new type will replace the old one. When the type is already known the extension will be added to the list of known extensions.

When *strict* is `True` (the default), the mapping will be added to the official MIME types, otherwise to the non-standard ones.

`mimetypes.`**`inited`**
Flag indicating whether or not the global data structures have been initialized. This is set to `True` by *`init()`*.

`mimetypes.`**`knownfiles`**
List of type map file names commonly installed. These files are typically named `mime.types` and are installed in different locations by different packages.

`mimetypes.`**`suffix_map`**
Dictionary mapping suffixes to suffixes. This is used to allow recognition of encoded files for which the encoding and the type are indicated by the same extension. For example, the `.tgz` extension is mapped to `.tar.gz` to allow the encoding and type to be recognized separately.

`mimetypes.`**`encodings_map`**
Dictionary mapping filename extensions to encoding types.

`mimetypes.`**`types_map`**
Dictionary mapping filename extensions to MIME types.

`mimetypes.`**`common_types`**
Dictionary mapping filename extensions to non-standard, but commonly found MIME types.

Un exemple d'utilisation du module :

```
>>> import mimetypes
>>> mimetypes.init()
>>> mimetypes.knownfiles
['/etc/mime.types', '/etc/httpd/mime.types', ... ]
>>> mimetypes.suffix_map['.tgz']
'.tar.gz'
>>> mimetypes.encodings_map['.gz']
'gzip'
>>> mimetypes.types_map['.tgz']
'application/x-tar-gz'
```

20.5.1 MimeTypes Objects

The *MimeTypes* class may be useful for applications which may want more than one MIME-type database; it provides an interface similar to the one of the *mimetypes* module.

class mimetypes.**MimeTypes**(*filenames=()*, *strict=True*)

This class represents a MIME-types database. By default, it provides access to the same database as the rest of this module. The initial database is a copy of that provided by the module, and may be extended by loading additional `mime.types`-style files into the database using the *read()* or *readfp()* methods. The mapping dictionaries may also be cleared before loading additional data if the default data is not desired.

The optional *filenames* parameter can be used to cause additional files to be loaded "on top" of the default database.

suffix_map

Dictionary mapping suffixes to suffixes. This is used to allow recognition of encoded files for which the encoding and the type are indicated by the same extension. For example, the `.tgz` extension is mapped to `.tar.gz` to allow the encoding and type to be recognized separately. This is initially a copy of the global *suffix_map* defined in the module.

encodings_map

Dictionary mapping filename extensions to encoding types. This is initially a copy of the global *encodings_map* defined in the module.

types_map

Tuple containing two dictionaries, mapping filename extensions to MIME types : the first dictionary is for the non-standards types and the second one is for the standard types. They are initialized by *common_types* and *types_map*.

types_map_inv

Tuple containing two dictionaries, mapping MIME types to a list of filename extensions : the first dictionary is for the non-standards types and the second one is for the standard types. They are initialized by *common_types* and *types_map*.

guess_extension(*type*, *strict=True*)

Similar to the *guess_extension()* function, using the tables stored as part of the object.

guess_type(*url*, *strict=True*)

Similar to the *guess_type()* function, using the tables stored as part of the object.

guess_all_extensions(*type*, *strict=True*)

Similar to the *guess_all_extensions()* function, using the tables stored as part of the object.

read(*filename*, *strict=True*)

Load MIME information from a file named *filename*. This uses *readfp()* to parse the file.

If *strict* is `True`, information will be added to list of standard types, else to the list of non-standard types.

readfp(*fp*, *strict=True*)

Load MIME type information from an open file *fp*. The file must have the format of the standard `mime.types` files.

If *strict* is `True`, information will be added to the list of standard types, else to the list of non-standard types.

read_windows_registry(*strict=True*)

Load MIME type information from the Windows registry.

Disponibilité : Windows.

If *strict* is `True`, information will be added to the list of standard types, else to the list of non-standard types.

Nouveau dans la version 3.2.

20.6 base64 — Encodages base16, base32, base64 et base85

Code source : Lib/base64.py

Ce module fournit des fonctions permettant de coder des données binaires en caractères ASCII affichables ainsi que de décoder ces caractères vers des données binaires en retour. Il fournit des fonctions d'encodage et de décodage pour les codages spécifiés par la **RFC 3548** qui définit les algorithmes base16, base32 et base64, ainsi que les encodages standards *de facto* Ascii85 et base85.

Les encodages définis par la **RFC 3548** sont adaptés au codage des données binaires pour leur transfert par courriel, comme éléments d'une URL ou d'une requête HTTP POST. L'algorithme d'encodage ne doit pas être confondu avec le programme **uuencode**.

Ce module présente deux interfaces. L'interface moderne gère l'encodage d'*objets octet-compatibles* en `bytes` ASCII ainsi que le décodage d'*objets octet-compatibles* ou de chaînes de caractères contenant de l'ASCII en `bytes`. Les deux alphabets de l'algorithme base64 définis par la **RFC 3548** (normal et sûr pour les systèmes de fichiers ou URL) sont gérés.

L'interface historique ne permet pas le décodage des chaînes de caractères mais fournit des fonctions permettant d'encoder et décoder depuis et vers des *objets fichiers*. Elle ne gère que l'alphabet base64 standard et ajoute une nouvelle ligne tous les 76 caractères, comme spécifié par la **RFC 2045**. Notez que le paquet `email` est probablement ce que vous cherchez si vous souhaitez une implémentation de la **RFC 2045**.

Modifié dans la version 3.3 : Les chaînes de caractères Unicode contenant uniquement des caractères ASCII sont désormais acceptées par les fonctions de décodage de l'interface moderne.

Modifié dans la version 3.4 : Tous les *objets octet-compatibles* sont désormais acceptés par l'ensemble des fonctions d'encodage et de décodage de ce module. La gestion de Ascii85/base85 a été ajoutée.

L'interface moderne propose :

`base64.`**`b64encode`**(*s*, *altchars=None*)
: Encode un *objet octet-compatible* *s* en utilisant l'algorithme base64 et renvoie les `bytes` encodés.

  L'option *altchars* doit être un *bytes-like object* de longueur au moins 2 (les caractères additionnels sont ignorés) qui spécifie un alphabet alternatif pour les délimiteurs + et `/`. Cela permet de générer des chaînes de caractères base64 pouvant être utilisées pour une URL ou dans un système de fichiers. La valeur par défaut est `None`, auquel cas l'alphabet standard base64 est utilisé.

`base64.`**`b64decode`**(*s*, *altchars=None*, *validate=False*)
: Décode un *objet octet-compatible* ou une chaîne de caractères ASCII *s* encodée en base64 et renvoie les `bytes` décodés.

  L'option *altchars* doit être un *bytes-like object* de longueur au moins égale à 2 (les caractères additionnels sont ignorés) qui spécifie un alphabet alternatif pour les délimiteurs + et `/`.

  Une exception `binascii.Error` est levée si *s* n'est pas remplie à une longueur attendue.

  Si *validate* est `False` (par défaut), les caractères qui ne sont ni dans l'alphabet base64 normal, ni dans l'alphabet alternatif, sont ignorés avant la vérification de la longueur du remplissage. Si *validate* est `True`, les caractères hors de l'alphabet de l'entrée produisent une `binascii.Error`.

`base64.`**`standard_b64encode`**(*s*)
: Encode un *objet octet-compatible* *s* en utilisant l'alphabet standard base64 et renvoie les `bytes` encodés.

`base64.`**`standard_b64decode`**(*s*)
: Décode un *objet octet-compatible* ou une chaîne de caractères ASCII *s* utilisant l'alphabet base64 standard et renvoie les `bytes` décodés.

`base64.`**`urlsafe_b64encode`**(*s*)
: Encode un *objet byte-compatible* *s* en utilisant un alphabet sûr pour les URL et systèmes de fichiers qui substitue − et _ à + et / dans l'alphabet standard base64 et renvoie les `bytes` encodés.

`base64.`**`urlsafe_b64decode`**(*s*)
: Décode un *objet octet-compatible* ou une chaîne de caractères ASCII *s* utilisant un alphabet sûr pour les URL et systèmes de fichiers qui substitue − et _ à + et / dans l'alphabet standard base64 et renvoie les `bytes` décodés.

base64.**b32encode**(*s*)
Encode un *objet byte-compatible* *s* en utilisant l'algorithme base32 et renvoie les `bytes` encodés.

base64.**b32decode**(*s*, *casefold=False*, *map01=None*)
Décode un *objet octet-compatible* ou une chaîne de caractères ASCII *s* encodé en base32 et renvoie les `bytes` décodés.

L'option *casefold* est un drapeau spécifiant si l'utilisation d'un alphabet en minuscules est acceptable comme entrée. Pour des raisons de sécurité, cette option est à `False` par défaut.

La **RFC 3548** autorise une correspondance optionnelle du chiffre 0 (zéro) vers la lettre O (/o/) ainsi que du chiffre 1 (un) vers soit la lettre I (/i/) ou la lettre L (/l/). L'argument optionnel *map01*, lorsqu'il diffère de `None`, spécifie en quelle lettre le chiffre 1 doit être transformé (lorsque *map01* n'est pas `None`, le chiffre 0 est toujours transformé en la lettre O). Pour des raisons de sécurité, le défaut est `None`, de telle sorte que 0 et 1 ne sont pas autorisés dans l'entrée.

Une exception `binascii.Error` est levée si *s* n'est pas remplie à une longueur attendue ou si elle contient des caractères hors de l'alphabet.

base64.**b16encode**(*s*)
Encode un *objet byte-compatible* *s* en utilisant l'algorithme base16 et renvoie les `bytes` encodés.

base64.**b16decode**(*s*, *casefold=False*)
Décode un *objet octet-compatible* ou une chaîne de caractères ASCII *s* encodé en base16 et renvoie les `bytes` décodés.

L'option *casefold* est un drapeau spécifiant si l'utilisation d'un alphabet en minuscules est acceptable comme entrée. Pour des raisons de sécurité, cette option est à `False` par défaut.

Une exception `binascii.Error` est levée si *s* n'est pas remplie à une longueur attendue ou si elle contient des caractères hors de l'alphabet.

base64.**a85encode**(*b*, ***, *foldspaces=False*, *wrapcol=0*, *pad=False*, *adobe=False*)
Encode un *objet byte-compatible* *s* en utilisant l'algorithme Ascii85 et renvoie les `bytes` encodés.

L'option *foldspaces* permet d'utiliser la séquence spéciale 'y' à la place de quatre espaces consécutives (ASCII `0x20`) comme pris en charge par *btoa*. Cette fonctionnalité n'est pas gérée par l'encodage « standard » Ascii85.

wrapcol contrôle l'ajout de caractères de saut de ligne (`b'\n'`) à la sortie. Chaque ligne de sortie contient au maximum *wrapcol* caractères si cette option diffère de zéro.

pad spécifie l'ajout de caractères de remplissage (*padding* en anglais) à l'entrée jusqu'à ce que sa longueur soit un multiple de 4 avant encodage. Notez que l'implémentation `btoa` effectue systématiquement ce remplissage.

adobe contrôle si oui ou non la séquence encodée d'octets est encadrée par <~ et ~> comme utilisé dans l'implémentation Adobe.

Nouveau dans la version 3.4.

base64.**a85decode**(*b*, ***, *foldspaces=False*, *adobe=False*, *ignorechars=b' \t\n\r\v'*)
Décode un *objet octet-compatible* ou une chaîne de caractères ASCII *s* encodé en Ascii85 et renvoie les `bytes` décodés.

L'option *foldspaces* permet d'utiliser la séquence spéciale 'y' à la place de quatre espaces consécutives (ASCII *0x20*) comme pris en charge par *btoa*. Cette fonctionnalité n'est pas gérée par l'encodage « standard » Ascii85.

adobe indique si la séquence d'entrée utilise le format Adobe Ascii85 (c'est-à-dire utilise l'encadrement par <~ et ~>).

ignorechars doit être un *bytes-like object* ou une chaîne ASCII contenant des caractères à ignorer dans l'entrée. Il ne doit contenir que des caractères d'espacement et contient par défaut l'ensemble des caractères d'espacement de l'alphabet ASCII.

Nouveau dans la version 3.4.

base64.**b85encode**(*b*, *pad=False*)
Encode un *objet byte-compatible* *s* en utilisant l'algorithme base85 (tel qu'utilisé par exemple par le programme *git-diff* sur des données binaires) et renvoie les `bytes` encodés.

Si *pad* est vrai, des caractères de remplissage `b'``0'` (*padding* en anglais) sont ajoutés à l'entrée jusqu'à ce que sa longueur soit un multiple de 4 octets avant encodage.

Nouveau dans la version 3.4.

base64.**b85decode**(*b*)
Décode un *objet octet-compatible* ou une chaîne de caractères ASCII *b* encodé en base85 et renvoie les *bytes* décodés. Les caractères de remplissage sont implicitement retirés si nécessaire.

Nouveau dans la version 3.4.

L'interface historique :

base64.**decode**(*input*, *output*)
Décode le contenu d'un fichier binaire *input* et écrit les données binaires résultantes dans le fichier *output*. *input* et *output* doivent être des *objets fichiers*. *input* est lu jusqu'à ce que `input.readline()` renvoie un objet *bytes* vide.

base64.**decodebytes**(*s*)
Décode un *objet octet-compatible* *s* devant contenir une ou plusieurs lignes de données encodées en base64 et renvoie les *bytes* décodés.

Nouveau dans la version 3.1.

base64.**decodestring**(*s*)
Alias obsolète de *decodebytes()*.

Obsolète depuis la version 3.1.

base64.**encode**(*input*, *output*)
Encode le contenu du fichier binaire *input* et écrit les données encodées en base64 résultantes dans le fichier *output*. **input* et *output* doivent être des *objets fichiers*. *input* est lu jusqu'à ce que `input.readline()` renvoie un objet *bytes* vide. *encode()* insère un caractère de saut de ligne (`b'\n'`) tous les 76 octets de sortie et assure que celle-ci se termine par une nouvelle ligne, comme spécifié par la **RFC 2045** (MIME).

base64.**encodebytes**(*s*)
Encode un *objet octet-compatible* *s* pouvant contenir des données binaires arbitraires et renvoie les *bytes* contenant les données encodées en base64. Un caractère de saut de ligne (`b'\n'`) est inséré tous les 76 octets de sortie et celle-ci se termine par une nouvelle ligne, comme spécifié par la **RFC 2045** (MIME).

Nouveau dans la version 3.1.

base64.**encodestring**(*s*)
Alias obsolète de *encodebytes()*.

Obsolète depuis la version 3.1.

Un exemple d'utilisation du module :

```
>>> import base64
>>> encoded = base64.b64encode(b'data to be encoded')
>>> encoded
b'ZGF0YSB0byBiZSBlbmNvZGVk'
>>> data = base64.b64decode(encoded)
>>> data
b'data to be encoded'
```

Voir aussi :

Module *binascii* Module secondaire contenant les conversions ASCII vers binaire et binaire vers ASCII.

RFC 1521 — MIME (*Multipurpose Internet Mail Extensions*) *Part One : Mechanisms for Specifying and Describing the Form*
La Section 5.2, "*Base64 Content-Transfer-Encoding*", donne la définition de l'encodage base64.

20.7 binhex — Encode et décode les fichiers *binhex4*

Code source : Lib/binhex.py

Ce module encode et décode les fichiers au format *binhex4*, un format permettant la représentation de fichier Macintosh au format ASCII. Seulement la fourchette de donnée est supportée.

Le module `binhex` définit les fonctions suivantes :

`binhex.`**`binhex`**(*input*, *output*)
: Convertit un fichier binaire avec comme nom *input* en fichier *binhex output*. Le paramètre *output* peut être soit un nom de fichier, soit un objet s'apparentant à un fichier (tout objet supportant les méthodes `write()` et `close()`).

`binhex.`**`hexbin`**(*input*, *output*)
: Décode un fichier *binhex input*. *input* peut être soit un nom de fichier, soit un objet s'apparentant à un fichier supportant les méthodes `write()` et `close()`. Le résultat est écrit dans un fichier nommé *output*, sauf si l'argument est `None`, dans ce cas le fichier de sortie est lu depuis le fichier *binhex*.

L'exception suivante est aussi définie :

`exception` `binhex.`**`Error`**
: Exception levée quand quelque chose ne peut être encodé en utilisant le format *binhex* (par exemple, un nom de fichier trop long pour rentrer dans le champ *filename*) ou quand les données d'entrée ne sont pas encodées correctement en *binhex*.

Voir aussi :

Module `binascii` Module secondaire contenant les conversions ASCII vers binaire et binaire vers ASCII.

20.7.1 Notes

Il y a une alternative, une interface plus puissante pour le codeur et décodeur, voir les sources pour les détails.

Si vous codez ou décodez sur des plateformes autres que Macintosh, elles utiliseront l'ancienne convention Macintosh pour les retours à la ligne (retour-chariot comme fin de ligne).

20.8 binascii --- Conversion entre binaire et ASCII

Le module `binascii` contient des méthodes pour convertir entre binaire et diverses représentations binaires encodées en ASCII. Normalement, vous n'allez pas utiliser ces fonctions directement mais vous utiliserez des modules d'encapsulage comme `uu`, `base64`, or `binhex` à la place. Le module `binascii` contient des fonctions bas-niveau écrites en C plus rapides qui sont utilisées par des modules haut-niveau.

Note : La fonction `a2b_*` accepte des chaînes de caractères contenant seulement des caractères ASCII. D'autres fonctions acceptent seulement des objets *bytes et similaire* (tel que `bytes`, `bytearray` et autres objets qui supportent le protocole tampon).

Modifié dans la version 3.3 : Les chaines de caractères *unicode* seulement composées de caractères ASCII sont désormais acceptées par les fonctions `a2b_*`.

Le module `binascii` définit les fonctions suivantes :

binascii.**a2b_uu**(*string*)
Convertit une seule ligne de donnée *uuencoded* en binaire et renvoie la donnée binaire. Les lignes contiennent normalement 45 octets (binaire), sauf pour la dernière ligne. Il se peut que la ligne de donnée soit suivie d'un espace blanc.

binascii.**b2a_uu**(*data*, *, *backtick=False*)
Convertit les données binaires en une ligne de caractères ASCII, la valeur renvoyée est la ligne convertie incluant un caractère de nouvelle ligne. La longueur de *data* doit être au maximum de 45. Si *backtick* est vraie, les zéros sont représentés par `` ` `` plutôt que par des espaces.
Modifié dans la version 3.7 : Ajout du paramètre *backtick*.

binascii.**a2b_base64**(*string*)
Convertit un bloc de donnée en *base64* en binaire et renvoie la donnée binaire. Plus d'une ligne peut être passé à la fois.

binascii.**b2a_base64**(*data*, *, *newline=True*)
Convertit les données binaires en une ligne de caractères ASCII en codage base 64. La valeur de renvoyée et la ligne convertie, incluant un caractère de nouvelle ligne si *newline* est vraie. La sortie de cette fonction se conforme à **RFC 3548**.
Modifié dans la version 3.6 : Ajout du paramètre *newline*.

binascii.**a2b_qp**(*data*, *header=False*)
Convertit un bloc de données *quoted-printable* en binaire et renvoie les données binaires. Plus d'une ligne peut être passée à la fois. Si l'argument optionnel *header* est présent et vrai, les traits soulignés seront décodés en espaces.

binascii.**b2a_qp**(*data*, *quotetabs=False*, *istext=True*, *header=False*)
Convertit les données binaires en ligne(s) de caractères ASCII en codage imprimable entre guillemets. La valeur de retour est lales lignes(s) convertie(s). Si l'argument optionnel *quotetabs* est présent et vrai, toutes les tabulations et espaces seront encodés. Si l'argument optionnel *istext* est présent et faux, les nouvelles lignes ne sont pas encodées mais les espaces de fin de ligne le seront. Si l'argument optionnel *header* est présent et vrai, les espaces vont être encodés comme de traits soulignés selon **RFC 1522**. Si l'argument optionnel *header* est présent et faux, les caractères de nouvelle ligne seront également encodés ; sinon la conversion de saut de ligne pourrait corrompre le flux de données binaire.

binascii.**a2b_hqx**(*string*)
Convertit un bloc de donnée ASCII au format *binhex4* en binaire, sans faire de décompression RLE. La chaîne de caractères doit contenir un nombre complet d'octet binaires ou (au cas où la dernière portion de donnée est au format *binhex4*) avoir les bits restants à 0.

binascii.**rledecode_hqx**(*data*)
Réalise une décompression RLE sur la donnée, d'après la norme *binhex4*. L'algorithme utilise `0x90` après un octet comme un indicateur de répétition, suivi d'un décompte. Un décompte de `0` définit une valeur d'octet de `0x90`. La routine renvoie la donnée décompressée, sauf si la donnée entrante se finit sur un indicateur de répétition orphelin. Dans ce cas l'exception `Incomplete` est levée.
Modifié dans la version 3.2 : Accepte seulement des objets *bytestring* ou *bytearray* en entrée.

binascii.**rlecode_hqx**(*data*)
Réalise une compression RLE de type *binhex4* sur *data* et renvoie le résultat.

binascii.**b2a_hqx**(*data*)
Réalise une traduction *hexbin4* de binaire à ASCII et renvoie la chaîne de caractères résultante. L'argument doit être *RLE-coded*, et avoir une longueur divisible par 3 (sauf, éventuellement, le dernier fragment).

binascii.**crc_hqx**(*data*, *value*)
Calcule une valeur en CRC 16-bit de *data*, commençant par *value* comme CRC initial et renvoie le résultat. Ceci utilise le CRC-CCITT polynomial $x^{16} + x^{12} + x^5 + 1$, souvent représenté comme *0x1021*. Ce CRC est utilisé dans le format *binhex4*.

binascii.**crc32**(*data*[, *value*])
Calcule CRC-32, la somme de contrôle 32-bit de *data*, commençant par un CRC initial de *value*. Le CRC initial par défaut est zéro. L'algorithme est cohérent avec la somme de contrôle du fichier ZIP. Comme l'algorithme

est conçu pour être utilisé comme un algorithme de somme de contrôle, il ne convient pas comme algorithme de hachage général. Utiliser comme suit :

```
print(binascii.crc32(b"hello world"))
# Or, in two pieces:
crc = binascii.crc32(b"hello")
crc = binascii.crc32(b" world", crc)
print('crc32 = {:#010x}'.format(crc))
```

Modifié dans la version 3.0 : Le résultat est toujours non signé. Pour générer la même valeur numérique sur toutes les versions de Python et plateformes, utilisez `crc32(data) & 0xffffffff`.

`binascii.`**`b2a_hex`**(*data*)
`binascii.`**`hexlify`**(*data*)

Renvoie la représentation hexadécimale du binaire *data*. Chaque octet de *data* est converti en la représentation 2 chiffres correspondante. L'objet octets renvoyé est donc deux fois plus long que la longueur de *data*.

Fonctionnalité similaire est également commodément accessible en utilisant la méthode *bytes.hex()*.

`binascii.`**`a2b_hex`**(*hexstr*)
`binascii.`**`unhexlify`**(*hexstr*)

Renvoie la donnée binaire représentée par la chaîne de caractères hexadécimale *hexstr*. Cette fonction est l'inverse de *b2a_hex()*. *hexstr* doit contenir un nombre pair de chiffres hexadécimaux (qui peuvent être en majuscule ou minuscule), sinon une exception *Error* est levée.

Une fonctionnalité similaire (n'acceptant que les arguments de chaîne de texte, mais plus libérale vis-à-vis des espaces blancs) est également accessible en utilisant la méthode de classe *bytes.fromhex()*.

exception `binascii.`**`Error`**

Exception levée en cas d'erreurs. Ce sont typiquement des erreurs de programmation.

exception `binascii.`**`Incomplete`**

Exception levée par des données incomplète. Il ne s'agit généralement pas d'erreurs de programmation, mais elles peuvent être traitées en lisant un peu plus de données et en réessayant.

Voir aussi :

Module *base64* Support de l'encodage *base64-style* conforme RFC en base 16, 32, 64 et 85.

Module *binhex* Support pour le format *binhex* utilisé sur Macintosh.

Module *uu* Gestion de l'encodage UU utilisé sur Unix.

Module *quopri* Support de l'encodage *quote-printable* utilisé par les messages *email* MIME.

20.9 `quopri` — Encode et décode des données *MIME quoted-printable*

Code source : Lib/quopri.py

Ce module effectue des encodages et décodages de transport *quoted-printable*, tel que définis dans la **RFC 1521** : "*MIME (Multipurpose Internet Mail Extensions) Part One Mechanisms for Specifying and Describing the Format of Internet Message Bodies*". L'encodage *quoted-printable* est adapté aux données dans lesquelles peu de données ne sont pas affichables. L'encodage *base64* disponible dans le module *base64* est plus compact dans les cas où ces caractères sont nombreux, typiquement pour encoder des images.

`quopri.`**`decode`**(*input*, *output*, *header=False*)

Décode le contenu du fichier *input* et écrit le résultat décodé, binaire, dans le fichier *output*. *input* et *output* doivent être des *objets fichiers binaires*. Si l'argument facultatif *header* est fourni et vrai, les *underscore* seront décodés en espaces. C'est utilisé pour décoder des entêtes encodées "Q" décrits dans la RFC **RFC 1522** : "*MIME (Multipurpose Internet Mail Extensions) Part Two : Message Header Extensions for Non-ASCII Text*".

quopri.**encode**(*input*, *output*, *quotetabs*, *header=False*)
Encode le contenu du fichier *input* et écrit le résultat dans le fichier *output*. *input* et *output* doivent être des *objets fichiers binaires*. *quotetabs* (paramètre obligatoire) permet de choisir le style d'encodage des espaces et des tabulations, si vrai les espaces seront encodées, sinon elles seront laissées inchangées. Notez que les espaces et tabulations en fin de ligne sont toujours encodées, tel que spécifié par la **RFC 1521**. *header* est une option permettant d'encoder les espace en *underscores*, tel que spécifié par la **RFC 1522**.

quopri.**decodestring**(*s*, *header=False*)
Fonctionne comme `decode()`, sauf qu'elle accepte des `bytes` comme source, et renvoie les `bytes` décodés correspondants.

quopri.**encodestring**(*s*, *quotetabs=False*, *header=False*)
Fonctionne comme `encode()`, sauf qu'elle accepte des `bytes` comme source et renvoie les `bytes` encodés correspondants. Par défaut, `False` est donné au paramètre *quotetabs* de la fonction `encode()`.

Voir aussi :

Module `base64` Encode et décode des données MIME en *base64*

20.10 `uu` — Encode et décode les fichiers *uuencode*

Code source : Lib/uu.py

Ce module encode et décode les fichiers au format *uuencode*, permettant à des données binaires d'être transférées lors de connexion ASCII. Pour tous les arguments où un fichier est attendu, les fonctions acceptent un "objet fichier-compatible". Pour des raisons de compatibilité avec les anciennes versions de Python, une chaîne de caractères contenant un chemin est aussi acceptée, et le fichier correspondant sera ouvert en lecture et écriture ; le chemin `'-'` est considéré comme l'entrée ou la sortie standard. Cependant cette interface est obsolète ; il vaut mieux que l'appelant ouvre le fichier lui-même, en s'assurant si nécessaire que le mode d'ouverture soit `'rb'` ou `'wb'` sur Windows.

Ce code provient d'une contribution de Lance Ellinghouse et a été modifié par Jack Jansen.

Le module `uu` définit les fonctions suivantes :

uu.**encode**(*in_file*, *out_file*, *name=None*, *mode=None*, *, *backtick=False*)
Uuencode le fichier *in_file* dans le fichier *out_file*. Le fichier *uuencodé* contiendra une entête spécifiant les valeurs de *name* et *mode* par défaut pour le décodage du fichier. Par défaut ces valeurs sont prises de *in_file* ou valent respectivement `'-'` et `0o666`. Si *backtick* est vrai, les zéros sont représentés par des `'`` '` plutôt que des espaces.

Modifié dans la version 3.7 : Ajout du paramètre *backtick*.

uu.**decode**(*in_file*, *out_file=None*, *mode=None*, *quiet=False*)
Décode le fichier *in_file* et écrit le résultat dans *out_file*. Si *out_file* est un chemin, *mode* est utilisé pour les permissions du fichier lors de sa création. Les valeurs par défaut pour *out_file* et *mode* sont récupérées des entêtes *uuencode*. Cependant, si le fichier spécifié par les entêtes est déjà existant, une exception `uu.Error` est levée.

La fonction `decode()` écrit un avertissement sur la sortie d'erreur si l'entrée contient des erreurs mais que Python a pu s'en sortir. Mettre *quiet* à *True* empêche l'écriture de cet avertissement.

exception uu.**Error**
Classe fille d'`Exception`, elle peut être levée par `uu.decode()` dans différentes situations, tel que décrit plus haut, mais aussi en cas d'entête mal formatée ou d'entrée tronquée.

Voir aussi :

Module `binascii` Module secondaire contenant les conversions ASCII vers binaire et binaire vers ASCII.

CHAPITRE 21

Outils de traitement de balises structurées

Python intègre une variété de modules pour fonctionner avec différentes formes de données structurées et balisées, comme le SGML (*Standard Generalized Markup Language*), le HTML (*Hypert Markup Language*), et quelques interfaces pour travailler avec du XML (*eXtensible Markup Language*).

21.1 `html` — Support du HyperText Markup Language

Source code : Lib/html/__init__.py

Ce module définit des outils permettant la manipulation d'HTML.

`html.`**`escape`**(*s*, *quote=True*)

Convertit les caractères `&`, < et > de la chaîne de caractères *s* en séquences HTML valides. À utiliser si le texte à afficher pourrait contenir de tels caractères dans le HTML. Si le paramètre optionnel *quote* est vrai, les caractères (`"`) et (`'`) sont également traduits ; cela est utile pour les inclusions dans des valeurs d'attributs HTML délimitées par des guillemets, comme dans `<a href="...">`.

Nouveau dans la version 3.2.

`html.`**`unescape`**(*s*)

Convertit toutes les références de caractères nommés et numériques (e.g. `&gt;`, `&#62;`, `&#x3e;`) dans la chaîne de caractères *s* par les caractères Unicode correspondants. Cette fonction utilise les règles définies par le standard HTML 5 à la fois pour les caractères valides et les caractères invalides, et la *liste des références des caractères nommés en HTML 5*.

Nouveau dans la version 3.4.

Les sous-modules dans le paquet `html` sont :

- *`html.parser`* -- Parseur HTML/XHTML avec un mode de *parsing* tolérant
- *`html.entities`* -- Définitions d'entités HTML

21.2 `html.parser` --- Simple HTML and XHTML parser

Source code : Lib/html/parser.py

This module defines a class *HTMLParser* which serves as the basis for parsing text files formatted in HTML (HyperText Mark-up Language) and XHTML.

class `html.parser.`**HTMLParser**(*, *convert_charrefs=True*)

Create a parser instance able to parse invalid markup.

If *convert_charrefs* is `True` (the default), all character references (except the ones in `script`/`style` elements) are automatically converted to the corresponding Unicode characters.

An *HTMLParser* instance is fed HTML data and calls handler methods when start tags, end tags, text, comments, and other markup elements are encountered. The user should subclass *HTMLParser* and override its methods to implement the desired behavior.

This parser does not check that end tags match start tags or call the end-tag handler for elements which are closed implicitly by closing an outer element.

Modifié dans la version 3.4 : *convert_charrefs* keyword argument added.

Modifié dans la version 3.5 : The default value for argument *convert_charrefs* is now `True`.

21.2.1 Example HTML Parser Application

As a basic example, below is a simple HTML parser that uses the *HTMLParser* class to print out start tags, end tags, and data as they are encountered :

```
from html.parser import HTMLParser

class MyHTMLParser(HTMLParser):
    def handle_starttag(self, tag, attrs):
        print("Encountered a start tag:", tag)

    def handle_endtag(self, tag):
        print("Encountered an end tag :", tag)

    def handle_data(self, data):
        print("Encountered some data  :", data)

parser = MyHTMLParser()
parser.feed('<html><head><title>Test</title></head>'
            '<body><h1>Parse me!</h1></body></html>')
```

The output will then be :

```
Encountered a start tag: html
Encountered a start tag: head
Encountered a start tag: title
Encountered some data  : Test
Encountered an end tag : title
Encountered an end tag : head
Encountered a start tag: body
Encountered a start tag: h1
Encountered some data  : Parse me!
Encountered an end tag : h1
Encountered an end tag : body
Encountered an end tag : html
```

21.2.2 HTMLParser Methods

HTMLParser instances have the following methods :

HTMLParser.**feed**(*data*)
Feed some text to the parser. It is processed insofar as it consists of complete elements ; incomplete data is buffered until more data is fed or *close()* is called. *data* must be *str*.

HTMLParser.**close**()
Force processing of all buffered data as if it were followed by an end-of-file mark. This method may be redefined by a derived class to define additional processing at the end of the input, but the redefined version should always call the *HTMLParser* base class method *close()*.

HTMLParser.**reset**()
Reset the instance. Loses all unprocessed data. This is called implicitly at instantiation time.

HTMLParser.**getpos**()
Return current line number and offset.

HTMLParser.**get_starttag_text**()
Return the text of the most recently opened start tag. This should not normally be needed for structured processing, but may be useful in dealing with HTML "as deployed" or for re-generating input with minimal changes (whitespace between attributes can be preserved, etc.).

The following methods are called when data or markup elements are encountered and they are meant to be overridden in a subclass. The base class implementations do nothing (except for *handle_startendtag()*) :

HTMLParser.**handle_starttag**(*tag*, *attrs*)
This method is called to handle the start of a tag (e.g. `<div id="main">`).

The *tag* argument is the name of the tag converted to lower case. The *attrs* argument is a list of `(name, value)` pairs containing the attributes found inside the tag's <> brackets. The *name* will be translated to lower case, and quotes in the *value* have been removed, and character and entity references have been replaced.

For instance, for the tag `<A HREF="https://www.cwi.nl/">`, this method would be called as `handle_starttag('a', [('href', 'https://www.cwi.nl/')])`.

All entity references from *html.entities* are replaced in the attribute values.

HTMLParser.**handle_endtag**(*tag*)
This method is called to handle the end tag of an element (e.g. `</div>`).

The *tag* argument is the name of the tag converted to lower case.

HTMLParser.**handle_startendtag**(*tag*, *attrs*)
Similar to *handle_starttag()*, but called when the parser encounters an XHTML-style empty tag (`<img ... />`). This method may be overridden by subclasses which require this particular lexical information ; the default implementation simply calls *handle_starttag()* and *handle_endtag()*.

HTMLParser.**handle_data**(*data*)
This method is called to process arbitrary data (e.g. text nodes and the content of `<script>...</script>` and `<style>...</style>`).

HTMLParser.**handle_entityref**(*name*)
This method is called to process a named character reference of the form `&name;` (e.g. `&gt;`), where *name* is a general entity reference (e.g. `'gt'`). This method is never called if *convert_charrefs* is `True`.

HTMLParser.**handle_charref**(*name*)
This method is called to process decimal and hexadecimal numeric character references of the form `&#NNN;` and `&#xNNN;`. For example, the decimal equivalent for `&gt;` is `&#62;`, whereas the hexadecimal is `&#x3E;` ; in this case the method will receive `'62'` or `'x3E'`. This method is never called if *convert_charrefs* is `True`.

HTMLParser.**handle_comment**(*data*)
This method is called when a comment is encountered (e.g. `<!--comment-->`).

For example, the comment `<!-- comment -->` will cause this method to be called with the argument `' comment '`.

The content of Internet Explorer conditional comments (condcoms) will also be sent to this method, so, for `<!--[if IE 9]>IE9-specific content<![endif]-->`, this method will receive `'[if IE 9]>IE9-specific content<![endif]'`.

`HTMLParser.`**`handle_decl`**`(`*decl*`)`

This method is called to handle an HTML doctype declaration (e.g. `<!DOCTYPE html>`).

The *decl* parameter will be the entire contents of the declaration inside the `<!...>` markup (e.g. `'DOCTYPE html'`).

`HTMLParser.`**`handle_pi`**`(`*data*`)`

Method called when a processing instruction is encountered. The *data* parameter will contain the entire processing instruction. For example, for the processing instruction `<?proc color='red'>`, this method would be called as `handle_pi("proc color='red'")`. It is intended to be overridden by a derived class; the base class implementation does nothing.

Note : The *HTMLParser* class uses the SGML syntactic rules for processing instructions. An XHTML processing instruction using the trailing `'?'` will cause the `'?'` to be included in *data*.

`HTMLParser.`**`unknown_decl`**`(`*data*`)`

This method is called when an unrecognized declaration is read by the parser.

The *data* parameter will be the entire contents of the declaration inside the `<![...]>` markup. It is sometimes useful to be overridden by a derived class. The base class implementation does nothing.

21.2.3 Exemples

The following class implements a parser that will be used to illustrate more examples :

```
from html.parser import HTMLParser
from html.entities import name2codepoint

class MyHTMLParser(HTMLParser):
    def handle_starttag(self, tag, attrs):
        print("Start tag:", tag)
        for attr in attrs:
            print("     attr:", attr)

    def handle_endtag(self, tag):
        print("End tag  :", tag)

    def handle_data(self, data):
        print("Data     :", data)

    def handle_comment(self, data):
        print("Comment  :", data)

    def handle_entityref(self, name):
        c = chr(name2codepoint[name])
        print("Named ent:", c)

    def handle_charref(self, name):
        if name.startswith('x'):
            c = chr(int(name[1:], 16))
        else:
            c = chr(int(name))
        print("Num ent  :", c)

    def handle_decl(self, data):
        print("Decl     :", data)

parser = MyHTMLParser()
```

Parsing a doctype :

```
>>> parser.feed('<!DOCTYPE HTML PUBLIC "-//W3C//DTD HTML 4.01//EN" '
...             '"http://www.w3.org/TR/html4/strict.dtd">')
Decl     : DOCTYPE HTML PUBLIC "-//W3C//DTD HTML 4.01//EN" "http://www.w3.org/TR/
↪html4/strict.dtd"
```

Parsing an element with a few attributes and a title :

```
>>> parser.feed('<img src="python-logo.png" alt="The Python logo">')
Start tag: img
     attr: ('src', 'python-logo.png')
     attr: ('alt', 'The Python logo')
>>>
>>> parser.feed('<h1>Python</h1>')
Start tag: h1
Data     : Python
End tag  : h1
```

The content of `script` and `style` elements is returned as is, without further parsing :

```
>>> parser.feed('<style type="text/css">#python { color: green }</style>')
Start tag: style
     attr: ('type', 'text/css')
Data     : #python { color: green }
End tag  : style

>>> parser.feed('<script type="text/javascript">'
...             'alert("<strong>hello!</strong>");</script>')
Start tag: script
     attr: ('type', 'text/javascript')
Data     : alert("<strong>hello!</strong>");
End tag  : script
```

Parsing comments :

```
>>> parser.feed('<!-- a comment -->'
...             '<!--[if IE 9]>IE-specific content<![endif]-->')
Comment  :  a comment
Comment  : [if IE 9]>IE-specific content<![endif]
```

Parsing named and numeric character references and converting them to the correct char (note : these 3 references are all equivalent to `'>'`) :

```
>>> parser.feed('&gt;&#62;&#x3E;')
Named ent: >
Num ent  : >
Num ent  : >
```

Feeding incomplete chunks to *feed()* works, but *handle_data()* might be called more than once (unless *convert_charrefs* is set to `True`) :

```
>>> for chunk in ['<sp', 'an>buff', 'ered ', 'text</s', 'pan>']:
...     parser.feed(chunk)
...
Start tag: span
Data     : buff
Data     : ered
Data     : text
End tag  : span
```

Parsing invalid HTML (e.g. unquoted attributes) also works :

```
>>> parser.feed('<p><a class=link href=#main>tag soup</p ></a>')
Start tag: p
Start tag: a
     attr: ('class', 'link')
     attr: ('href', '#main')
Data     : tag soup
End tag  : p
End tag  : a
```

21.3 `html.entities` — Définitions des entités HTML générales

Source code : Lib/html/entities.py

Ce module définit quatre dictionnaires, *html5*, *name2codepoint*, *codepoint2name*, et *entitydefs*.

`html.entities.`**`html5`**
Un dictionnaire qui fait correspondre les références de caractères nommés HTML5 [1] aux caractères Unicode équivalents, e.g. `html5['gt;'] == '>'`. À noter que le point-virgule en fin de chaîne est inclus dans le nom (e.g. `'gt;'`), toutefois certains noms sont acceptés par le standard même sans le point-virgule : dans ce cas, le nom est présent à la fois avec et sans le `;`. Voir aussi *html.unescape()*.

Nouveau dans la version 3.3.

`html.entities.`**`entitydefs`**
Un dictionnaire qui fait correspondre les définitions d'entités XHTML 1.0 avec leur remplacement en ISO Latin-1.

`html.entities.`**`name2codepoint`**
Un dictionnaire qui fait correspondre les noms d'entités HTML avec les points de code Unicode.

`html.entities.`**`codepoint2name`**
Un dictionnaire qui fait correspondre les points de code Unicode avec les noms d'entités HTML.

Notes

21.4 Modules de traitement XML

Code source : Lib/xml/

Les interfaces de Python de traitement de XML sont regroupées dans le paquet `xml`.

Avertissement : Les modules XML ne sont pas protégés contre les données mal construites ou malicieuses. Si vous devez parcourir des données douteuses non authentifiées voir les sections *Vulnérabilités XML* et *Les paquets defusedxml et defusedexpat*.

Il est important de noter que les modules dans le paquet *xml* nécessitent qu'au moins un analyseur compatible SAX soit disponible. L'analyseur Expat est inclus dans Python, ainsi le module *xml.parsers.expat* est toujours disponible.

La documentation des *bindings* des interfaces DOM et SAX se trouve dans *xml.dom* et *xml.sax*.

Les sous-modules de traitement XML sont :

— *xml.etree.ElementTree* : l'API ElementTree, un processeur simple et léger

1. Voir https://www.w3.org/TR/html5/syntax.html#named-character-references

— `xml.dom` : la définition de l'API DOM
— `xml.dom.minidom` : une implémentation minimale de DOM
— `xml.dom.pulldom` : gestion de la construction partiel des arbres DOM

— `xml.sax` : classes de bases SAX2 base et fonctions utilitaires
— `xml.parsers.expat` : le *binding* de l'analyseur Expat

21.4.1 Vulnérabilités XML

Les modules de traitement XML ne sont pas sécurisés contre les données construite malicieusement. Un attaquant peut abuser des fonctionnalités XML pour exécuter des attaques par déni de service, accéder des fichiers locaux, générer des connexions réseaux à d'autres machines ou contourner des pare-feux.

Le tableau suivant donne une vue d'ensemble des attaques connues et indique si les différents modules y sont vulnérables.

type	sax	etree	minidom	pulldom	xmlrpc
billion laughs	**Vulnerable** (1)	**Vulnerable** (1)	**Vulnerable** (1)	**Vulnerable** (1)	**Vulnerable** (1)
quadratic blowup	**Vulnerable** (1)	**Vulnerable** (1)	**Vulnerable** (1)	**Vulnerable** (1)	**Vulnerable** (1)
external entity expansion	Safe (5)	Safe (2)	Safe (3)	Safe (5)	Sûr (4)
Récupération de DTD	Safe (5)	Sûr	Sûr	Safe (5)	Sûr
decompression bomb	Sûr	Sûr	Sûr	Sûr	**Vulnérable**

1. Expat 2.4.1 and newer is not vulnerable to the "billion laughs" and "quadratic blowup" vulnerabilities. Items still listed as vulnerable due to potential reliance on system-provided libraries. Check `pyexpat.EXPAT_VERSION`.
2. `xml.etree.ElementTree` n'étend pas les entités externes et lève une exception `ParserError` quand une telle entité est rencontrée.
3. `xml.dom.minidom` n'étend pas les entités externe et renvoie simplement le verbatim de l'entité non étendu.
4. `xmlrpclib` n'étend pas les entités externes et les omet.
5. Depuis Python 3.7.1, les entités générales externes ne sont plus traitées par défaut depuis Python.

billion laughs / exponential entity expansion L'attaque Billion Laughs -- aussi connue comme *exponential entity expansion* -- utilise de multiples niveaux d'entités imbriquées. Chaque entité se réfère à une autre entité de multiple fois. L'entité finale contiens une chaîne courte. Le résultat de l'expansion exponentielle génère plusieurs gigaoctet de texte et consomme beaucoup de mémoire et de temps processeur.

quadratic blowup entity expansion Une attaque *quadratic blowup* est similaire à l'attaque Billion Laughs ; il s'agit également d'un abus d'extension d'entités. Au lieu d'utiliser des entités imbriquées, cette attaque répète encore et encore une seule entité de plusieurs milliers de caractères. Cette attaque n'est pas aussi efficace que la version exponentielle mais contourne les contre-mesures de l'analyseur qui interdit les entités imbriquées de multiples fois.

external entity expansion Les déclarations d'entités peuvent contenir plus que du texte de substitution. Elles peuvent également référencer des ressources externes ou des fichiers locaux. L'analyseur XML accède à ces fichiers et inclut les contenus dans le document XML.

Récupération de DTD Certaines bibliothèques XML comme `xml.dom.pulldom` de Python récupère les documents de définitions de types (DTD) depuis des emplacements distants ou locaux. La fonctionnalité a des implications similaires que le problème d'extension d'entités externes.

decompression bomb Des bombes de décompression (ou ZIP bomb) sont valables pour toutes les bibliothèques XML qui peuvent analyser des flux XML compressés comme des flux HTTP *gzip* ou des fichiers compressés *LZMA*. Pour L'attaquant, cela permet de réduire d'une magnitude d'ordre 3 ou plus la quantité de données transmises.

La documentation de defusedxml sur PyPI contient plus d'informations sur tous les vecteurs d'attaques connus ainsi que des exemples et des références.

21.4.2 Les paquets `defusedxml` et `defusedexpat`

defusedxml est un paquet écrit exclusivement en Python avec des sous-classe modifiées de tous les analyseurs de la *stdlib* XML qui empêche toutes opérations potentiellement malicieuses. L'utilisation de ce paquet est recommandé pour tous serveurs qui analyseraient des donnés XML non fiables. Le paquet inclut également des exemples d'attaques et une documentation plus fournie sur plus d'attaques XML comme *XPath injection*.

defusedexpat fournit une version modifiée de *libexpat* et le module `pyexpat` modifiée embarquant des contre-mesures contre les attaques *DoS* par *entity expansion*. Le module `defusedexpat` autorise un nombre configurable et raisonnable d'extension d'entités. Ces modifications pourraient être incluses dans des futures version de Python mais ne seront incluses dans aucune version corrective de Python pour éviter de casser la compatibilité rétrograde.

21.5 `xml.etree.ElementTree` --- The ElementTree XML API

Source code : Lib/xml/etree/ElementTree.py

The *`xml.etree.ElementTree`* module implements a simple and efficient API for parsing and creating XML data.

Modifié dans la version 3.3 : This module will use a fast implementation whenever available. The `xml.etree.cElementTree` module is deprecated.

Avertissement : The *`xml.etree.ElementTree`* module is not secure against maliciously constructed data. If you need to parse untrusted or unauthenticated data see *Vulnérabilités XML*.

21.5.1 Tutoriel

This is a short tutorial for using *`xml.etree.ElementTree`* (`ET` in short). The goal is to demonstrate some of the building blocks and basic concepts of the module.

XML tree and elements

XML is an inherently hierarchical data format, and the most natural way to represent it is with a tree. `ET` has two classes for this purpose - *`ElementTree`* represents the whole XML document as a tree, and *`Element`* represents a single node in this tree. Interactions with the whole document (reading and writing to/from files) are usually done on the *`ElementTree`* level. Interactions with a single XML element and its sub-elements are done on the *`Element`* level.

Parsing XML

We'll be using the following XML document as the sample data for this section :

```
<?xml version="1.0"?>
<data>
    <country name="Liechtenstein">
        <rank>1</rank>
        <year>2008</year>
        <gdppc>141100</gdppc>
        <neighbor name="Austria" direction="E"/>
        <neighbor name="Switzerland" direction="W"/>
    </country>
    <country name="Singapore">
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
        <rank>4</rank>
        <year>2011</year>
        <gdppc>59900</gdppc>
        <neighbor name="Malaysia" direction="N"/>
    </country>
    <country name="Panama">
        <rank>68</rank>
        <year>2011</year>
        <gdppc>13600</gdppc>
        <neighbor name="Costa Rica" direction="W"/>
        <neighbor name="Colombia" direction="E"/>
    </country>
</data>
```

We can import this data by reading from a file :

```
import xml.etree.ElementTree as ET
tree = ET.parse('country_data.xml')
root = tree.getroot()
```

Or directly from a string :

```
root = ET.fromstring(country_data_as_string)
```

fromstring() parses XML from a string directly into an *Element*, which is the root element of the parsed tree. Other parsing functions may create an *ElementTree*. Check the documentation to be sure.

As an *Element*, `root` has a tag and a dictionary of attributes :

```
>>> root.tag
'data'
>>> root.attrib
{}
```

It also has children nodes over which we can iterate :

```
>>> for child in root:
...     print(child.tag, child.attrib)
...
country {'name': 'Liechtenstein'}
country {'name': 'Singapore'}
country {'name': 'Panama'}
```

Children are nested, and we can access specific child nodes by index :

```
>>> root[0][1].text
'2008'
```

Note : Not all elements of the XML input will end up as elements of the parsed tree. Currently, this module skips over any XML comments, processing instructions, and document type declarations in the input. Nevertheless, trees built using this module's API rather than parsing from XML text can have comments and processing instructions in them ; they will be included when generating XML output. A document type declaration may be accessed by passing a custom *TreeBuilder* instance to the *XMLParser* constructor.

Pull API for non-blocking parsing

Most parsing functions provided by this module require the whole document to be read at once before returning any result. It is possible to use an *XMLParser* and feed data into it incrementally, but it is a push API that calls methods on a callback target, which is too low-level and inconvenient for most needs. Sometimes what the user really wants is to be able to parse XML incrementally, without blocking operations, while enjoying the convenience of fully constructed *Element* objects.

The most powerful tool for doing this is *XMLPullParser*. It does not require a blocking read to obtain the XML data, and is instead fed with data incrementally with *XMLPullParser.feed()* calls. To get the parsed XML elements, call *XMLPullParser.read_events()*. Here is an example :

```
>>> parser = ET.XMLPullParser(['start', 'end'])
>>> parser.feed('<mytag>sometext')
>>> list(parser.read_events())
[('start', <Element 'mytag' at 0x7fa66db2be58>)]
>>> parser.feed(' more text</mytag>')
>>> for event, elem in parser.read_events():
...     print(event)
...     print(elem.tag, 'text=', elem.text)
...
end
```

The obvious use case is applications that operate in a non-blocking fashion where the XML data is being received from a socket or read incrementally from some storage device. In such cases, blocking reads are unacceptable.

Because it's so flexible, *XMLPullParser* can be inconvenient to use for simpler use-cases. If you don't mind your application blocking on reading XML data but would still like to have incremental parsing capabilities, take a look at *iterparse()*. It can be useful when you're reading a large XML document and don't want to hold it wholly in memory.

Finding interesting elements

Element has some useful methods that help iterate recursively over all the sub-tree below it (its children, their children, and so on). For example, *Element.iter()* :

```
>>> for neighbor in root.iter('neighbor'):
...     print(neighbor.attrib)
...
{'name': 'Austria', 'direction': 'E'}
{'name': 'Switzerland', 'direction': 'W'}
{'name': 'Malaysia', 'direction': 'N'}
{'name': 'Costa Rica', 'direction': 'W'}
{'name': 'Colombia', 'direction': 'E'}
```

Element.findall() finds only elements with a tag which are direct children of the current element. *Element.find()* finds the *first* child with a particular tag, and *Element.text* accesses the element's text content. *Element.get()* accesses the element's attributes :

```
>>> for country in root.findall('country'):
...     rank = country.find('rank').text
...     name = country.get('name')
...     print(name, rank)
...
Liechtenstein 1
Singapore 4
Panama 68
```

More sophisticated specification of which elements to look for is possible by using *XPath*.

Modifying an XML File

ElementTree provides a simple way to build XML documents and write them to files. The *ElementTree.write()* method serves this purpose.

Once created, an *Element* object may be manipulated by directly changing its fields (such as *Element.text*), adding and modifying attributes (*Element.set()* method), as well as adding new children (for example with *Element.append()*).

Let's say we want to add one to each country's rank, and add an `updated` attribute to the rank element :

```
>>> for rank in root.iter('rank'):
...     new_rank = int(rank.text) + 1
...     rank.text = str(new_rank)
...     rank.set('updated', 'yes')
...
>>> tree.write('output.xml')
```

Our XML now looks like this :

```
<?xml version="1.0"?>
<data>
    <country name="Liechtenstein">
        <rank updated="yes">2</rank>
        <year>2008</year>
        <gdppc>141100</gdppc>
        <neighbor name="Austria" direction="E"/>
        <neighbor name="Switzerland" direction="W"/>
    </country>
    <country name="Singapore">
        <rank updated="yes">5</rank>
        <year>2011</year>
        <gdppc>59900</gdppc>
        <neighbor name="Malaysia" direction="N"/>
    </country>
    <country name="Panama">
        <rank updated="yes">69</rank>
        <year>2011</year>
        <gdppc>13600</gdppc>
        <neighbor name="Costa Rica" direction="W"/>
        <neighbor name="Colombia" direction="E"/>
    </country>
</data>
```

We can remove elements using *Element.remove()*. Let's say we want to remove all countries with a rank higher than 50 :

```
>>> for country in root.findall('country'):
...     rank = int(country.find('rank').text)
...     if rank > 50:
...         root.remove(country)
...
>>> tree.write('output.xml')
```

Our XML now looks like this :

```
<?xml version="1.0"?>
<data>
    <country name="Liechtenstein">
        <rank updated="yes">2</rank>
        <year>2008</year>
        <gdppc>141100</gdppc>
        <neighbor name="Austria" direction="E"/>
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
        <neighbor name="Switzerland" direction="W"/>
    </country>
    <country name="Singapore">
        <rank updated="yes">5</rank>
        <year>2011</year>
        <gdppc>59900</gdppc>
        <neighbor name="Malaysia" direction="N"/>
    </country>
</data>
```

Building XML documents

The *SubElement()* function also provides a convenient way to create new sub-elements for a given element :

```
>>> a = ET.Element('a')
>>> b = ET.SubElement(a, 'b')
>>> c = ET.SubElement(a, 'c')
>>> d = ET.SubElement(c, 'd')
>>> ET.dump(a)
<a><b /><c><d /></c></a>
```

Parsing XML with Namespaces

If the XML input has namespaces, tags and attributes with prefixes in the form `prefix:sometag` get expanded to `{uri}sometag` where the *prefix* is replaced by the full *URI*. Also, if there is a default namespace, that full URI gets prepended to all of the non-prefixed tags.

Here is an XML example that incorporates two namespaces, one with the prefix "fictional" and the other serving as the default namespace :

```
<?xml version="1.0"?>
<actors xmlns:fictional="http://characters.example.com"
        xmlns="http://people.example.com">
    <actor>
        <name>John Cleese</name>
        <fictional:character>Lancelot</fictional:character>
        <fictional:character>Archie Leach</fictional:character>
    </actor>
    <actor>
        <name>Eric Idle</name>
        <fictional:character>Sir Robin</fictional:character>
        <fictional:character>Gunther</fictional:character>
        <fictional:character>Commander Clement</fictional:character>
    </actor>
</actors>
```

One way to search and explore this XML example is to manually add the URI to every tag or attribute in the xpath of a *find()* or *findall()* :

```
root = fromstring(xml_text)
for actor in root.findall('{http://people.example.com}actor'):
    name = actor.find('{http://people.example.com}name')
    print(name.text)
    for char in actor.findall('{http://characters.example.com}character'):
        print(' |-->', char.text)
```

A better way to search the namespaced XML example is to create a dictionary with your own prefixes and use those in the search functions :

```
ns = {'real_person': 'http://people.example.com',
      'role': 'http://characters.example.com'}

for actor in root.findall('real_person:actor', ns):
    name = actor.find('real_person:name', ns)
    print(name.text)
    for char in actor.findall('role:character', ns):
        print(' |-->', char.text)
```

These two approaches both output :

```
John Cleese
 |--> Lancelot
 |--> Archie Leach
Eric Idle
 |--> Sir Robin
 |--> Gunther
 |--> Commander Clement
```

Additional resources

See http://effbot.org/zone/element-index.htm for tutorials and links to other docs.

21.5.2 XPath support

This module provides limited support for XPath expressions for locating elements in a tree. The goal is to support a small subset of the abbreviated syntax ; a full XPath engine is outside the scope of the module.

Exemple

Here's an example that demonstrates some of the XPath capabilities of the module. We'll be using the `countrydata` XML document from the *Parsing XML* section :

```
import xml.etree.ElementTree as ET

root = ET.fromstring(countrydata)

# Top-level elements
root.findall(".")

# All 'neighbor' grand-children of 'country' children of the top-level
# elements
root.findall("./country/neighbor")

# Nodes with name='Singapore' that have a 'year' child
root.findall(".//year/..[@name='Singapore']")

# 'year' nodes that are children of nodes with name='Singapore'
root.findall(".//*[@name='Singapore']/year")

# All 'neighbor' nodes that are the second child of their parent
root.findall(".//neighbor[2]")
```

Supported XPath syntax

Syntaxe	Signification
`tag`	Selects all child elements with the given tag. For example, `spam` selects all child elements named `spam`, and `spam/egg` selects all grandchildren named `egg` in all children named `spam`.
`*`	Selects all child elements. For example, `*/egg` selects all grandchildren named `egg`.
`.`	Selects the current node. This is mostly useful at the beginning of the path, to indicate that it's a relative path.
`//`	Selects all subelements, on all levels beneath the current element. For example, `.//egg` selects all `egg` elements in the entire tree.
`..`	Selects the parent element. Returns `None` if the path attempts to reach the ancestors of the start element (the element `find` was called on).
`[@attrib]`	Selects all elements that have the given attribute.
`[@attrib='value']`	Selects all elements for which the given attribute has the given value. The value cannot contain quotes.
`[tag]`	Selects all elements that have a child named `tag`. Only immediate children are supported.
`[.='text']`	Selects all elements whose complete text content, including descendants, equals the given `text`. Nouveau dans la version 3.7.
`[tag='text']`	Selects all elements that have a child named `tag` whose complete text content, including descendants, equals the given `text`.
`[position]`	Selects all elements that are located at the given position. The position can be either an integer (1 is the first position), the expression `last()` (for the last position), or a position relative to the last position (e.g. `last()-1`).

Predicates (expressions within square brackets) must be preceded by a tag name, an asterisk, or another predicate. `position` predicates must be preceded by a tag name.

21.5.3 Référence

Fonctions

`xml.etree.ElementTree.`**`Comment`**(*text=None*)
Comment element factory. This factory function creates a special element that will be serialized as an XML comment by the standard serializer. The comment string can be either a bytestring or a Unicode string. *text* is a string containing the comment string. Returns an element instance representing a comment.

Note that *XMLParser* skips over comments in the input instead of creating comment objects for them. An *ElementTree* will only contain comment nodes if they have been inserted into to the tree using one of the *Element* methods.

`xml.etree.ElementTree.`**`dump`**(*elem*)
Writes an element tree or element structure to sys.stdout. This function should be used for debugging only.

The exact output format is implementation dependent. In this version, it's written as an ordinary XML file.

elem is an element tree or an individual element.

`xml.etree.ElementTree.`**`fromstring`**(*text*, *parser=None*)
Parses an XML section from a string constant. Same as *XML()*. *text* is a string containing XML data. *parser* is an optional parser instance. If not given, the standard *XMLParser* parser is used. Returns an *Element* instance.

`xml.etree.ElementTree.`**`fromstringlist`**(*sequence*, *parser=None*)
Parses an XML document from a sequence of string fragments. *sequence* is a list or other sequence containing XML data fragments. *parser* is an optional parser instance. If not given, the standard *XMLParser* parser is used. Returns an *Element* instance.

Nouveau dans la version 3.2.

xml.etree.ElementTree.**iselement**(*element*)
Check if an object appears to be a valid element object. *element* is an element instance. Return `True` if this is an element object.

xml.etree.ElementTree.**iterparse**(*source*, *events=None*, *parser=None*)
Parses an XML section into an element tree incrementally, and reports what's going on to the user. *source* is a filename or *file object* containing XML data. *events* is a sequence of events to report back. The supported events are the strings `"start"`, `"end"`, `"start-ns"` and `"end-ns"` (the "ns" events are used to get detailed namespace information). If *events* is omitted, only `"end"` events are reported. *parser* is an optional parser instance. If not given, the standard `XMLParser` parser is used. *parser* must be a subclass of `XMLParser` and can only use the default `TreeBuilder` as a target. Returns an *iterator* providing `(event, elem)` pairs.

Note that while `iterparse()` builds the tree incrementally, it issues blocking reads on *source* (or the file it names). As such, it's unsuitable for applications where blocking reads can't be made. For fully non-blocking parsing, see `XMLPullParser`.

Note : `iterparse()` only guarantees that it has seen the ">" character of a starting tag when it emits a "start" event, so the attributes are defined, but the contents of the text and tail attributes are undefined at that point. The same applies to the element children ; they may or may not be present.

If you need a fully populated element, look for "end" events instead.

Obsolète depuis la version 3.4 : The *parser* argument.

xml.etree.ElementTree.**parse**(*source*, *parser=None*)
Parses an XML section into an element tree. *source* is a filename or file object containing XML data. *parser* is an optional parser instance. If not given, the standard `XMLParser` parser is used. Returns an `ElementTree` instance.

xml.etree.ElementTree.**ProcessingInstruction**(*target*, *text=None*)
PI element factory. This factory function creates a special element that will be serialized as an XML processing instruction. *target* is a string containing the PI target. *text* is a string containing the PI contents, if given. Returns an element instance, representing a processing instruction.

Note that `XMLParser` skips over processing instructions in the input instead of creating comment objects for them. An `ElementTree` will only contain processing instruction nodes if they have been inserted into to the tree using one of the `Element` methods.

xml.etree.ElementTree.**register_namespace**(*prefix*, *uri*)
Registers a namespace prefix. The registry is global, and any existing mapping for either the given prefix or the namespace URI will be removed. *prefix* is a namespace prefix. *uri* is a namespace uri. Tags and attributes in this namespace will be serialized with the given prefix, if at all possible.

Nouveau dans la version 3.2.

xml.etree.ElementTree.**SubElement**(*parent*, *tag*, *attrib={}*, ***extra*)
Subelement factory. This function creates an element instance, and appends it to an existing element.

The element name, attribute names, and attribute values can be either bytestrings or Unicode strings. *parent* is the parent element. *tag* is the subelement name. *attrib* is an optional dictionary, containing element attributes. *extra* contains additional attributes, given as keyword arguments. Returns an element instance.

xml.etree.ElementTree.**tostring**(*element*, *encoding="us-ascii"*, *method="xml"*, ***, *short_empty_elements=True*)
Generates a string representation of an XML element, including all subelements. *element* is an `Element` instance. *encoding* [1] is the output encoding (default is US-ASCII). Use `encoding="unicode"` to generate a Unicode string (otherwise, a bytestring is generated). *method* is either `"xml"`, `"html"` or `"text"` (default is `"xml"`). *short_empty_elements* has the same meaning as in `ElementTree.write()`. Returns an (optionally) encoded string containing the XML data.

Nouveau dans la version 3.4 : Le paramètre *short_empty_elements*.

1. The encoding string included in XML output should conform to the appropriate standards. For example, "UTF-8" is valid, but "UTF8" is not. See https://www.w3.org/TR/2006/REC-xml11-20060816/#NT-EncodingDecl and https://www.iana.org/assignments/character-sets/character-sets.xhtml.

xml.etree.ElementTree.**tostringlist**(*element*, *encoding="us-ascii"*, *method="xml"*, *, *short_empty_elements=True*)

Generates a string representation of an XML element, including all subelements. *element* is an *Element* instance. *encoding*[1] is the output encoding (default is US-ASCII). Use `encoding="unicode"` to generate a Unicode string (otherwise, a bytestring is generated). *method* is either `"xml"`, `"html"` or `"text"` (default is `"xml"`). *short_empty_elements* has the same meaning as in *ElementTree.write()*. Returns a list of (optionally) encoded strings containing the XML data. It does not guarantee any specific sequence, except that `b"".join(tostringlist(element)) == tostring(element)`.

Nouveau dans la version 3.2.

Nouveau dans la version 3.4 : Le paramètre *short_empty_elements*.

xml.etree.ElementTree.**XML**(*text*, *parser=None*)

Parses an XML section from a string constant. This function can be used to embed "XML literals" in Python code. *text* is a string containing XML data. *parser* is an optional parser instance. If not given, the standard *XMLParser* parser is used. Returns an *Element* instance.

xml.etree.ElementTree.**XMLID**(*text*, *parser=None*)

Parses an XML section from a string constant, and also returns a dictionary which maps from element id :s to elements. *text* is a string containing XML data. *parser* is an optional parser instance. If not given, the standard *XMLParser* parser is used. Returns a tuple containing an *Element* instance and a dictionary.

21.5.4 XInclude support

This module provides limited support for XInclude directives, via the `xml.etree.ElementInclude` helper module. This module can be used to insert subtrees and text strings into element trees, based on information in the tree.

Exemple

Here's an example that demonstrates use of the XInclude module. To include an XML document in the current document, use the `{http://www.w3.org/2001/XInclude}include` element and set the **parse** attribute to `"xml"`, and use the **href** attribute to specify the document to include.

```
<?xml version="1.0"?>
<document xmlns:xi="http://www.w3.org/2001/XInclude">
  <xi:include href="source.xml" parse="xml" />
</document>
```

By default, the **href** attribute is treated as a file name. You can use custom loaders to override this behaviour. Also note that the standard helper does not support XPointer syntax.

To process this file, load it as usual, and pass the root element to the *xml.etree.ElementTree* module :

```
from xml.etree import ElementTree, ElementInclude

tree = ElementTree.parse("document.xml")
root = tree.getroot()

ElementInclude.include(root)
```

The ElementInclude module replaces the `{http://www.w3.org/2001/XInclude}include` element with the root element from the **source.xml** document. The result might look something like this :

```
<document xmlns:xi="http://www.w3.org/2001/XInclude">
  <para>This is a paragraph.</para>
</document>
```

If the **parse** attribute is omitted, it defaults to "xml". The href attribute is required.

To include a text document, use the `{http://www.w3.org/2001/XInclude}include` element, and set the **parse** attribute to "text" :

```
<?xml version="1.0"?>
<document xmlns:xi="http://www.w3.org/2001/XInclude">
  Copyright (c) <xi:include href="year.txt" parse="text" />.
</document>
```

The result might look something like :

```
<document xmlns:xi="http://www.w3.org/2001/XInclude">
  Copyright (c) 2003.
</document>
```

21.5.5 Référence

Fonctions

`xml.etree.ElementInclude.`**`default_loader`**(*href*, *parse*, *encoding=None*)

Default loader. This default loader reads an included resource from disk. *href* is a URL. *parse* is for parse mode either "xml" or "text". *encoding* is an optional text encoding. If not given, encoding is `utf-8`. Returns the expanded resource. If the parse mode is `"xml"`, this is an ElementTree instance. If the parse mode is "text", this is a Unicode string. If the loader fails, it can return None or raise an exception.

`xml.etree.ElementInclude.`**`include`**(*elem*, *loader=None*)

This function expands XInclude directives. *elem* is the root element. *loader* is an optional resource loader. If omitted, it defaults to *`default_loader()`*. If given, it should be a callable that implements the same interface as *`default_loader()`*. Returns the expanded resource. If the parse mode is `"xml"`, this is an ElementTree instance. If the parse mode is "text", this is a Unicode string. If the loader fails, it can return None or raise an exception.

Objets Elements

`class` `xml.etree.ElementTree.`**`Element`**(*tag*, *attrib={}*, ***extra*)

Element class. This class defines the Element interface, and provides a reference implementation of this interface.

The element name, attribute names, and attribute values can be either bytestrings or Unicode strings. *tag* is the element name. *attrib* is an optional dictionary, containing element attributes. *extra* contains additional attributes, given as keyword arguments.

`tag`

A string identifying what kind of data this element represents (the element type, in other words).

`text`

`tail`

These attributes can be used to hold additional data associated with the element. Their values are usually strings but may be any application-specific object. If the element is created from an XML file, the *text* attribute holds either the text between the element's start tag and its first child or end tag, or `None`, and the *tail* attribute holds either the text between the element's end tag and the next tag, or `None`. For the XML data

```
<a><b>1<c>2<d/>3</c></b>4</a>
```

the *a* element has `None` for both *text* and *tail* attributes, the *b* element has *text* `"1"` and *tail* `"4"`, the *c* element has *text* `"2"` and *tail* `None`, and the *d* element has *text* `None` and *tail* `"3"`.

To collect the inner text of an element, see *`itertext()`*, for example `"".join(element.itertext())`.

Applications may store arbitrary objects in these attributes.

attrib
A dictionary containing the element's attributes. Note that while the *attrib* value is always a real mutable Python dictionary, an ElementTree implementation may choose to use another internal representation, and create the dictionary only if someone asks for it. To take advantage of such implementations, use the dictionary methods below whenever possible.

The following dictionary-like methods work on the element attributes.

clear()
Resets an element. This function removes all subelements, clears all attributes, and sets the text and tail attributes to `None`.

get(*key*, *default=None*)
Gets the element attribute named *key*.

Returns the attribute value, or *default* if the attribute was not found.

items()
Returns the element attributes as a sequence of (name, value) pairs. The attributes are returned in an arbitrary order.

keys()
Returns the elements attribute names as a list. The names are returned in an arbitrary order.

set(*key*, *value*)
Set the attribute *key* on the element to *value*.

The following methods work on the element's children (subelements).

append(*subelement*)
Adds the element *subelement* to the end of this element's internal list of subelements. Raises `TypeError` if *subelement* is not an `Element`.

extend(*subelements*)
Appends *subelements* from a sequence object with zero or more elements. Raises `TypeError` if a subelement is not an `Element`.

Nouveau dans la version 3.2.

find(*match*, *namespaces=None*)
Finds the first subelement matching *match*. *match* may be a tag name or a *path*. Returns an element instance or `None`. *namespaces* is an optional mapping from namespace prefix to full name.

findall(*match*, *namespaces=None*)
Finds all matching subelements, by tag name or *path*. Returns a list containing all matching elements in document order. *namespaces* is an optional mapping from namespace prefix to full name.

findtext(*match*, *default=None*, *namespaces=None*)
Finds text for the first subelement matching *match*. *match* may be a tag name or a *path*. Returns the text content of the first matching element, or *default* if no element was found. Note that if the matching element has no text content an empty string is returned. *namespaces* is an optional mapping from namespace prefix to full name.

getchildren()
Obsolète depuis la version 3.2 : Use `list(elem)` or iteration.

getiterator(*tag=None*)
Obsolète depuis la version 3.2 : Use method `Element.iter()` instead.

insert(*index*, *subelement*)
Inserts *subelement* at the given position in this element. Raises `TypeError` if *subelement* is not an `Element`.

iter(*tag=None*)
Creates a tree *iterator* with the current element as the root. The iterator iterates over this element and all elements below it, in document (depth first) order. If *tag* is not `None` or `'*'`, only elements whose tag equals *tag* are returned from the iterator. If the tree structure is modified during iteration, the result is undefined.

Nouveau dans la version 3.2.

iterfind(*match*, *namespaces=None*)
Finds all matching subelements, by tag name or *path*. Returns an iterable yielding all matching elements in document order. *namespaces* is an optional mapping from namespace prefix to full name.

Nouveau dans la version 3.2.

itertext()
Creates a text iterator. The iterator loops over this element and all subelements, in document order, and returns all inner text.

Nouveau dans la version 3.2.

makeelement(*tag*, *attrib*)
Creates a new element object of the same type as this element. Do not call this method, use the *SubElement()* factory function instead.

remove(*subelement*)
Removes *subelement* from the element. Unlike the find* methods this method compares elements based on the instance identity, not on tag value or contents.

Element objects also support the following sequence type methods for working with subelements : `__delitem__()`, `__getitem__()`, `__setitem__()`, `__len__()`.

Caution : Elements with no subelements will test as `False`. This behavior will change in future versions. Use specific `len(elem)` or `elem is None` test instead.

```
element = root.find('foo')

if not element:  # careful!
    print("element not found, or element has no subelements")

if element is None:
    print("element not found")
```

ElementTree Objects

class xml.etree.ElementTree.**ElementTree**(*element=None*, *file=None*)
ElementTree wrapper class. This class represents an entire element hierarchy, and adds some extra support for serialization to and from standard XML.

element is the root element. The tree is initialized with the contents of the XML *file* if given.

_setroot(*element*)
Replaces the root element for this tree. This discards the current contents of the tree, and replaces it with the given element. Use with care. *element* is an element instance.

find(*match*, *namespaces=None*)
Same as *Element.find()*, starting at the root of the tree.

findall(*match*, *namespaces=None*)
Same as *Element.findall()*, starting at the root of the tree.

findtext(*match*, *default=None*, *namespaces=None*)
Same as *Element.findtext()*, starting at the root of the tree.

getiterator(*tag=None*)
Obsolète depuis la version 3.2 : Use method *ElementTree.iter()* instead.

getroot()
Returns the root element for this tree.

iter(*tag=None*)
Creates and returns a tree iterator for the root element. The iterator loops over all elements in this tree, in section order. *tag* is the tag to look for (default is to return all elements).

iterfind(*match*, *namespaces=None*)
Same as *Element.iterfind()*, starting at the root of the tree.

Nouveau dans la version 3.2.

parse(*source*, *parser=None*)
Loads an external XML section into this element tree. *source* is a file name or *file object*. *parser* is an optional parser instance. If not given, the standard *XMLParser* parser is used. Returns the section root element.

write(*file*, *encoding="us-ascii"*, *xml_declaration=None*, *default_namespace=None*, *method="xml"*, ***, *short_empty_elements=True*)
Writes the element tree to a file, as XML. *file* is a file name, or a *file object* opened for writing. *encoding*[1]

is the output encoding (default is US-ASCII). *xml_declaration* controls if an XML declaration should be added to the file. Use `False` for never, `True` for always, `None` for only if not US-ASCII or UTF-8 or Unicode (default is `None`). *default_namespace* sets the default XML namespace (for "xmlns"). *method* is either `"xml"`, `"html"` or `"text"` (default is `"xml"`). The keyword-only *short_empty_elements* parameter controls the formatting of elements that contain no content. If `True` (the default), they are emitted as a single self-closed tag, otherwise they are emitted as a pair of start/end tags.

The output is either a string (*str*) or binary (*bytes*). This is controlled by the *encoding* argument. If *encoding* is `"unicode"`, the output is a string; otherwise, it's binary. Note that this may conflict with the type of *file* if it's an open *file object*; make sure you do not try to write a string to a binary stream and vice versa.

Nouveau dans la version 3.4 : Le paramètre *short_empty_elements*.

This is the XML file that is going to be manipulated :

```
<html>
    <head>
        <title>Example page</title>
    </head>
    <body>
        <p>Moved to <a href="http://example.org/">example.org</a>
        or <a href="http://example.com/">example.com</a>.</p>
    </body>
</html>
```

Example of changing the attribute "target" of every link in first paragraph :

```
>>> from xml.etree.ElementTree import ElementTree
>>> tree = ElementTree()
>>> tree.parse("index.xhtml")
<Element 'html' at 0xb77e6fac>
>>> p = tree.find("body/p")      # Finds first occurrence of tag p in body
>>> p
<Element 'p' at 0xb77ec26c>
>>> links = list(p.iter("a"))    # Returns list of all links
>>> links
[<Element 'a' at 0xb77ec2ac>, <Element 'a' at 0xb77ec1cc>]
>>> for i in links:              # Iterates through all found links
...     i.attrib["target"] = "blank"
>>> tree.write("output.xhtml")
```

QName Objects

class xml.etree.ElementTree.**QName**(*text_or_uri*, *tag=None*)

QName wrapper. This can be used to wrap a QName attribute value, in order to get proper namespace handling on output. *text_or_uri* is a string containing the QName value, in the form {uri}local, or, if the tag argument is given, the URI part of a QName. If *tag* is given, the first argument is interpreted as a URI, and this argument is interpreted as a local name. *QName* instances are opaque.

TreeBuilder Objects

class xml.etree.ElementTree.**TreeBuilder**(*element_factory=None*)

Generic element structure builder. This builder converts a sequence of start, data, and end method calls to a well-formed element structure. You can use this class to build an element structure using a custom XML parser, or a parser for some other XML-like format. *element_factory*, when given, must be a callable accepting two positional arguments : a tag and a dict of attributes. It is expected to return a new element instance.

close()

Flushes the builder buffers, and returns the toplevel document element. Returns an *Element* instance.

data(*data*)

Adds text to the current element. *data* is a string. This should be either a bytestring, or a Unicode string.

end(*tag*)
Closes the current element. *tag* is the element name. Returns the closed element.

start(*tag*, *attrs*)
Opens a new element. *tag* is the element name. *attrs* is a dictionary containing element attributes. Returns the opened element.

In addition, a custom `TreeBuilder` object can provide the following method :

doctype(*name*, *pubid*, *system*)
Handles a doctype declaration. *name* is the doctype name. *pubid* is the public identifier. *system* is the system identifier. This method does not exist on the default `TreeBuilder` class.
Nouveau dans la version 3.2.

XMLParser Objects

class xml.etree.ElementTree.**XMLParser**(*html=0*, *target=None*, *encoding=None*)
This class is the low-level building block of the module. It uses `xml.parsers.expat` for efficient, event-based parsing of XML. It can be fed XML data incrementally with the `feed()` method, and parsing events are translated to a push API - by invoking callbacks on the *target* object. If *target* is omitted, the standard `TreeBuilder` is used. The *html* argument was historically used for backwards compatibility and is now deprecated. If *encoding*[1] is given, the value overrides the encoding specified in the XML file.
Obsolète depuis la version 3.4 : The *html* argument. The remaining arguments should be passed via keyword to prepare for the removal of the *html* argument.

close()
Finishes feeding data to the parser. Returns the result of calling the `close()` method of the *target* passed during construction ; by default, this is the toplevel document element.

doctype(*name*, *pubid*, *system*)
Obsolète depuis la version 3.2 : Define the `TreeBuilder.doctype()` method on a custom TreeBuilder target.

feed(*data*)
Feeds data to the parser. *data* is encoded data.

`XMLParser.feed()` calls *target*'s `start(tag, attrs_dict)` method for each opening tag, its `end(tag)` method for each closing tag, and data is processed by method `data(data)`. `XMLParser.close()` calls *target*'s method `close()`. `XMLParser` can be used not only for building a tree structure. This is an example of counting the maximum depth of an XML file :

```
>>> from xml.etree.ElementTree import XMLParser
>>> class MaxDepth:                     # The target object of the parser
...     maxDepth = 0
...     depth = 0
...     def start(self, tag, attrib):   # Called for each opening tag.
...         self.depth += 1
...         if self.depth > self.maxDepth:
...             self.maxDepth = self.depth
...     def end(self, tag):             # Called for each closing tag.
...         self.depth -= 1
...     def data(self, data):
...         pass            # We do not need to do anything with data.
...     def close(self):    # Called when all data has been parsed.
...         return self.maxDepth
...
>>> target = MaxDepth()
>>> parser = XMLParser(target=target)
>>> exampleXml = """
... <a>
...   <b>
...   </b>
...   <b>
...     <c>
...       <d>
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
...         </d>
...       </c>
...     </b>
... </a>"""
>>> parser.feed(exampleXml)
>>> parser.close()
4
```

XMLPullParser Objects

class xml.etree.ElementTree.**XMLPullParser**(*events=None*)

A pull parser suitable for non-blocking applications. Its input-side API is similar to that of *XMLParser*, but instead of pushing calls to a callback target, *XMLPullParser* collects an internal list of parsing events and lets the user read from it. *events* is a sequence of events to report back. The supported events are the strings `"start"`, `"end"`, `"start-ns"` and `"end-ns"` (the "ns" events are used to get detailed namespace information). If *events* is omitted, only `"end"` events are reported.

feed(*data*)

Feed the given bytes data to the parser.

close()

Signal the parser that the data stream is terminated. Unlike *XMLParser.close()*, this method always returns *None*. Any events not yet retrieved when the parser is closed can still be read with *read_events()*.

read_events()

Return an iterator over the events which have been encountered in the data fed to the parser. The iterator yields `(event, elem)` pairs, where *event* is a string representing the type of event (e.g. `"end"`) and *elem* is the encountered *Element* object.

Events provided in a previous call to *read_events()* will not be yielded again. Events are consumed from the internal queue only when they are retrieved from the iterator, so multiple readers iterating in parallel over iterators obtained from *read_events()* will have unpredictable results.

Note : *XMLPullParser* only guarantees that it has seen the ">" character of a starting tag when it emits a "start" event, so the attributes are defined, but the contents of the text and tail attributes are undefined at that point. The same applies to the element children ; they may or may not be present.

If you need a fully populated element, look for "end" events instead.

Nouveau dans la version 3.4.

Exceptions

class xml.etree.ElementTree.**ParseError**

XML parse error, raised by the various parsing methods in this module when parsing fails. The string representation of an instance of this exception will contain a user-friendly error message. In addition, it will have the following attributes available :

code

A numeric error code from the expat parser. See the documentation of *xml.parsers.expat* for the list of error codes and their meanings.

position

A tuple of *line*, *column* numbers, specifying where the error occurred.

Notes

21.6 xml.dom — L'API Document Object Model

Code source : Lib/xml/dom/__init__.py

Le Document Object Model, ou "DOM," est une API inter-langage du World Wide Web Consortium (*W3C*) pour accéder et modifier les documents XML. Une implémentation DOM présente le document XML comme un arbre ou autorise le code client à construire une telle structure depuis zéro. Il permet alors d'accéder à la structure à l'aide d'un ensemble d'objet qui fournissent des interfaces bien connues.

Le DOM est extrêmement utile pour les applications à accès aléatoire. SAX ne vous permet de visualiser qu'un seul morceau du document à la fois. Si vous regardez un élément SAX, vous n'avez pas accès à un autre. Si vous regardez un nœud de texte, vous n'avez pas accès à un élément parent. Lorsque vous écrivez une application SAX, vous devez suivre la position de votre programme dans le document quelque part dans votre propre code. SAX ne le fait pas pour vous. De plus, si vous devez examiner un nœud plus lus loin dans le document XML, vous n'avez pas de chance.

Il est tout simplement impossible d'implémenter certains algorithmes avec un modèle évènementiel, sans un accès à un arbre. Bien sûr, vous pourriez construire vous même un arbre à partir des événements SAX mais DOM vous permet d'éviter d'écrire ce code. Le DOM est représentation standard en arbre pour des données XML.

Le DOM (Document Object Model) est défini par le *W3C* en étapes ou *"levels"* (niveaux) selon leur terminologie. Le couplage de l'API de Python est essentiellement basée sur la recommandation DOM Level 2.

Typiquement, les applications DOM commencent par analyser du XML dans du DOM. Comment cela doit être exposé n'est absolument pas décrit par DOM Level 1 et Level 2 ne fournit que des améliorations limités. Il existe une classe `DOMImplementation` qui fournit un accès à des méthodes de création de `Document` mais il n'y a pas de moyen d'accéder à un lecteur/analyseur/constructeur de *document* de façon indépendante de l'implémentation. Il n'est pas également très bien définis comment accéder à ces méthodes sans un objet `Document`. En Python, chaque implémentation fournira une fonction *`getDOMImplementation()`* . DOM Level 3 ajoute une spécification *Load/Store* (charge/stocke) qui définie une interface pour le lecteur mais qui n'est pas disponible dans la bibliothèque standard de Python.

Une fois que vous avez un objet document DOM, vous pouvez accéder aux parties de votre document XML à travers ses méthodes et propriétés. Ces propriétés sont définis dans les spécifications DOM ; cette portion du manuel de références décrit l'interprétation des ces spécifications en Python.

Les spécifications fournies par le *W3C* définissent les API DOM pour Java, ECMAScript, et OMG IDL. Les correspondances de Python définies ici sont basées pour une grande part sur la version IDL de la spécification mais une conformité stricte n'est pas requise (bien que ces implémentations soient libre d'implémenter le support strict des correspondances de IDL). Voir la section *Conformité* pour une discussion détaillée des pré-requis des correspondances.

Voir aussi :

Document Object Model (DOM) Level 2 Specification La recommandation *W3C* sur laquelle l'API DOM de Python est basée.

Spécification Level 1 Document Object Model (DOM) La recommandation du *W3C* pour le DOM supporté par *`xml.dom.minidom`*.

Python Language Mapping Specification Ceci spécifies les correspondances depuis OMG IDL vers Python.

21.6.1 Contenu du module

Le *xml.dom* contient les fonctions suivantes :

xml.dom.**registerDOMImplementation**(*name*, *factory*)
Enregistre la fonction *factory* avec le nom *name*. La fonction *factory* doit renvoyer un objet qui implémente l'interface de `DOMImplementation`. La fonction *factory* peut renvoyer le même objet à chaque fois ou un nouveau à chaque appel en accord avec les spécificités de l'implémentation (Par exemple si l'implémentation supporte certaines personnalisations).

xml.dom.**getDOMImplementation**(*name=None*, *features=()*)
Renvoie une implémentation DOM appropriée. Le *name* est soit connu, soit le nom du module d'une implémentation DOM, soit `None`. Si ce n'est pas `None`, le module correspondant est importé et retourne un objet `DOMImplementation` si l'importation réussit. Si Aucun *name* n'est donné et que la variable d'environnement `PYTHON_DOM` est positionnée, cette variable est utilisée pour trouver l'implémentation.

Si *name* n'est pas donné, la fonction examine les implémentations disponibles pour en trouver une avec l'ensemble des fonctionnalités requises. Si aucune implémentation n'est trouvée, une *ImportError* est levée. La liste de fonctionnalité doit être une séquence de paires `(feature, version)` qui est passée à la méthode `hasFeature()` disponible dans les objets `DOMImplementation`.

Quelques constantes pratiques sont également fournies :

xml.dom.**EMPTY_NAMESPACE**
La valeur utilisée pour indiquer qu'aucun espace de noms n'est associé à un nœud dans le DOM. Typiquement, ceci est trouvé comme `namespaceURI` dans un nœud ou utilisé comme le paramètre *namespaceURI* dans une méthode spécifique aux espaces de noms.

xml.dom.**XML_NAMESPACE**
L'URI de l'espace de noms associé avec le préfixe réservé `xml` comme défini par Namespaces in XML (section 4).

xml.dom.**XMLNS_NAMESPACE**
L'URI de l'espace de noms pour la déclaration des espaces de noms, tel que défini par Document Object Model (DOM) Level 2 Core Specification (section 1.1.8).

xml.dom.**XHTML_NAMESPACE**
L'URI de l'espace de noms XHTML tel que défini par XHTML 1.0 : The Extensible HyperText Markup Language (section 3.1.1).

Par ailleurs, *xml.dom* contient une classe de base `Node` et les exceptions de DOM. La classe `Node` fournie par ce module n'implémente aucune des méthodes ou des attributs définis par les spécifications DOM ; les implémentations concrètes des DOM doivent fournir les informations suivantes. La classe `Node` fournie part ce modules fournit les constantes utilisées pour l'attribut `nodeType` pour des objets concrets `Node` ; ils sont situés dans les classes plutôt qu'au niveau du module en accord avec les spécifications DOM.

21.6.2 Objets dans le DOM

La documentation finale pour le DOM est la spécification DOM du *W3C*.

Notez que les attributs DOM peuvent également être manipulés comme des nœuds au lieu de simples chaînes. Il est relativement rare que vous ayez besoin de faire cela, cependant, cet usage n'est pas encore documenté.

Interface	Section	Objectif
`DOMImplementation`	*Objets DOMImplementation*	Interface de l'implémentation sous-jacente.
`Node`	*Objets nœuds*	Interface de base pour la majorité des objets dans un document.
`NodeList`	*Objet NodeList*	Interface pour une séquence de nœuds.
`DocumentType`	*Objets DocumnentType*	Informations sur les déclarations nécessaires au traitement d'un document.
`Document`	*Objets Document*	Objet représentant un document entier.
`Element`	*Objets Elements*	Nœuds éléments dans la hiérarchie d'un document.
`Attr`	*Objets Attr*	Valeur des nœuds attributs sur dans des nœuds éléments.
`Comment`	*Objets Comment*	Représentation des commentaires dans le fichier source du document.
`Text`	*Objets Text et CDATASection*	Nœud contenant un contenu texte du document.
`ProcessingInstruction`	*Objets ProcessingInstruction*	Représentation des *Processing Instructions*.

Une Section additionnelle décrit les exceptions définis pour travailler avec le DOM en Python.

Objets DOMImplementation

L'interface `DOMImplementation` fournit un moyen pour les applications de déterminer la disponibilité de fonctionnalités particulières dans le DOM qu'elles utilisent. *DOM Level 2* ajoute la capacité de créer des nouveaux objets `Document` et `DocumentType` utilisant également `DOMImplementation`.

`DOMImplementation.`**`hasFeature`**(*feature*, *version*)
Return `True` if the feature identified by the pair of strings *feature* and *version* is implemented.

`DOMImplementation.`**`createDocument`**(*namespaceUri*, *qualifiedName*, *doctype*)
Renvoie un nouvel objet `Document` (la racine du DOM), avec un objet fils `Element` ayant les *namespaceUri* et *qualifiedName* passés en paramètre. Le *doctype* doit être un objet `DocumentType` créé par `createDocumentType()` ou `None`. Dans l'API DOM de Python, les deux premiers arguments peuvent également être à `None` de manière à indiquer qu'aucun enfant `Element` ne soit crée.

`DOMImplementation.`**`createDocumentType`**(*qualifiedName*, *publicId*, *systemId*)
Renvoie un nouvel objet `DocumentType` qui encapsule les chaînes *qualifiedName*, *publicId*, et *systemId* passées en paramètre représentant les informations contenues dans dans la déclaration du document XML.

Objets nœuds

Tous les composants d'un document XML sont des sous-classes de `Node`.

`Node.`**`nodeType`**
Un entier représentant le type de nœud. Pour l'objet `Node`, les constantes symboliques pour les types sont `ELEMENT_NODE`, `ATTRIBUTE_NODE`, `TEXT_NODE`, `CDATA_SECTION_NODE`, `ENTITY_NODE`, `PROCESSING_INSTRUCTION_NODE`, `COMMENT_NODE`, `DOCUMENT_NODE`, `DOCUMENT_TYPE_NODE`, `NOTATION_NODE`. Ceci est un attribut en lecture seule.

`Node.`**`parentNode`**
Le parent du nœud courant ou `None` dans le cas du nœud document. La valeur est toujours un objet `Node` ou `None`. Pour les nœuds `Element`, ce sera le parent de l'élément sauf si l'élément est la racine, dans ce cas ce sera l'objet `Document`. Pour les nœuds `Attr`, cela sera toujours `None`. Ceci est un attribut en lecture seule.

`Node.`**`attributes`**
Un objet `NamedNodeMap` d'objet attributs. Seulement les éléments ayant des valeurs seront listés, les autres renverront `None` pour cet attribut. Cet attribut est en lecture seule.

Node.**previousSibling**
Le nœud avec le même parent qui précède immédiatement le nœud courant. Par exemple, l'élément avec la balise fermente qui est juste avant la balise ouvrante de l'élément *self*. Naturellement, les documents XML sont fait de plus que juste des éléments ; donc le *previous sibling* peut être du texte, un commentaire ou autre chose. Si le nœud courant est le premier fils du parent, cet attribut vaudra `None`. Cet attribut est en lecture seule.

Node.**nextSibling**
Le nœud qui suit immédiatement le nœud courant dans le même parent. Voir également *previousSibling*. Si ce nœud est le dernier de son parent, alors l'attribut sera `None`. Cet attribut est en lecture seule.

Node.**childNodes**
Une liste de nœuds contenu dans le nœud courant. Cet attribut est en lecture seule.

Node.**firstChild**
S'il y a des fils, premier fils du nœud courant, sinon `None`. Cet attribut est en lecture seule.

Node.**lastChild**
S'il y a des fils, le dernier nœud fils du nœud courant. Sinon `None`. Cet attribut est en lecture seule.

Node.**localName**
S'il y a un *:*, contient la partie suivante de `tagName` ce *:* sinon la valeur complète de `tagName`. Cette valeur est une chaîne.

Node.**prefix**
La partie de `tagName` précédent le *:* s'il y en a un. sinon une chaîne vide. La valeur est une chaîne ou `None`.

Node.**namespaceURI**
L'espace de noms associé (*namespace* en anglais) au nom de l'élément. Cette valeur est une chaîne ou `None`. Cet attribut est en lecture seule.

Node.**nodeName**
L'attribut a un sens différent pour chaque type de nœud ; se reporter à la spécification DOM pour les détails. Vous obtiendrez toujours l'information que vous obtiendrez à l'aide d'une autre propriété comme `tagName` pour les éléments ou `name` pour les attributs. Pour tous les types de nœuds, la valeur sera soit une chaîne soit `None`. Cet attribut est en lecture seule.

Node.**nodeValue**
L'attribut a un sens différent pour chaque type de nœud ; se reporter à la spécification DOM pour les détails. La situation est similaire à *nodeName*. La valeur est une chaîne ou `None`.

Node.**hasAttributes**()
Return `True` if the node has any attributes.

Node.**hasChildNodes**()
Return `True` if the node has any child nodes.

Node.**isSameNode**(*other*)
Return `True` if *other* refers to the same node as this node. This is especially useful for DOM implementations which use any sort of proxy architecture (because more than one object can refer to the same node).

Note : Ceci est basé sur l'API proposé par * DOM Level 3* qui est toujours à l'étape "*working draft*" mais cette interface particulière ne parait pas controversée. Les changement du *W3C* n'affecteront pas nécessairement cette méthode dans l'interface DOM de Python. (bien que toute nouvelle API *W3C* à cet effet soit également supportée).

Node.**appendChild**(*newChild*)
Ajoute un nouveau nœud fils à ce nœud à la fin de la liste des fils renvoyant *newChild*. Si ce nœud est déjà dans l'arbre, il sera d'abord retiré.

Node.**insertBefore**(*newChild*, *refChild*)
Insère un nouveau nœud fils avant un fils existant. Il est impératif que *refChild* soit un fils du nœud, sinon *ValueError* sera levée. *newChild* est renvoyé. Si *refChild* est `None`, *newChild* est inséré à la fin de la liste des fils.

Node.**removeChild**(*oldChild*)
Retire un nœud fils. *oldChild* doit être un fils de ce nœud ; sinon *ValueError* sera levée. En cas de succès, *oldChild* est renvoyé. Si *oldChild* n'est plus utilisé, sa méthode unlink() doit être appelée.

Node.**replaceChild**(*newChild*, *oldChild*)
Remplace un nœud existant avec un nouveau. *oldChild* doit être un fils de ce nœud ; sinon *ValueError* sera levée.

Node.**normalize**()
Jointe les nœuds texte adjacents de manière à ce que tous les segments de texte soient stockés dans une seule instance de Text. Ceci simplifie le traitement du texte d'un arbre DOM pour de nombreuses applications.

Node.**cloneNode**(*deep*)
Clone ce nœud. Positionner *deep* signifie que tous les nœuds fils seront également clonés. La méthode renvoi le clone.

Objet NodeList

NodeList représente une séquence de nœuds. Ces objets sont utilisés de deux manières dans la recommandation Dom Core : un objet Element fournit en fournis liste des nœud fils et les méthodes getElementsByTagName() et getElementsByTagNameNS() de Node renvoient des objet avec cette interface pour représenter les résultats des requêtes.

La recommandation DOM Level 2 définit un attribut et une méthode pour ces objets :

NodeList.**item**(*i*)
Renvoie le *i*ème élément de la séquence s'il existe ou "None". L'index *i* ne peut pas être inférieur à 0 ou supérieur ou égale à la longueur de la séquence.

NodeList.**length**
Le nombre d'éléments dans la séquence.

En plus, l'interface DOM de Python requiert quelques ajouts supplémentaires pour permettre que les objet NodeList puissent être utilisés comme des séquences Python. Toutes les implémentations de NodeList doivent inclure le support de __len__() et de __getitem__() ; ceci permet l'itération sur NodeList avec l'instruction for et un support de la fonction native *len()*.

Si une implémentation de DOM support les modifications du document, l'implémentation de NodeList doit également supporter les méthodes __setitem__() et __delitem__() .

Objets DocumnentType

Les objets de type DocumentType fournissent des informations sur les notations et les entités déclarées par un document (incluant les données externes si l'analyseur les utilise et peut les fournir). Le DocumentType d'un Document est accessible via l'attribut doctype. Si le document ne déclare pas de DOCTYPE, l'attribut doctype vaudra None plutôt qu'une instance de cette interface.

DocumentType est une spécialisation de Node et ajoute les attributs suivants :

DocumentType.**publicId**
L'identifiant publique pour un sous ensemble de la définition type de document (*DTD*). Cela sera une chaîne ou None.

DocumentType.**systemId**
L'identifiant système pour un sous ensemble du document de définition type (*DTD*). Cela sera une URI sous la forme d'une chaîne ou None.

DocumentType.**internalSubset**
Un chaîne donnant le sous ensemble complet du document. Ceci n'inclut pas les chevrons qui englobe le sous ensemble. Si le document n'a pas de sous ensemble, cela devrait être None.

DocumentType.**name**
Le nom de l'élément racine donné dans la déclaration DOCTYPE si présente.

DocumentType.**entities**
Ceci est un NamedNodeMap donnant les définitions des entités externes. Pour les entités définies plusieurs fois seule la première définition est fournie (les suivantes sont ignorées comme requis par la recommandation XML). Ceci peut retourner None si l'information n'est pas fournie à l'analyseur ou si aucune entités n'est définis.

DocumentType.**notations**
Ceci est un NamedNodeMap donnant la définition des notations. Pour les notations définies plus d'une fois, seule la première est fournie (les suivante sont ignorées comme requis par la recommandation XML). Ceci peut retourner None si l'information n'est pas fournie à l'analyseur ou si aucune entités n'est définis.

Objets Document

Un Document représente un document XML en son entier, incluant les éléments qui le constitue, les attributs, les *processing instructions*, commentaires, etc. Rappelez vous qu'il hérite des propriété de Node.

Document.**documentElement**
Le seul et unique élément racine du document.

Document.**createElement**(*tagName*)
Créé et renvoi un nouveau nœud élément. Ce n'est pas inséré dans le document quand il est créé. Vous avez besoin de l'insérer explicitement avec l'une des autres méthodes comme insertBefore() ou appendChild().

Document.**createElementNS**(*namespaceURI*, *tagName*)
Créé et renvoi un nouvel élément avec un *namespace*. Le *tagName* peut avoir un préfixe. L'élément ne sera pas insérer dans le document quand il est créé. Vous avez besoin de l'insérer explicitement avec l'une des autres méthodes comme insertBefore() ou appendChild().

Document.**createTextNode**(*data*)
Créé et renvoi un nœud texte contenant les *data* passées en paramètre. Comme pour les autres méthodes de création, la méthode n'insère pas le nœud dans l'arbre.

Document.**createComment**(*data*)
Créé et renvoi un nœud commentaire contenant les *data* passé en commentaire. Comme pour les autres méthodes de création, la méthode n'insère pas le nœud dans l'arbre.

Document.**createProcessingInstruction**(*target*, *data*)
Créé et retourne un nœud *processing instruction* contenant les *target* et *data* passés en paramètres. Comme pour les autres méthodes de création, la méthode n'insère pas le nœud dans l'arbre.

Document.**createAttribute**(*name*)
Créé et renvoi un nœud attribut. Cette méthode n'associe le nœud attribut aucun nœud en particulier. Vous devez utiliser la méthode setAttributeNode() sur un objet Element approprié pour utiliser une instance d'attribut nouvellement créé.

Document.**createAttributeNS**(*namespaceURI*, *qualifiedName*)
Créé et renvoi un nœud attribut avec un *namespace*. Le *tagName* peut avoir un préfixe. Cette méthode n'associe le nœud attribut à aucun nœud en particulier. Vous devez utiliser la méthode setAttributeNode() sur un objet Element approprié pour utiliser une instance d'attribut nouvellement créé.

Document.**getElementsByTagName**(*tagName*)
Cherche tout les descendants (fils directs, fils de fils, etc.) avec un nom de balise particulier.

Document.**getElementsByTagNameNS**(*namespaceURI*, *localName*)
Cherche tous les descendants (fils directs, fils de fils, etc.) avec un *namespace URI* particulier et un *localName*. Le *localName* fait parti du *namespace* après le préfixe.

Objets Elements

`Element` est une une sous classe de `Node` et donc hérite de tout les éléments de cette classe.

`Element`.**`tagName`**
Le nom de l'élément type. Dans un document utilisant des *namespace*, il pourrait y avoir des *:* dedans. La valeur est une chaîne.

`Element`.**`getElementsByTagName`**(*tagName*)
Identique à la méthode équivalente de la classe `Document`.

`Element`.**`getElementsByTagNameNS`**(*namespaceURI*, *localName*)
Identique à la méthode équivalente de la classe `Document`.

`Element`.**`hasAttribute`**(*name*)
Return `True` if the element has an attribute named by *name*.

`Element`.**`hasAttributeNS`**(*namespaceURI*, *localName*)
Return `True` if the element has an attribute named by *namespaceURI* and *localName*.

`Element`.**`getAttribute`**(*name*)
Retourne la valeur de l'attribut nommé par *name* comme une chaîne. Si un tel attribue n'existe pas, une chaîne vide est retournée comme si l'attribut n'avait aucune valeur.

`Element`.**`getAttributeNode`**(*attrname*)
Retourne le nœud `Attr` pour l'attribut nommé par *attrname*.

`Element`.**`getAttributeNS`**(*namespaceURI*, *localName*)
Renvoi la valeur de l'attribut nommé par *namespaceURI* et *localName* comme une chaîne. Si un tel attribue n'existe pas, une chaîne vide est retournée comme si l'attribut n'avait aucune valeur.

`Element`.**`getAttributeNodeNS`**(*namespaceURI*, *localName*)
Renvoi la valeur de l'attribue comme un nœud étant donné *namespaceURI* et *localName*.

`Element`.**`removeAttribute`**(*name*)
Retire un attribut nommé *name*. S'il n'y a aucun attribut correspondant une *`NotFoundErr`* est levée.

`Element`.**`removeAttributeNode`**(*oldAttr*)
Supprime et renvoi *oldAttr* de la liste des attributs si présent. Si *oldAttr* n'est pas présent, *`NotFoundErr`* est levée.

`Element`.**`removeAttributeNS`**(*namespaceURI*, *localName*)
Retire un attribut selon son nom. Notez qu'il utilise un *localName* et nom un *qname*. Aucune exception n'est levée s'il n'y a pas d'attribut correspondant.

`Element`.**`setAttribute`**(*name*, *value*)
Assigne la valeur à un attribut pour la chaîne.

`Element`.**`setAttributeNode`**(*newAttr*)
Ajoute un nouveau nœud attribut à l'élément, remplaçant un attribut existant si nécessaire si `name` corresponds à un attribut. Si l'attribut en remplace un précédent, l'ancien attribut sera retourné. Si *newAttr* est déjà utilisé, *`InuseAttributeErr`* sera levée.

`Element`.**`setAttributeNodeNS`**(*newAttr*)
Ajoute un nouveau nœud attribut, remplaçant un attribut existant si `namespaceURI` et `localName` corresponds à un attribut. S'il y a remplacement, l'ancien nœud sera renvoyé. Si *newAttr* est déjà utilisé, *`InuseAttributeErr`* sera levée.

`Element`.**`setAttributeNS`**(*namespaceURI*, *qname*, *value*)
Assigne la valeur d'un attribut depuis une chaîne étant donnée un *namespaceURI* et un *qname*. Notez que *qname* est le nom de l'attribut en entier. Ceci est différent d'au dessus.

Objets Attr

`Attr` hérite `Node` et donc hérite de tout ces attributs.

`Attr`.**name**
Le nom de l'attribut. Dans un document utilisant des *namespaces*, il pourra inclure un *:*.

`Attr`.**localName**
La partie du nom suivant le *:* s'il y en a un ou le nom entier sinon. Ceci est un attribut en lecture seule.

`Attr`.**prefix**
La partie du nom précédent le *:* s'il y en a un ou une chaîne vide.

`Attr`.**value**
La valeur texte de l'attribut. C'est un synonyme de l'attribut `nodeValue`.

Objets NameNodeMap

`NamedNodeMap` *n'hérite pas* de `Node`.

`NamedNodeMap`.**length**
La longueur de la liste d'attributs.

`NamedNodeMap`.**item**(*index*)
Renvoi un attribut à un index particulier. L'ordre des attribut est arbitraire mais sera constant durant toute la vie du DOM. Chacun des item sera un nœud attribut. Obtenez sa valeur avec `value` de l'attribut.

Il y existe également des méthodes expérimentales qui donne à cette classe un comportement plus *mappable*. Vous pouvez les utiliser ou utiliser la famille de méthode standardisés `getAttribute*()` des objets `Element`.

Objets Comment

`Comment` représente un commentaire dans le document XML. C'est une sous classe `Node` mais n'a aucune nœuds fils.

`Comment`.**data**
Le contenu du commentaire comme une chaîne. L'attribut contient tous les caractères entre `<!--` et `-->` mais ne les inclues pas.

Objets Text et CDATASection

L'interface `Text` représente le texte dans un document XML. Si l'analyseur et l'implémentation DOM supporte les extensions XML du DOM, les portion de texte encapsulées dans des section marquées CDATA seront stockées dans des objets `CDATASection`. Ces deux interfaces sont identiques mais fournissent des valeurs différentes pour l'attribut `nodeType`.

Ces interfaces étendent l'interface `Node`. Elles ne peuvent pas avoir de nœuds fils.

`Text`.**data**
Le contenu du nœud texte comme une chaîne.

Note : L'utilisation d'un nœud `CDATASection` n'indique pas que le nœud représente une section complète marquée CDATA, seulement que le contenu du nœud est le contenu d'une section CDATA. Une seule section CDATA peut représenter plus d'un nœud dans l'arbre du document. Il n'y a aucun moyen de déterminer si deux nœuds `CDATASection` adjacents représentent différentes sections CDATA.

Objets ProcessingInstruction

Représente une *processing instruction* dans un document XML. Hérite de l'interface `Node` et ne peut avoir aucun nœud fils.

`ProcessingInstruction.`**`target`**
Le contenu de la *processing instruction* jusqu'au premier caractère blanc. Cet attribut est en lecture seule.

`ProcessingInstruction.`**`data`**
Le contenu de la *processing instruction* après le premier caractère blanc.

Exceptions

La recommandation *DOM Level 2* définie une seule exception *`DOMException`* et un nombre de constantes qui permettent aux applications à déterminer quelle type d'erreur s'est produit. Les instances de *`DOMException`* ont un attribut *`code`* qui fourni une valeur approprié pour une exception spécifique.

L'interface DOM de Python fournit des constant mais également étends un ensemble d'exception pour qu'il existe une exception spécifique pour chaque code d'exception défini par le DOM. L'implémentation doit lever l'exception spécifique appropriée. Chacune ayant la valeur appropriée pour l'attribut *`code`*.

exception `xml.dom.`**`DOMException`**
Exception de base utilisée pour toutes les exceptions spécifiques du DOM. Cette classe ne peut pas être instanciée directement.

exception `xml.dom.`**`DomstringSizeErr`**
Levée quand un intervalle spécifique de texte ne rentre pas dans une chaîne. Cette exception n'est pas réputée être utilisée par les implémentations DOM de Python mais elle peur être levée par des implémentations de DOM qui ne sont pas écrite en Python.

exception `xml.dom.`**`HierarchyRequestErr`**
Levée quand l'insertion d'un nœud est tentée dans un type de nœud incompatible.

exception `xml.dom.`**`IndexSizeErr`**
Levée quand un index ou la taille d'un paramètre d'une méthode est négatif ou excède les valeurs autorisées.

exception `xml.dom.`**`InuseAttributeErr`**
Levée quand l'insertion d'un nœud `Attr` est tenté alors que ce nœud est déjà présent ailleurs dans le document.

exception `xml.dom.`**`InvalidAccessErr`**
Levée si un paramètre ou une opération n'est pas supporté par l'objet sous-jacent.

exception `xml.dom.`**`InvalidCharacterErr`**
Cette exception est levée quand un paramètre chaîne contient un caractère qui n'est pas autorisé dans le contexte utilisé par la recommandation XML 1.0. Par exemple, lors la tentative de création d'un nœud `Element` avec un espace dans le nom de l'élément.

exception `xml.dom.`**`InvalidModificationErr`**
Levée lors de la tentative de modifier le type de nœud.

exception `xml.dom.`**`InvalidStateErr`**
Levée quand une tentative est faite d'utiliser un objet non défini ou qui ne sont plus utilisables.

exception `xml.dom.`**`NamespaceErr`**
Si une tentative est faite de changer un objet d'une manière qui n'est pas autorisée selon la recommandation Namespaces in XML , cette exception est levée.

exception `xml.dom.`**`NotFoundErr`**
Exception quand un nœud n'existe pas dans le contexte référencé. Par exemple, `NamedNodeMap.removeNamedItem()` lèvera cette exception si le nœud passé n'appartient pas à la séquence.

exception `xml.dom.`**`NotSupportedErr`**
Levée si l'implémentation ne supporte pas le type d'objet requis ou l'opération.

exception xml.dom.**NoDataAllowedErr**
Levée si la donnée spécifiée pour un nœud n'est pas supportée.

exception xml.dom.**NoModificationAllowedErr**
Levée lors de la tentative de modification sur objet où les modifications ne sont pas autorisées (tels que les nœuds en lecture seule).

exception xml.dom.**SyntaxErr**
Levée quand une chaîne invalide ou illégale est spécifiée.

exception xml.dom.**WrongDocumentErr**
Levée quand un nœud est inséré dans un document différent de celui auquel il appartient et que l'implémentation ne supporte pas la migration d'un document à un autre.

Les codes d'exceptions définis par la recommandation DOM avec leurs correspondances décrites si dessous selon ce tableau :

Constante	Exception
DOMSTRING_SIZE_ERR	*DomstringSizeErr*
HIERARCHY_REQUEST_ERR	*HierarchyRequestErr*
INDEX_SIZE_ERR	*IndexSizeErr*
INUSE_ATTRIBUTE_ERR	*InuseAttributeErr*
INVALID_ACCESS_ERR	*InvalidAccessErr*
INVALID_CHARACTER_ERR	*InvalidCharacterErr*
INVALID_MODIFICATION_ERR	*InvalidModificationErr*
INVALID_STATE_ERR	*InvalidStateErr*
NAMESPACE_ERR	*NamespaceErr*
NOT_FOUND_ERR	*NotFoundErr*
NOT_SUPPORTED_ERR	*NotSupportedErr*
NO_DATA_ALLOWED_ERR	*NoDataAllowedErr*
NO_MODIFICATION_ALLOWED_ERR	*NoModificationAllowedErr*
SYNTAX_ERR	*SyntaxErr*
WRONG_DOCUMENT_ERR	*WrongDocumentErr*

21.6.3 Conformité

Cette section décrit la conformité des pré requis et des relations entre l'API DOM de Python, les recommandations *W3C* DOM et les correspondances OMG IDL pour Python.

Correspondance des types

Les types IDL utilisés dans la spécification DOM correspondent aux types Python selon le tableau suivant.

Type IDL	Type Python
boolean	bool ou int
int	int
long int	int
unsigned int	int
DOMString	str or bytes
null	None

Méthodes d'accès

Les correspondance de OMG IDL vers Python définissent des fonction d'accès pour les déclarations `attribut` d'IDL à la manière dont Java le fait. Correspondance des déclarations IDL

```
readonly attribute string someValue;
         attribute string anotherValue;
```

Donne trois fonctions d'accès : une méthode *get* pour `someValue` (`_get_someValue()`) et des méthodes *get* et *set* pour `anotherValue` (`_get_anotherValue()` et `_set_anotherValue()`). Le *mapping*, en particulier, ne requiert pas que les attributs IDL soient accessible comme des attributs Python normaux : `object.someValue` n'est *pas* requis de fonctionner et peut lever une *AttributeError*.

Cependant, l'API DOM de Python *impose* que les accès par attributs classiques fonctionnent. Par conséquent, les substituts générés par le compilateur IDL de Python ne fonctionneront probablement pas, et des objets façade pourraient être nécessaires côté client si les objets DOM sont manipulés via CORBA. Bien qu'utiliser un client DOM CORBA nécessite une bonne réflexion, les développeurs habitués et expérimentés à l'utilisation de CORBA ne considèrent pas que c'est un problème. Les attributs déclarés `readonly` pourraient ne pas voir leur accès en écriture restreint dans toutes les implémentations du DOM.

Dans l'API DOM de Python, les fonctions d'accès ne sont pas requises. Si elles sont fournies, elles doivent prendre la forme définie par le *mapping* de Python IDL, mais ces méthodes sont considérées inutiles car les attributs sont directement accessible depuis Python. Les fonctions d'accès "Set" ne devraient jamais être fournies pour les attributs `readonly` (en lecture seule).

Les définitions IDL n'embarquent pas entièrement les pré-requis de l'API de DOM API telle que la notion de objets ou que la valeur de retour de `getElementsByTagName()` est dynamique. L'API DOM de Python ne requiert pas des implémentations d'avoir de tel pré-requis.

21.7 `xml.dom.minidom` --- Minimal DOM implementation

Source code : Lib/xml/dom/minidom.py

---

xml.dom.minidom is a minimal implementation of the Document Object Model interface, with an API similar to that in other languages. It is intended to be simpler than the full DOM and also significantly smaller. Users who are not already proficient with the DOM should consider using the *xml.etree.ElementTree* module for their XML processing instead.

Avertissement : The *xml.dom.minidom* module is not secure against maliciously constructed data. If you need to parse untrusted or unauthenticated data see *Vulnérabilités XML*.

DOM applications typically start by parsing some XML into a DOM. With *xml.dom.minidom*, this is done through the parse functions :

```
from xml.dom.minidom import parse, parseString

dom1 = parse('c:\\temp\\mydata.xml')  # parse an XML file by name

datasource = open('c:\\temp\\mydata.xml')
dom2 = parse(datasource)  # parse an open file

dom3 = parseString('<myxml>Some data<empty/> some more data</myxml>')
```

The *parse()* function can take either a filename or an open file object.

xml.dom.minidom.**parse**(*filename_or_file*, *parser=None*, *bufsize=None*)
Return a `Document` from the given input. *filename_or_file* may be either a file name, or a file-like object.

parser, if given, must be a SAX2 parser object. This function will change the document handler of the parser and activate namespace support ; other parser configuration (like setting an entity resolver) must have been done in advance.

If you have XML in a string, you can use the *parseString()* function instead :

xml.dom.minidom.**parseString**(*string*, *parser=None*)
Return a Document that represents the *string*. This method creates an *io.StringIO* object for the string and passes that on to *parse()*.

Both functions return a Document object representing the content of the document.

What the *parse()* and *parseString()* functions do is connect an XML parser with a "DOM builder" that can accept parse events from any SAX parser and convert them into a DOM tree. The name of the functions are perhaps misleading, but are easy to grasp when learning the interfaces. The parsing of the document will be completed before these functions return ; it's simply that these functions do not provide a parser implementation themselves.

You can also create a Document by calling a method on a "DOM Implementation" object. You can get this object either by calling the getDOMImplementation() function in the *xml.dom* package or the *xml.dom.minidom* module. Once you have a Document, you can add child nodes to it to populate the DOM :

```
from xml.dom.minidom import getDOMImplementation

impl = getDOMImplementation()

newdoc = impl.createDocument(None, "some_tag", None)
top_element = newdoc.documentElement
text = newdoc.createTextNode('Some textual content.')
top_element.appendChild(text)
```

Once you have a DOM document object, you can access the parts of your XML document through its properties and methods. These properties are defined in the DOM specification. The main property of the document object is the documentElement property. It gives you the main element in the XML document : the one that holds all others. Here is an example program :

```
dom3 = parseString("<myxml>Some data</myxml>")
assert dom3.documentElement.tagName == "myxml"
```

When you are finished with a DOM tree, you may optionally call the unlink() method to encourage early cleanup of the now-unneeded objects. unlink() is an *xml.dom.minidom*-specific extension to the DOM API that renders the node and its descendants are essentially useless. Otherwise, Python's garbage collector will eventually take care of the objects in the tree.

Voir aussi :

Spécification Level 1 Document Object Model (DOM) La recommandation du *W3C* pour le DOM supporté par *xml.dom.minidom*.

21.7.1 DOM Objects

The definition of the DOM API for Python is given as part of the *xml.dom* module documentation. This section lists the differences between the API and *xml.dom.minidom*.

Node.**unlink**()
Break internal references within the DOM so that it will be garbage collected on versions of Python without cyclic GC. Even when cyclic GC is available, using this can make large amounts of memory available sooner, so calling this on DOM objects as soon as they are no longer needed is good practice. This only needs to be called on the Document object, but may be called on child nodes to discard children of that node.

You can avoid calling this method explicitly by using the with statement. The following code will automatically unlink *dom* when the with block is exited :

```
with xml.dom.minidom.parse(datasource) as dom:
    ... # Work with dom.
```

Node.**writexml**(*writer*, *indent=""*, *addindent=""*, *newl=""*)
Write XML to the writer object. The writer receives texts but not bytes as input, it should have a `write()` method which matches that of the file object interface. The *indent* parameter is the indentation of the current node. The *addindent* parameter is the incremental indentation to use for subnodes of the current one. The *newl* parameter specifies the string to use to terminate newlines.

For the `Document` node, an additional keyword argument *encoding* can be used to specify the encoding field of the XML header.

Node.**toxml**(*encoding=None*)
Return a string or byte string containing the XML represented by the DOM node.

With an explicit *encoding*[1] argument, the result is a byte string in the specified encoding. With no *encoding* argument, the result is a Unicode string, and the XML declaration in the resulting string does not specify an encoding. Encoding this string in an encoding other than UTF-8 is likely incorrect, since UTF-8 is the default encoding of XML.

Node.**toprettyxml**(*indent="\t"*, *newl="\n"*, *encoding=None*)
Return a pretty-printed version of the document. *indent* specifies the indentation string and defaults to a tabulator; *newl* specifies the string emitted at the end of each line and defaults to `\n`.

The *encoding* argument behaves like the corresponding argument of *toxml()*.

21.7.2 DOM Example

This example program is a fairly realistic example of a simple program. In this particular case, we do not take much advantage of the flexibility of the DOM.

```
import xml.dom.minidom

document = """\
<slideshow>
<title>Demo slideshow</title>
<slide><title>Slide title</title>
<point>This is a demo</point>
<point>Of a program for processing slides</point>
</slide>

<slide><title>Another demo slide</title>
<point>It is important</point>
<point>To have more than</point>
<point>one slide</point>
</slide>
</slideshow>
"""

dom = xml.dom.minidom.parseString(document)

def getText(nodelist):
    rc = []
    for node in nodelist:
        if node.nodeType == node.TEXT_NODE:
            rc.append(node.data)
    return ''.join(rc)

def handleSlideshow(slideshow):
```

(suite sur la page suivante)

1. The encoding name included in the XML output should conform to the appropriate standards. For example, "UTF-8" is valid, but "UTF8" is not valid in an XML document's declaration, even though Python accepts it as an encoding name. See https://www.w3.org/TR/2006/REC-xml11-20060816/#NT-EncodingDecl and https://www.iana.org/assignments/character-sets/character-sets.xhtml.

(suite de la page précédente)

```
    print("<html>")
    handleSlideshowTitle(slideshow.getElementsByTagName("title")[0])
    slides = slideshow.getElementsByTagName("slide")
    handleToc(slides)
    handleSlides(slides)
    print("</html>")

def handleSlides(slides):
    for slide in slides:
        handleSlide(slide)

def handleSlide(slide):
    handleSlideTitle(slide.getElementsByTagName("title")[0])
    handlePoints(slide.getElementsByTagName("point"))

def handleSlideshowTitle(title):
    print("<title>%s</title>" % getText(title.childNodes))

def handleSlideTitle(title):
    print("<h2>%s</h2>" % getText(title.childNodes))

def handlePoints(points):
    print("<ul>")
    for point in points:
        handlePoint(point)
    print("</ul>")

def handlePoint(point):
    print("<li>%s</li>" % getText(point.childNodes))

def handleToc(slides):
    for slide in slides:
        title = slide.getElementsByTagName("title")[0]
        print("<p>%s</p>" % getText(title.childNodes))

handleSlideshow(dom)
```

21.7.3 minidom and the DOM standard

The *xml.dom.minidom* module is essentially a DOM 1.0-compatible DOM with some DOM 2 features (primarily namespace features).

Usage of the DOM interface in Python is straight-forward. The following mapping rules apply :

- Interfaces are accessed through instance objects. Applications should not instantiate the classes themselves ; they should use the creator functions available on the `Document` object. Derived interfaces support all operations (and attributes) from the base interfaces, plus any new operations.
- Operations are used as methods. Since the DOM uses only `in` parameters, the arguments are passed in normal order (from left to right). There are no optional arguments. `void` operations return `None`.
- IDL attributes map to instance attributes. For compatibility with the OMG IDL language mapping for Python, an attribute `foo` can also be accessed through accessor methods `_get_foo()` and `_set_foo()`. `readonly` attributes must not be changed ; this is not enforced at runtime.
- The types `short int`, `unsigned int`, `unsigned long long`, and `boolean` all map to Python integer objects.
- The type `DOMString` maps to Python strings. *xml.dom.minidom* supports either bytes or strings, but will normally produce strings. Values of type `DOMString` may also be `None` where allowed to have the IDL `null` value by the DOM specification from the W3C.
- `const` declarations map to variables in their respective scope (e.g. `xml.dom.minidom.Node.PROCESSING_INSTRUCTION_NODE`) ; they must not be changed.

— DOMException is currently not supported in *xml.dom.minidom*. Instead, *xml.dom.minidom* uses standard Python exceptions such as *TypeError* and *AttributeError*.
— NodeList objects are implemented using Python's built-in list type. These objects provide the interface defined in the DOM specification, but with earlier versions of Python they do not support the official API. They are, however, much more "Pythonic" than the interface defined in the W3C recommendations.

The following interfaces have no implementation in *xml.dom.minidom* :

— DOMTimeStamp
— EntityReference

Most of these reflect information in the XML document that is not of general utility to most DOM users.

Notes

21.8 xml.dom.pulldom --- Support for building partial DOM trees

Source code : Lib/xml/dom/pulldom.py

The *xml.dom.pulldom* module provides a "pull parser" which can also be asked to produce DOM-accessible fragments of the document where necessary. The basic concept involves pulling "events" from a stream of incoming XML and processing them. In contrast to SAX which also employs an event-driven processing model together with callbacks, the user of a pull parser is responsible for explicitly pulling events from the stream, looping over those events until either processing is finished or an error condition occurs.

Avertissement : The *xml.dom.pulldom* module is not secure against maliciously constructed data. If you need to parse untrusted or unauthenticated data see *Vulnérabilités XML*.

Modifié dans la version 3.7.1 : The SAX parser no longer processes general external entities by default to increase security by default. To enable processing of external entities, pass a custom parser instance in :

```
from xml.dom.pulldom import parse
from xml.sax import make_parser
from xml.sax.handler import feature_external_ges

parser = make_parser()
parser.setFeature(feature_external_ges, True)
parse(filename, parser=parser)
```

Exemple :

```
from xml.dom import pulldom

doc = pulldom.parse('sales_items.xml')
for event, node in doc:
    if event == pulldom.START_ELEMENT and node.tagName == 'item':
        if int(node.getAttribute('price')) > 50:
            doc.expandNode(node)
            print(node.toxml())
```

event is a constant and can be one of :

— START_ELEMENT
— END_ELEMENT
— COMMENT
— START_DOCUMENT
— END_DOCUMENT
— CHARACTERS
— PROCESSING_INSTRUCTION

— IGNORABLE_WHITESPACE
node is an object of type xml.dom.minidom.Document, xml.dom.minidom.Element or xml.dom.minidom.Text.

Since the document is treated as a "flat" stream of events, the document "tree" is implicitly traversed and the desired elements are found regardless of their depth in the tree. In other words, one does not need to consider hierarchical issues such as recursive searching of the document nodes, although if the context of elements were important, one would either need to maintain some context-related state (i.e. remembering where one is in the document at any given point) or to make use of the *DOMEventStream.expandNode()* method and switch to DOM-related processing.

class xml.dom.pulldom.**PullDom**(*documentFactory=None*)
Subclass of *xml.sax.handler.ContentHandler*.

class xml.dom.pulldom.**SAX2DOM**(*documentFactory=None*)
Subclass of *xml.sax.handler.ContentHandler*.

xml.dom.pulldom.**parse**(*stream_or_string*, *parser=None*, *bufsize=None*)
Return a *DOMEventStream* from the given input. *stream_or_string* may be either a file name, or a file-like object. *parser*, if given, must be an *XMLReader* object. This function will change the document handler of the parser and activate namespace support; other parser configuration (like setting an entity resolver) must have been done in advance.

If you have XML in a string, you can use the *parseString()* function instead :

xml.dom.pulldom.**parseString**(*string*, *parser=None*)
Return a *DOMEventStream* that represents the (Unicode) *string*.

xml.dom.pulldom.**default_bufsize**
Default value for the *bufsize* parameter to *parse()*.
The value of this variable can be changed before calling *parse()* and the new value will take effect.

21.8.1 DOMEventStream Objects

class xml.dom.pulldom.**DOMEventStream**(*stream*, *parser*, *bufsize*)

getEvent()
Return a tuple containing *event* and the current *node* as xml.dom.minidom.Document if event equals START_DOCUMENT, xml.dom.minidom.Element if event equals START_ELEMENT or END_ELEMENT or xml.dom.minidom.Text if event equals CHARACTERS. The current node does not contain information about its children, unless *expandNode()* is called.

expandNode(*node*)
Expands all children of *node* into *node*. Example :

```
from xml.dom import pulldom

xml = '<html><title>Foo</title> <p>Some text <div>and more</div></p> </
↪html>'
doc = pulldom.parseString(xml)
for event, node in doc:
    if event == pulldom.START_ELEMENT and node.tagName == 'p':
        # Following statement only prints '<p/>'
        print(node.toxml())
        doc.expandNode(node)
        # Following statement prints node with all its children '<p>Some␣
↪text <div>and more</div></p>'
        print(node.toxml())
```

reset()

21.9 xml.sax — Prise en charge des analyseurs SAX2

Code source : Lib/xml/sax/__init__.py

Le paquet *xml.sax* fournit des modules qui implémentent l'interface *Simple API for XML (SAX)* pour Python. Le paquet en lui même fournit les exceptions SAX et les fonctions les plus utiles qui seront le plus utilisées par les utilisateurs de SAX API.

Avertissement : Le module *xml.sax* n'est pas sécurisé contre les données construites de façon malveillante. Si vous avez besoin d'analyser des données non sécurisées ou non authentifiées, voir *Vulnérabilités XML*.

Modifié dans la version 3.7.1 : L'analyseur SAX ne traite plus les entités externes générales par défaut pour augmenter la sécurité. Auparavant, l'analyseur créait des connexions réseau pour extraire des fichiers distants ou des fichiers locaux chargés à partir du système de fichiers pour les DTD et les entités. La fonctionnalité peut être activée à nouveau avec la méthode *setFeature()* sur l'objet analyseur et l'argument *feature_external_ges*.

Les fonctions les plus utiles sont :

xml.sax.**make_parser**(*parser_list=[]*)
: Crée et renvoie un objet SAX *XMLReader*. Le premier analyseur trouvé sera utilisé. Si *parser_list* est fourni, il doit être une liste de chaînes de caractères qui nomme des modules qui ont une fonction nommée `create_parser()`. Les modules listés dans *parser_list* seront utilisés avant les modules dans la liste par défaut des analyseurs.

xml.sax.**parse**(*filename_or_stream*, *handler*, *error_handler=handler.ErrorHandler()*)
: Crée un analyseur SAX et l'utilise pour analyser un document. Le document transmis comme *filename_or_stream*, peut être un nom de fichier ou un objet fichier. Le paramètre *handler* doit être une instance SAX *ContentHandler*. Si un *error_handler* est donné, il doit être un SAX *ErrorHandler*; si omis, *SAXParseException* sera levé sur toutes les erreurs. Il n'y a pas de valeur de retour, tout le travail doit être fait par le *handler* transmis.

xml.sax.**parseString**(*string*, *handler*, *error_handler=handler.ErrorHandler()*)
: Similaire à *parse()*, mais qui analyse à partir d'un espace mémoire *string* reçu en tant que paramètre. *string* doit être une instance *str* ou un objet *bytes-like object*.

  Modifié dans la version 3.5 : Ajout du support des instances *str*.

Une application SAX typique utilise trois types d'objets : les *readers*, les *handlers* et les sources d'entrée. "Reader" dans ce contexte est un autre terme pour le analyseur, c'est-à-dire un morceau de code qui lit les octets ou les caractères de la source d'entrée et qui produit une séquence d'événements. Les événements sont ensuite distribués aux objets du *handler*, c'est-à-dire que le lecteur appelle une méthode sur le *handler*. L'application doit donc obtenir un objet *reader*, créer ou ouvrir les sources d'entrée, créer les *handlers* et connecter ces objets tous ensemble. La dernière étape de la préparation, le *reader* est appelé à analyser l'entrée. Pendant l'analyse, les méthodes sur les objets du *handler* sont appelées en fonction d'événements structurels et syntaxiques à partir des données d'entrée.

Pour ces objets, seules les interfaces sont pertinentes; elles ne sont pas normalement instanciées par l'application elle-même. Puisque Python n'a pas de notion explicite d'interface, elles sont formellement introduites en tant que classes, mais les applications peuvent utiliser des implémentations qui n'héritent pas des classes fournies. Les interfaces *InputSource*, *Locator*, `Attributes`, `AttributesNS`, et *XMLReader* sont définies dans le module *xml.sax.xmlreader*. Les interfaces du *handler* sont définies dans *xml.sax.handler*. Pour plus de commodité, *xml.sax.xmlreader.InputSource* (qui est souvent instancié directement) et les classes du *handler* sont également disponibles à partir de *xml.sax*. Ces interfaces sont décrites ci-dessous.

En plus de ces classes, *xml.sax* fournit les classes d'exceptions suivantes.

exception xml.sax.**SAXException**(*msg*, *exception=None*)
: Encapsule une erreur ou un avertissement XML. Cette classe peut contenir une erreur de base ou une information d'avertissement soit du analyseur XML ou de l'application : elle peut être sous-classée pour fournir des fonctionnalités supplémentaires ou pour ajouter une localisation. Noter que même si les *handlers* définis

dans l'interface *ErrorHandler* reçoivent des instances de cette exception, ce n'est pas nécessaire de lever l'exception --- il est également utile en tant que conteneur pour l'information.

Quand instancié, *msg* devrait être une description lisible par l'homme de l'erreur. Le paramètre optionnel *exception*, s'il est donné, devrait être `None` ou une exception qui a été interceptée par le code d'analyse et qui est transmise comme information.

Ceci est la classe de base pour les autres classes d'exception SAX.

exception xml.sax.**SAXParseException**(*msg*, *exception*, *locator*)
Sous-classe de *SAXException* élevée sur les erreurs d'analyse. Les instances de cette classe sont passées aux méthodes de l'interface SAX *ErrorHandler* pour fournir des informations sur l'erreur d'analyse. Cette classe supporte aussi l'interface SAX *Locator* comme l'interface *SAXException*.

exception xml.sax.**SAXNotRecognizedException**(*msg*, *exception=None*)
Sous-classe de *SAXException* levée quand un SAX `XMLReader` est confronté à une caractéristique ou à une propriété non reconnue. Les applications et les extensions SAX peuvent utiliser cette classe à des fins similaires.

exception xml.sax.**SAXNotSupportedException**(*msg*, *exception=None*)
Sous-classe de *SAXException* levée quand un SAX *XMLReader* est demandé pour activer une fonctionnalité qui n'est pas supportée, ou pour définir une propriété à une valeur que l'implémentation ne prend pas en charge. Les applications et les extensions SAX peuvent utiliser cette classe à des fins similaires.

Voir aussi :

SAX : L'API simple pour XML Ce site est le point focal pour la définition de l'API SAX. Il offre une implémentation Java et une documentation en ligne. Des liens pour l'implémentation et des informations historiques sont également disponibles.

Module *xml.sax.handler* Définitions des interfaces pour les objets fournis par l'application.

Module *xml.sax.saxutils* Fonctions pratiques pour une utilisation dans les applications SAX.

Module *xml.sax.xmlreader* Définitions des interfaces pour les objets fournis par l'analyseur.

21.9.1 Les objets SAXException

La classe d'exception *SAXException* supporte les méthodes suivantes :

SAXException.**getMessage**()
Renvoyer un message lisible par l'homme décrivant la condition d'erreur.

SAXException.**getException**()
Renvoie un objet d'exception encapsulé, ou"None".

21.10 xml.sax.handler --- Base classes for SAX handlers

Source code : Lib/xml/sax/handler.py

The SAX API defines four kinds of handlers : content handlers, DTD handlers, error handlers, and entity resolvers. Applications normally only need to implement those interfaces whose events they are interested in ; they can implement the interfaces in a single object or in multiple objects. Handler implementations should inherit from the base classes provided in the module *xml.sax.handler*, so that all methods get default implementations.

class xml.sax.handler.**ContentHandler**
This is the main callback interface in SAX, and the one most important to applications. The order of events in this interface mirrors the order of the information in the document.

class xml.sax.handler.**DTDHandler**
Handle DTD events.

This interface specifies only those DTD events required for basic parsing (unparsed entities and attributes).

class xml.sax.handler.**EntityResolver**
Basic interface for resolving entities. If you create an object implementing this interface, then register the object with your Parser, the parser will call the method in your object to resolve all external entities.

class xml.sax.handler.**ErrorHandler**
Interface used by the parser to present error and warning messages to the application. The methods of this object control whether errors are immediately converted to exceptions or are handled in some other way.

In addition to these classes, *xml.sax.handler* provides symbolic constants for the feature and property names.

xml.sax.handler.**feature_namespaces**

value : "http://xml.org/sax/features/namespaces"
true : Perform Namespace processing.
false : Optionally do not perform Namespace processing (implies namespace-prefixes; default).
access : (parsing) read-only; (not parsing) read/write

xml.sax.handler.**feature_namespace_prefixes**

value : "http://xml.org/sax/features/namespace-prefixes"
true : Report the original prefixed names and attributes used for Namespace declarations.
false : Do not report attributes used for Namespace declarations, and optionally do not report original prefixed names (default).
access : (parsing) read-only; (not parsing) read/write

xml.sax.handler.**feature_string_interning**

value : "http://xml.org/sax/features/string-interning"
true : All element names, prefixes, attribute names, Namespace URIs, and local names are interned using the built-in intern function.
false : Names are not necessarily interned, although they may be (default).
access : (parsing) read-only; (not parsing) read/write

xml.sax.handler.**feature_validation**

value : "http://xml.org/sax/features/validation"
true : Report all validation errors (implies external-general-entities and external-parameter-entities).
false : Do not report validation errors.
access : (parsing) read-only; (not parsing) read/write

xml.sax.handler.**feature_external_ges**

value : "http://xml.org/sax/features/external-general-entities"
true : Include all external general (text) entities.
false : Do not include external general entities.
access : (parsing) read-only; (not parsing) read/write

xml.sax.handler.**feature_external_pes**

value : "http://xml.org/sax/features/external-parameter-entities"
true : Include all external parameter entities, including the external DTD subset.
false : Do not include any external parameter entities, even the external DTD subset.
access : (parsing) read-only; (not parsing) read/write

xml.sax.handler.**all_features**
List of all features.

xml.sax.handler.**property_lexical_handler**

value : "http://xml.org/sax/properties/lexical-handler"

data type : xml.sax.sax2lib.LexicalHandler (not supported in Python 2)
description : An optional extension handler for lexical events like comments.
access : read/write

xml.sax.handler.**property_declaration_handler**

value : "http://xml.org/sax/properties/declaration-handler"
data type : xml.sax.sax2lib.DeclHandler (not supported in Python 2)
description : An optional extension handler for DTD-related events other than notations and unparsed entities.
access : read/write

xml.sax.handler.**property_dom_node**

value : "http://xml.org/sax/properties/dom-node"
data type : org.w3c.dom.Node (not supported in Python 2)
description : When parsing, the current DOM node being visited if this is a DOM iterator ; when not parsing, the root DOM node for iteration.
access : (parsing) read-only ; (not parsing) read/write

xml.sax.handler.**property_xml_string**

value : "http://xml.org/sax/properties/xml-string"
data type : String
description : The literal string of characters that was the source for the current event.
access : read-only

xml.sax.handler.**all_properties**
List of all known property names.

21.10.1 ContentHandler Objects

Users are expected to subclass *ContentHandler* to support their application. The following methods are called by the parser on the appropriate events in the input document :

ContentHandler.**setDocumentLocator**(*locator*)
Called by the parser to give the application a locator for locating the origin of document events.

SAX parsers are strongly encouraged (though not absolutely required) to supply a locator : if it does so, it must supply the locator to the application by invoking this method before invoking any of the other methods in the DocumentHandler interface.

The locator allows the application to determine the end position of any document-related event, even if the parser is not reporting an error. Typically, the application will use this information for reporting its own errors (such as character content that does not match an application's business rules). The information returned by the locator is probably not sufficient for use with a search engine.

Note that the locator will return correct information only during the invocation of the events in this interface. The application should not attempt to use it at any other time.

ContentHandler.**startDocument**()
Receive notification of the beginning of a document.

The SAX parser will invoke this method only once, before any other methods in this interface or in DTDHandler (except for *setDocumentLocator()*).

ContentHandler.**endDocument**()
Receive notification of the end of a document.

The SAX parser will invoke this method only once, and it will be the last method invoked during the parse. The parser shall not invoke this method until it has either abandoned parsing (because of an unrecoverable error) or reached the end of input.

ContentHandler.**startPrefixMapping**(*prefix*, *uri*)

Begin the scope of a prefix-URI Namespace mapping.

The information from this event is not necessary for normal Namespace processing : the SAX XML reader will automatically replace prefixes for element and attribute names when the `feature_namespaces` feature is enabled (the default).

There are cases, however, when applications need to use prefixes in character data or in attribute values, where they cannot safely be expanded automatically; the *startPrefixMapping()* and *endPrefixMapping()* events supply the information to the application to expand prefixes in those contexts itself, if necessary.

Note that *startPrefixMapping()* and *endPrefixMapping()* events are not guaranteed to be properly nested relative to each-other : all *startPrefixMapping()* events will occur before the corresponding *startElement()* event, and all *endPrefixMapping()* events will occur after the corresponding *endElement()* event, but their order is not guaranteed.

ContentHandler.**endPrefixMapping**(*prefix*)

End the scope of a prefix-URI mapping.

See *startPrefixMapping()* for details. This event will always occur after the corresponding *endElement()* event, but the order of *endPrefixMapping()* events is not otherwise guaranteed.

ContentHandler.**startElement**(*name*, *attrs*)

Signals the start of an element in non-namespace mode.

The *name* parameter contains the raw XML 1.0 name of the element type as a string and the *attrs* parameter holds an object of the `Attributes` interface (see *The Attributes Interface*) containing the attributes of the element. The object passed as *attrs* may be re-used by the parser; holding on to a reference to it is not a reliable way to keep a copy of the attributes. To keep a copy of the attributes, use the *copy()* method of the *attrs* object.

ContentHandler.**endElement**(*name*)

Signals the end of an element in non-namespace mode.

The *name* parameter contains the name of the element type, just as with the *startElement()* event.

ContentHandler.**startElementNS**(*name*, *qname*, *attrs*)

Signals the start of an element in namespace mode.

The *name* parameter contains the name of the element type as a `(uri, localname)` tuple, the *qname* parameter contains the raw XML 1.0 name used in the source document, and the *attrs* parameter holds an instance of the `AttributesNS` interface (see *The AttributesNS Interface*) containing the attributes of the element. If no namespace is associated with the element, the *uri* component of *name* will be `None`. The object passed as *attrs* may be re-used by the parser; holding on to a reference to it is not a reliable way to keep a copy of the attributes. To keep a copy of the attributes, use the *copy()* method of the *attrs* object.

Parsers may set the *qname* parameter to `None`, unless the `feature_namespace_prefixes` feature is activated.

ContentHandler.**endElementNS**(*name*, *qname*)

Signals the end of an element in namespace mode.

The *name* parameter contains the name of the element type, just as with the *startElementNS()* method, likewise the *qname* parameter.

ContentHandler.**characters**(*content*)

Receive notification of character data.

The Parser will call this method to report each chunk of character data. SAX parsers may return all contiguous character data in a single chunk, or they may split it into several chunks; however, all of the characters in any single event must come from the same external entity so that the Locator provides useful information.

content may be a string or bytes instance; the `expat` reader module always produces strings.

Note : The earlier SAX 1 interface provided by the Python XML Special Interest Group used a more Java-like interface for this method. Since most parsers used from Python did not take advantage of the older interface, the simpler signature was chosen to replace it. To convert old code to the new interface, use *content* instead of slicing content with the old *offset* and *length* parameters.

ContentHandler.**ignorableWhitespace**(*whitespace*)
Receive notification of ignorable whitespace in element content.

Validating Parsers must use this method to report each chunk of ignorable whitespace (see the W3C XML 1.0 recommendation, section 2.10) : non-validating parsers may also use this method if they are capable of parsing and using content models.

SAX parsers may return all contiguous whitespace in a single chunk, or they may split it into several chunks ; however, all of the characters in any single event must come from the same external entity, so that the Locator provides useful information.

ContentHandler.**processingInstruction**(*target*, *data*)
Receive notification of a processing instruction.

The Parser will invoke this method once for each processing instruction found : note that processing instructions may occur before or after the main document element.

A SAX parser should never report an XML declaration (XML 1.0, section 2.8) or a text declaration (XML 1.0, section 4.3.1) using this method.

ContentHandler.**skippedEntity**(*name*)
Receive notification of a skipped entity.

The Parser will invoke this method once for each entity skipped. Non-validating processors may skip entities if they have not seen the declarations (because, for example, the entity was declared in an external DTD subset). All processors may skip external entities, depending on the values of the `feature_external_ges` and the `feature_external_pes` properties.

21.10.2 DTDHandler Objects

DTDHandler instances provide the following methods :

DTDHandler.**notationDecl**(*name*, *publicId*, *systemId*)
Handle a notation declaration event.

DTDHandler.**unparsedEntityDecl**(*name*, *publicId*, *systemId*, *ndata*)
Handle an unparsed entity declaration event.

21.10.3 EntityResolver Objects

EntityResolver.**resolveEntity**(*publicId*, *systemId*)
Resolve the system identifier of an entity and return either the system identifier to read from as a string, or an InputSource to read from. The default implementation returns *systemId*.

21.10.4 ErrorHandler Objects

Objects with this interface are used to receive error and warning information from the *XMLReader*. If you create an object that implements this interface, then register the object with your *XMLReader*, the parser will call the methods in your object to report all warnings and errors. There are three levels of errors available : warnings, (possibly) recoverable errors, and unrecoverable errors. All methods take a `SAXParseException` as the only parameter. Errors and warnings may be converted to an exception by raising the passed-in exception object.

ErrorHandler.**error**(*exception*)
Called when the parser encounters a recoverable error. If this method does not raise an exception, parsing may continue, but further document information should not be expected by the application. Allowing the parser to continue may allow additional errors to be discovered in the input document.

ErrorHandler.**fatalError**(*exception*)
Called when the parser encounters an error it cannot recover from ; parsing is expected to terminate when this method returns.

ErrorHandler.**warning**(*exception*)
Called when the parser presents minor warning information to the application. Parsing is expected to continue when this method returns, and document information will continue to be passed to the application. Raising an exception in this method will cause parsing to end.

21.11 xml.sax.saxutils — Utilitaires SAX

Code source : Lib/xml/sax/saxutils.py

Le module *xml.sax.saxutils* contient des classes et fonctions qui sont fréquemment utiles en créant des applications SAX, soit en utilisation directe, soit en classes de base.

xml.sax.saxutils.**escape**(*data*, *entities={}*)
Échappe `'&'`, `'<'`, et `'>'` dans une chaine de caractères de données.

Vous pouvez échapper d'autres chaines de caractères de données en passant un dictionnaire au paramètre optionnel *entities*. Les clés et valeurs doivent toutes être des chaines de caractères ; chaque clé sera remplacée par sa valeur correspondante. Les caractères `'&'`, `'<'` et `'>'` sont toujours échappés même si *entities* est donné en paramètre.

xml.sax.saxutils.**unescape**(*data*, *entities={}*)
Parse `'&'`, `'<'`, et `'>'` dans une chaine de caractères de données.

Vous pouvez dé-échapper d'autres chaines de caractères de données en passant un dictionnaire au paramètre optionnel *entities*. Les clés et valeurs doivent toutes être des chaines de caractères ; chaque clé sera remplacée par sa valeur correspondante. Les caractères `'&'`, `'<'` et `'>'` sont toujours dé-échappés même si *entities* est donné en paramètre.

xml.sax.saxutils.**quoteattr**(*data*, *entities={}*)
Similaire à *escape()*, mais prépare aussi *data* pour être utilisé comme une valeur d'attribut. La valeur renvoyée est une version entre guillemets de *data* avec tous les remplacements supplémentaires nécessaires. *quoteattr()* va sélectionner un caractère guillemet basé sur le contenu de *data*, en essayant d'éviter d'encoder tous les caractères guillemets dans la chaine de caractères. Si les caractères guillemet simple et guillemets sont déjà dans *data*, les caractères guillemets simples seront encodés et *data* sera entouré de guillemets. La chaine de caractères résultante pourra être utilisée en tant que valeur d'attribut :

```
>>> print("<element attr=%s>" % quoteattr("ab ' cd \" ef"))
<element attr="ab ' cd &quot; ef">
```

Cette fonction est utile quand vous générez des valeurs d'attributs pour du HTML ou n'importe quel SGML en utilisant la syntaxe concrète de référence.

class xml.sax.saxutils.**XMLGenerator**(*out=None*, *encoding='iso-8859-1'*, *short_empty_elements=False*)
Cette classe implémente l'interface *ContentHandler* en écrivant les événements SAX dans un document XML. En d'autres termes, utiliser un *XMLGenerator* en tant que gestionnaire de contenu reproduira le document original qui était analysé. *out* devrait être un objet de type fichier qui est par défaut *sys.stdout*. *encoding* est l'encodage du flux de sortie qui est par défaut `'iso-8859-1'`. *short_empty_elements* contrôle le formatage des éléments qui ne contiennent rien : si `False` (par défaut), ils sont émis comme une paire de balises (début, fin). Si la valeur est `True`, ils sont émis comme une balise seule auto-fermante.

Nouveau dans la version 3.2 : Le paramètre *short_empty_elements*.

class xml.sax.saxutils.**XMLFilterBase**(*base*)
Cette classe est faite pour être entre *XMLReader* et le gestionnaire des événements de l'application client. Par défaut, elle ne fait rien mais passe les requêtes au lecteur et les événements au gestionnaire sans les modifier, mais des sous-classes peuvent surcharger des méthodes spécifiques pour modifier le flux d'événements ou la configuration des requêtes à leur passage.

xml.sax.saxutils.**prepare_input_source**(*source*, *base=''*)
Cette fonction prend en entrée une source et une URL de base optionnelle et retourne un objet complétement résolue *InputSource* prêt pour être lu. La source d'entrée peut être donnée comme une chaine de caractère,

un objet type fichier, ou un objet *InputSource*; Les analyseurs utiliseront cette fonction pour gérer le polymorphisme de l'argument *source* à leur méthode `parse()`.

21.12 `xml.sax.xmlreader` --- Interface for XML parsers

Source code : Lib/xml/sax/xmlreader.py

SAX parsers implement the *XMLReader* interface. They are implemented in a Python module, which must provide a function `create_parser()`. This function is invoked by *xml.sax.make_parser()* with no arguments to create a new parser object.

class xml.sax.xmlreader.**XMLReader**
Base class which can be inherited by SAX parsers.

class xml.sax.xmlreader.**IncrementalParser**
In some cases, it is desirable not to parse an input source at once, but to feed chunks of the document as they get available. Note that the reader will normally not read the entire file, but read it in chunks as well; still `parse()` won't return until the entire document is processed. So these interfaces should be used if the blocking behaviour of `parse()` is not desirable.

When the parser is instantiated it is ready to begin accepting data from the feed method immediately. After parsing has been finished with a call to close the reset method must be called to make the parser ready to accept new data, either from feed or using the parse method.

Note that these methods must *not* be called during parsing, that is, after parse has been called and before it returns.

By default, the class also implements the parse method of the XMLReader interface using the feed, close and reset methods of the IncrementalParser interface as a convenience to SAX 2.0 driver writers.

class xml.sax.xmlreader.**Locator**
Interface for associating a SAX event with a document location. A locator object will return valid results only during calls to DocumentHandler methods; at any other time, the results are unpredictable. If information is not available, methods may return `None`.

class xml.sax.xmlreader.**InputSource**(*system_id=None*)
Encapsulation of the information needed by the *XMLReader* to read entities.

This class may include information about the public identifier, system identifier, byte stream (possibly with character encoding information) and/or the character stream of an entity.

Applications will create objects of this class for use in the *XMLReader.parse()* method and for returning from EntityResolver.resolveEntity.

An *InputSource* belongs to the application, the *XMLReader* is not allowed to modify *InputSource* objects passed to it from the application, although it may make copies and modify those.

class xml.sax.xmlreader.**AttributesImpl**(*attrs*)
This is an implementation of the `Attributes` interface (see section *The Attributes Interface*). This is a dictionary-like object which represents the element attributes in a `startElement()` call. In addition to the most useful dictionary operations, it supports a number of other methods as described by the interface. Objects of this class should be instantiated by readers; *attrs* must be a dictionary-like object containing a mapping from attribute names to attribute values.

class xml.sax.xmlreader.**AttributesNSImpl**(*attrs*, *qnames*)
Namespace-aware variant of *AttributesImpl*, which will be passed to `startElementNS()`. It is derived from *AttributesImpl*, but understands attribute names as two-tuples of *namespaceURI* and *localname*. In addition, it provides a number of methods expecting qualified names as they appear in the original document. This class implements the `AttributesNS` interface (see section *The AttributesNS Interface*).

21.12.1 XMLReader Objects

The *XMLReader* interface supports the following methods :

XMLReader.**parse**(*source*)
Process an input source, producing SAX events. The *source* object can be a system identifier (a string identifying the input source -- typically a file name or a URL), a file-like object, or an *InputSource* object. When *parse()* returns, the input is completely processed, and the parser object can be discarded or reset.

Modifié dans la version 3.5 : Added support of character streams.

XMLReader.**getContentHandler**()
Return the current *ContentHandler*.

XMLReader.**setContentHandler**(*handler*)
Set the current *ContentHandler*. If no *ContentHandler* is set, content events will be discarded.

XMLReader.**getDTDHandler**()
Return the current *DTDHandler*.

XMLReader.**setDTDHandler**(*handler*)
Set the current *DTDHandler*. If no *DTDHandler* is set, DTD events will be discarded.

XMLReader.**getEntityResolver**()
Return the current *EntityResolver*.

XMLReader.**setEntityResolver**(*handler*)
Set the current *EntityResolver*. If no *EntityResolver* is set, attempts to resolve an external entity will result in opening the system identifier for the entity, and fail if it is not available.

XMLReader.**getErrorHandler**()
Return the current *ErrorHandler*.

XMLReader.**setErrorHandler**(*handler*)
Set the current error handler. If no *ErrorHandler* is set, errors will be raised as exceptions, and warnings will be printed.

XMLReader.**setLocale**(*locale*)
Allow an application to set the locale for errors and warnings.

SAX parsers are not required to provide localization for errors and warnings; if they cannot support the requested locale, however, they must raise a SAX exception. Applications may request a locale change in the middle of a parse.

XMLReader.**getFeature**(*featurename*)
Return the current setting for feature *featurename*. If the feature is not recognized, `SAXNotRecognizedException` is raised. The well-known featurenames are listed in the module *xml.sax.handler*.

XMLReader.**setFeature**(*featurename*, *value*)
Set the *featurename* to *value*. If the feature is not recognized, `SAXNotRecognizedException` is raised. If the feature or its setting is not supported by the parser, *SAXNotSupportedException* is raised.

XMLReader.**getProperty**(*propertyname*)
Return the current setting for property *propertyname*. If the property is not recognized, a `SAXNotRecognizedException` is raised. The well-known propertynames are listed in the module *xml.sax.handler*.

XMLReader.**setProperty**(*propertyname*, *value*)
Set the *propertyname* to *value*. If the property is not recognized, `SAXNotRecognizedException` is raised. If the property or its setting is not supported by the parser, *SAXNotSupportedException* is raised.

21.12.2 IncrementalParser Objects

Instances of *IncrementalParser* offer the following additional methods :

IncrementalParser.**feed**(*data*)
Process a chunk of *data*.

IncrementalParser.**close**()
Assume the end of the document. That will check well-formedness conditions that can be checked only at the end, invoke handlers, and may clean up resources allocated during parsing.

IncrementalParser.**reset**()
This method is called after close has been called to reset the parser so that it is ready to parse new documents. The results of calling parse or feed after close without calling reset are undefined.

21.12.3 Locator Objects

Instances of *Locator* provide these methods :

Locator.**getColumnNumber**()
Return the column number where the current event begins.

Locator.**getLineNumber**()
Return the line number where the current event begins.

Locator.**getPublicId**()
Return the public identifier for the current event.

Locator.**getSystemId**()
Return the system identifier for the current event.

21.12.4 InputSource Objects

InputSource.**setPublicId**(*id*)
Sets the public identifier of this *InputSource*.

InputSource.**getPublicId**()
Returns the public identifier of this *InputSource*.

InputSource.**setSystemId**(*id*)
Sets the system identifier of this *InputSource*.

InputSource.**getSystemId**()
Returns the system identifier of this *InputSource*.

InputSource.**setEncoding**(*encoding*)
Sets the character encoding of this *InputSource*.

The encoding must be a string acceptable for an XML encoding declaration (see section 4.3.3 of the XML recommendation).

The encoding attribute of the *InputSource* is ignored if the *InputSource* also contains a character stream.

InputSource.**getEncoding**()
Get the character encoding of this InputSource.

InputSource.**setByteStream**(*bytefile*)
Set the byte stream (a *binary file*) for this input source.

The SAX parser will ignore this if there is also a character stream specified, but it will use a byte stream in preference to opening a URI connection itself.

If the application knows the character encoding of the byte stream, it should set it with the setEncoding method.

InputSource.**getByteStream**()
Get the byte stream for this input source.
The getEncoding method will return the character encoding for this byte stream, or None if unknown.

InputSource.**setCharacterStream**(*charfile*)
Set the character stream (a *text file*) for this input source.
If there is a character stream specified, the SAX parser will ignore any byte stream and will not attempt to open a URI connection to the system identifier.

InputSource.**getCharacterStream**()
Get the character stream for this input source.

21.12.5 The Attributes Interface

Attributes objects implement a portion of the *mapping protocol*, including the methods copy(), get(), __contains__(), items(), keys(), and values(). The following methods are also provided :

Attributes.**getLength**()
Return the number of attributes.

Attributes.**getNames**()
Return the names of the attributes.

Attributes.**getType**(*name*)
Returns the type of the attribute *name*, which is normally 'CDATA'.

Attributes.**getValue**(*name*)
Return the value of attribute *name*.

21.12.6 The AttributesNS Interface

This interface is a subtype of the Attributes interface (see section *The Attributes Interface*). All methods supported by that interface are also available on AttributesNS objects.

The following methods are also available :

AttributesNS.**getValueByQName**(*name*)
Return the value for a qualified name.

AttributesNS.**getNameByQName**(*name*)
Return the (namespace, localname) pair for a qualified *name*.

AttributesNS.**getQNameByName**(*name*)
Return the qualified name for a (namespace, localname) pair.

AttributesNS.**getQNames**()
Return the qualified names of all attributes.

21.13 xml.parsers.expat --- Fast XML parsing using Expat

Avertissement : The pyexpat module is not secure against maliciously constructed data. If you need to parse untrusted or unauthenticated data see *Vulnérabilités XML*.

The *xml.parsers.expat* module is a Python interface to the Expat non-validating XML parser. The module provides a single extension type, xmlparser, that represents the current state of an XML parser. After an xmlparser object has been created, various attributes of the object can be set to handler functions. When an XML

document is then fed to the parser, the handler functions are called for the character data and markup in the XML document.

This module uses the `pyexpat` module to provide access to the Expat parser. Direct use of the `pyexpat` module is deprecated.

This module provides one exception and one type object :

exception `xml.parsers.expat.`**ExpatError**
The exception raised when Expat reports an error. See section *ExpatError Exceptions* for more information on interpreting Expat errors.

exception `xml.parsers.expat.`**error**
Alias for *ExpatError*.

`xml.parsers.expat.`**XMLParserType**
The type of the return values from the *ParserCreate()* function.

The *xml.parsers.expat* module contains two functions :

`xml.parsers.expat.`**ErrorString**(*errno*)
Returns an explanatory string for a given error number *errno*.

`xml.parsers.expat.`**ParserCreate**(*encoding=None*, *namespace_separator=None*)
Creates and returns a new `xmlparser` object. *encoding*, if specified, must be a string naming the encoding used by the XML data. Expat doesn't support as many encodings as Python does, and its repertoire of encodings can't be extended ; it supports UTF-8, UTF-16, ISO-8859-1 (Latin1), and ASCII. If *encoding* [1] is given it will override the implicit or explicit encoding of the document.

Expat can optionally do XML namespace processing for you, enabled by providing a value for *namespace_separator*. The value must be a one-character string ; a *ValueError* will be raised if the string has an illegal length (`None` is considered the same as omission). When namespace processing is enabled, element type names and attribute names that belong to a namespace will be expanded. The element name passed to the element handlers `StartElementHandler` and `EndElementHandler` will be the concatenation of the namespace URI, the namespace separator character, and the local part of the name. If the namespace separator is a zero byte (`chr(0)`) then the namespace URI and the local part will be concatenated without any separator.

For example, if *namespace_separator* is set to a space character (`' '`) and the following document is parsed :

```
<?xml version="1.0"?>
<root xmlns    = "http://default-namespace.org/"
      xmlns:py = "http://www.python.org/ns/">
  <py:elem1 />
  <elem2 xmlns="" />
</root>
```

`StartElementHandler` will receive the following strings for each element :

```
http://default-namespace.org/ root
http://www.python.org/ns/ elem1
elem2
```

Due to limitations in the `Expat` library used by `pyexpat`, the `xmlparser` instance returned can only be used to parse a single XML document. Call `ParserCreate` for each document to provide unique parser instances.

Voir aussi :

The Expat XML Parser Home page of the Expat project.

1. The encoding string included in XML output should conform to the appropriate standards. For example, "UTF-8" is valid, but "UTF8" is not. See https://www.w3.org/TR/2006/REC-xml11-20060816/#NT-EncodingDecl and https://www.iana.org/assignments/character-sets/character-sets.xhtml.

21.13.1 XMLParser Objects

`xmlparser` objects have the following methods :

`xmlparser.`**`Parse`**`(`*data*[`,` *isfinal*]`)`
Parses the contents of the string *data*, calling the appropriate handler functions to process the parsed data. *isfinal* must be true on the final call to this method ; it allows the parsing of a single file in fragments, not the submission of multiple files. *data* can be the empty string at any time.

`xmlparser.`**`ParseFile`**`(`*file*`)`
Parse XML data reading from the object *file*. *file* only needs to provide the `read(nbytes)` method, returning the empty string when there's no more data.

`xmlparser.`**`SetBase`**`(`*base*`)`
Sets the base to be used for resolving relative URIs in system identifiers in declarations. Resolving relative identifiers is left to the application : this value will be passed through as the *base* argument to the *ExternalEntityRefHandler()*, *NotationDeclHandler()*, and *UnparsedEntityDeclHandler()* functions.

`xmlparser.`**`GetBase`**`()`
Returns a string containing the base set by a previous call to *SetBase()*, or `None` if *SetBase()* hasn't been called.

`xmlparser.`**`GetInputContext`**`()`
Returns the input data that generated the current event as a string. The data is in the encoding of the entity which contains the text. When called while an event handler is not active, the return value is `None`.

`xmlparser.`**`ExternalEntityParserCreate`**`(`*context*[`,` *encoding*]`)`
Create a "child" parser which can be used to parse an external parsed entity referred to by content parsed by the parent parser. The *context* parameter should be the string passed to the *ExternalEntityRefHandler()* handler function, described below. The child parser is created with the *ordered_attributes* and *specified_attributes* set to the values of this parser.

`xmlparser.`**`SetParamEntityParsing`**`(`*flag*`)`
Control parsing of parameter entities (including the external DTD subset). Possible *flag* values are `XML_PARAM_ENTITY_PARSING_NEVER`, `XML_PARAM_ENTITY_PARSING_UNLESS_STANDALONE` and `XML_PARAM_ENTITY_PARSING_ALWAYS`. Return true if setting the flag was successful.

`xmlparser.`**`UseForeignDTD`**`(`[*flag*]`)`
Calling this with a true value for *flag* (the default) will cause Expat to call the *ExternalEntityRefHandler* with *None* for all arguments to allow an alternate DTD to be loaded. If the document does not contain a document type declaration, the *ExternalEntityRefHandler* will still be called, but the *StartDoctypeDeclHandler* and *EndDoctypeDeclHandler* will not be called.

Passing a false value for *flag* will cancel a previous call that passed a true value, but otherwise has no effect.

This method can only be called before the *Parse()* or *ParseFile()* methods are called ; calling it after either of those have been called causes *ExpatError* to be raised with the *code* attribute set to `errors.codes[errors.XML_ERROR_CANT_CHANGE_FEATURE_ONCE_PARSING]`.

`xmlparser` objects have the following attributes :

`xmlparser.`**`buffer_size`**
The size of the buffer used when *buffer_text* is true. A new buffer size can be set by assigning a new integer value to this attribute. When the size is changed, the buffer will be flushed.

`xmlparser.`**`buffer_text`**
Setting this to true causes the `xmlparser` object to buffer textual content returned by Expat to avoid multiple calls to the *CharacterDataHandler()* callback whenever possible. This can improve performance substantially since Expat normally breaks character data into chunks at every line ending. This attribute is false by default, and may be changed at any time.

xmlparser.**buffer_used**
If *buffer_text* is enabled, the number of bytes stored in the buffer. These bytes represent UTF-8 encoded text. This attribute has no meaningful interpretation when *buffer_text* is false.

xmlparser.**ordered_attributes**
Setting this attribute to a non-zero integer causes the attributes to be reported as a list rather than a dictionary. The attributes are presented in the order found in the document text. For each attribute, two list entries are presented : the attribute name and the attribute value. (Older versions of this module also used this format.) By default, this attribute is false ; it may be changed at any time.

xmlparser.**specified_attributes**
If set to a non-zero integer, the parser will report only those attributes which were specified in the document instance and not those which were derived from attribute declarations. Applications which set this need to be especially careful to use what additional information is available from the declarations as needed to comply with the standards for the behavior of XML processors. By default, this attribute is false ; it may be changed at any time.

The following attributes contain values relating to the most recent error encountered by an xmlparser object, and will only have correct values once a call to Parse() or ParseFile() has raised an *xml.parsers.expat.ExpatError* exception.

xmlparser.**ErrorByteIndex**
Byte index at which an error occurred.

xmlparser.**ErrorCode**
Numeric code specifying the problem. This value can be passed to the *ErrorString()* function, or compared to one of the constants defined in the errors object.

xmlparser.**ErrorColumnNumber**
Column number at which an error occurred.

xmlparser.**ErrorLineNumber**
Line number at which an error occurred.

The following attributes contain values relating to the current parse location in an xmlparser object. During a callback reporting a parse event they indicate the location of the first of the sequence of characters that generated the event. When called outside of a callback, the position indicated will be just past the last parse event (regardless of whether there was an associated callback).

xmlparser.**CurrentByteIndex**
Current byte index in the parser input.

xmlparser.**CurrentColumnNumber**
Current column number in the parser input.

xmlparser.**CurrentLineNumber**
Current line number in the parser input.

Here is the list of handlers that can be set. To set a handler on an xmlparser object *o*, use o.handlername = func. *handlername* must be taken from the following list, and *func* must be a callable object accepting the correct number of arguments. The arguments are all strings, unless otherwise stated.

xmlparser.**XmlDeclHandler**(*version*, *encoding*, *standalone*)
Called when the XML declaration is parsed. The XML declaration is the (optional) declaration of the applicable version of the XML recommendation, the encoding of the document text, and an optional "standalone" declaration. *version* and *encoding* will be strings, and *standalone* will be 1 if the document is declared standalone, 0 if it is declared not to be standalone, or -1 if the standalone clause was omitted. This is only available with Expat version 1.95.0 or newer.

xmlparser.**StartDoctypeDeclHandler**(*doctypeName*, *systemId*, *publicId*, *has_internal_subset*)
Called when Expat begins parsing the document type declaration (<!DOCTYPE ...). The *doctypeName* is provided exactly as presented. The *systemId* and *publicId* parameters give the system and public identifiers if specified, or None if omitted. *has_internal_subset* will be true if the document contains and internal document declaration subset. This requires Expat version 1.2 or newer.

xmlparser.**EndDoctypeDeclHandler**()
Called when Expat is done parsing the document type declaration. This requires Expat version 1.2 or newer.

xmlparser.**ElementDeclHandler**(*name*, *model*)
Called once for each element type declaration. *name* is the name of the element type, and *model* is a representation of the content model.

xmlparser.**AttlistDeclHandler**(*elname*, *attname*, *type*, *default*, *required*)
Called for each declared attribute for an element type. If an attribute list declaration declares three attributes, this handler is called three times, once for each attribute. *elname* is the name of the element to which the declaration applies and *attname* is the name of the attribute declared. The attribute type is a string passed as *type*; the possible values are `'CDATA'`, `'ID'`, `'IDREF'`, ... *default* gives the default value for the attribute used when the attribute is not specified by the document instance, or `None` if there is no default value (`#IMPLIED` values). If the attribute is required to be given in the document instance, *required* will be true. This requires Expat version 1.95.0 or newer.

xmlparser.**StartElementHandler**(*name*, *attributes*)
Called for the start of every element. *name* is a string containing the element name, and *attributes* is the element attributes. If *ordered_attributes* is true, this is a list (see *ordered_attributes* for a full description). Otherwise it's a dictionary mapping names to values.

xmlparser.**EndElementHandler**(*name*)
Called for the end of every element.

xmlparser.**ProcessingInstructionHandler**(*target*, *data*)
Called for every processing instruction.

xmlparser.**CharacterDataHandler**(*data*)
Called for character data. This will be called for normal character data, CDATA marked content, and ignorable whitespace. Applications which must distinguish these cases can use the *StartCdataSectionHandler*, *EndCdataSectionHandler*, and *ElementDeclHandler* callbacks to collect the required information.

xmlparser.**UnparsedEntityDeclHandler**(*entityName*, *base*, *systemId*, *publicId*, *notationName*)
Called for unparsed (NDATA) entity declarations. This is only present for version 1.2 of the Expat library; for more recent versions, use *EntityDeclHandler* instead. (The underlying function in the Expat library has been declared obsolete.)

xmlparser.**EntityDeclHandler**(*entityName*, *is_parameter_entity*, *value*, *base*, *systemId*, *publicId*, *notationName*)
Called for all entity declarations. For parameter and internal entities, *value* will be a string giving the declared contents of the entity; this will be `None` for external entities. The *notationName* parameter will be `None` for parsed entities, and the name of the notation for unparsed entities. *is_parameter_entity* will be true if the entity is a parameter entity or false for general entities (most applications only need to be concerned with general entities). This is only available starting with version 1.95.0 of the Expat library.

xmlparser.**NotationDeclHandler**(*notationName*, *base*, *systemId*, *publicId*)
Called for notation declarations. *notationName*, *base*, and *systemId*, and *publicId* are strings if given. If the public identifier is omitted, *publicId* will be `None`.

xmlparser.**StartNamespaceDeclHandler**(*prefix*, *uri*)
Called when an element contains a namespace declaration. Namespace declarations are processed before the *StartElementHandler* is called for the element on which declarations are placed.

xmlparser.**EndNamespaceDeclHandler**(*prefix*)
Called when the closing tag is reached for an element that contained a namespace declaration. This is called once for each namespace declaration on the element in the reverse of the order for which the *StartNamespaceDeclHandler* was called to indicate the start of each namespace declaration's scope. Calls to this handler are made after the corresponding *EndElementHandler* for the end of the element.

xmlparser.**CommentHandler**(*data*)
Called for comments. *data* is the text of the comment, excluding the leading `'<!--'` and trailing `'-->'`.

xmlparser.**StartCdataSectionHandler**()
Called at the start of a CDATA section. This and *EndCdataSectionHandler* are needed to be able to

identify the syntactical start and end for CDATA sections.

xmlparser.**EndCdataSectionHandler**()
Called at the end of a CDATA section.

xmlparser.**DefaultHandler**(*data*)
Called for any characters in the XML document for which no applicable handler has been specified. This means characters that are part of a construct which could be reported, but for which no handler has been supplied.

xmlparser.**DefaultHandlerExpand**(*data*)
This is the same as the *DefaultHandler()*, but doesn't inhibit expansion of internal entities. The entity reference will not be passed to the default handler.

xmlparser.**NotStandaloneHandler**()
Called if the XML document hasn't been declared as being a standalone document. This happens when there is an external subset or a reference to a parameter entity, but the XML declaration does not set standalone to `yes` in an XML declaration. If this handler returns `0`, then the parser will raise an `XML_ERROR_NOT_STANDALONE` error. If this handler is not set, no exception is raised by the parser for this condition.

xmlparser.**ExternalEntityRefHandler**(*context*, *base*, *systemId*, *publicId*)
Called for references to external entities. *base* is the current base, as set by a previous call to *SetBase()*. The public and system identifiers, *systemId* and *publicId*, are strings if given ; if the public identifier is not given, *publicId* will be `None`. The *context* value is opaque and should only be used as described below.

For external entities to be parsed, this handler must be implemented. It is responsible for creating the sub-parser using `ExternalEntityParserCreate(context)`, initializing it with the appropriate callbacks, and parsing the entity. This handler should return an integer ; if it returns `0`, the parser will raise an `XML_ERROR_EXTERNAL_ENTITY_HANDLING` error, otherwise parsing will continue.

If this handler is not provided, external entities are reported by the *DefaultHandler* callback, if provided.

21.13.2 ExpatError Exceptions

ExpatError exceptions have a number of interesting attributes :

ExpatError.**code**
Expat's internal error number for the specific error. The *errors.messages* dictionary maps these error numbers to Expat's error messages. For example :

```
from xml.parsers.expat import ParserCreate, ExpatError, errors

p = ParserCreate()
try:
    p.Parse(some_xml_document)
except ExpatError as err:
    print("Error:", errors.messages[err.code])
```

The *errors* module also provides error message constants and a dictionary *codes* mapping these messages back to the error codes, see below.

ExpatError.**lineno**
Line number on which the error was detected. The first line is numbered `1`.

ExpatError.**offset**
Character offset into the line where the error occurred. The first column is numbered `0`.

21.13.3 Exemple

The following program defines three handlers that just print out their arguments.

```
import xml.parsers.expat

# 3 handler functions
def start_element(name, attrs):
    print('Start element:', name, attrs)
def end_element(name):
    print('End element:', name)
def char_data(data):
    print('Character data:', repr(data))

p = xml.parsers.expat.ParserCreate()

p.StartElementHandler = start_element
p.EndElementHandler = end_element
p.CharacterDataHandler = char_data

p.Parse("""<?xml version="1.0"?>
<parent id="top"><child1 name="paul">Text goes here</child1>
<child2 name="fred">More text</child2>
</parent>""", 1)
```

The output from this program is :

```
Start element: parent {'id': 'top'}
Start element: child1 {'name': 'paul'}
Character data: 'Text goes here'
End element: child1
Character data: '\n'
Start element: child2 {'name': 'fred'}
Character data: 'More text'
End element: child2
Character data: '\n'
End element: parent
```

21.13.4 Content Model Descriptions

Content models are described using nested tuples. Each tuple contains four values : the type, the quantifier, the name, and a tuple of children. Children are simply additional content model descriptions.

The values of the first two fields are constants defined in the *xml.parsers.expat.model* module. These constants can be collected in two groups : the model type group and the quantifier group.

The constants in the model type group are :

xml.parsers.expat.model.**XML_CTYPE_ANY**
: The element named by the model name was declared to have a content model of `ANY`.

xml.parsers.expat.model.**XML_CTYPE_CHOICE**
: The named element allows a choice from a number of options; this is used for content models such as `(A | B | C)`.

xml.parsers.expat.model.**XML_CTYPE_EMPTY**
: Elements which are declared to be `EMPTY` have this model type.

xml.parsers.expat.model.**XML_CTYPE_MIXED**

xml.parsers.expat.model.**XML_CTYPE_NAME**

xml.parsers.expat.model.**XML_CTYPE_SEQ**
Models which represent a series of models which follow one after the other are indicated with this model type. This is used for models such as `(A, B, C)`.

The constants in the quantifier group are :

xml.parsers.expat.model.**XML_CQUANT_NONE**
No modifier is given, so it can appear exactly once, as for `A`.

xml.parsers.expat.model.**XML_CQUANT_OPT**
The model is optional : it can appear once or not at all, as for `A?`.

xml.parsers.expat.model.**XML_CQUANT_PLUS**
The model must occur one or more times (like `A+`).

xml.parsers.expat.model.**XML_CQUANT_REP**
The model must occur zero or more times, as for `A*`.

21.13.5 Expat error constants

The following constants are provided in the *xml.parsers.expat.errors* module. These constants are useful in interpreting some of the attributes of the `ExpatError` exception objects raised when an error has occurred. Since for backwards compatibility reasons, the constants' value is the error *message* and not the numeric error *code*, you do this by comparing its *code* attribute with `errors.codes[errors.XML_ERROR_`*CONSTANT_NAME*`]`.

The `errors` module has the following attributes :

xml.parsers.expat.errors.**codes**
A dictionary mapping numeric error codes to their string descriptions.
Nouveau dans la version 3.2.

xml.parsers.expat.errors.**messages**
A dictionary mapping string descriptions to their error codes.
Nouveau dans la version 3.2.

xml.parsers.expat.errors.**XML_ERROR_ASYNC_ENTITY**

xml.parsers.expat.errors.**XML_ERROR_ATTRIBUTE_EXTERNAL_ENTITY_REF**
An entity reference in an attribute value referred to an external entity instead of an internal entity.

xml.parsers.expat.errors.**XML_ERROR_BAD_CHAR_REF**
A character reference referred to a character which is illegal in XML (for example, character `0`, or '`&#0;`').

xml.parsers.expat.errors.**XML_ERROR_BINARY_ENTITY_REF**
An entity reference referred to an entity which was declared with a notation, so cannot be parsed.

xml.parsers.expat.errors.**XML_ERROR_DUPLICATE_ATTRIBUTE**
An attribute was used more than once in a start tag.

xml.parsers.expat.errors.**XML_ERROR_INCORRECT_ENCODING**

xml.parsers.expat.errors.**XML_ERROR_INVALID_TOKEN**
Raised when an input byte could not properly be assigned to a character ; for example, a NUL byte (value `0`) in a UTF-8 input stream.

xml.parsers.expat.errors.**XML_ERROR_JUNK_AFTER_DOC_ELEMENT**
Something other than whitespace occurred after the document element.

xml.parsers.expat.errors.**XML_ERROR_MISPLACED_XML_PI**
An XML declaration was found somewhere other than the start of the input data.

xml.parsers.expat.errors.**XML_ERROR_NO_ELEMENTS**
The document contains no elements (XML requires all documents to contain exactly one top-level element)..

xml.parsers.expat.errors.**XML_ERROR_NO_MEMORY**
Expat was not able to allocate memory internally.

xml.parsers.expat.errors.**XML_ERROR_PARAM_ENTITY_REF**
A parameter entity reference was found where it was not allowed.

xml.parsers.expat.errors.**XML_ERROR_PARTIAL_CHAR**
An incomplete character was found in the input.

xml.parsers.expat.errors.**XML_ERROR_RECURSIVE_ENTITY_REF**
An entity reference contained another reference to the same entity; possibly via a different name, and possibly indirectly.

xml.parsers.expat.errors.**XML_ERROR_SYNTAX**
Some unspecified syntax error was encountered.

xml.parsers.expat.errors.**XML_ERROR_TAG_MISMATCH**
An end tag did not match the innermost open start tag.

xml.parsers.expat.errors.**XML_ERROR_UNCLOSED_TOKEN**
Some token (such as a start tag) was not closed before the end of the stream or the next token was encountered.

xml.parsers.expat.errors.**XML_ERROR_UNDEFINED_ENTITY**
A reference was made to an entity which was not defined.

xml.parsers.expat.errors.**XML_ERROR_UNKNOWN_ENCODING**
The document encoding is not supported by Expat.

xml.parsers.expat.errors.**XML_ERROR_UNCLOSED_CDATA_SECTION**
A CDATA marked section was not closed.

xml.parsers.expat.errors.**XML_ERROR_EXTERNAL_ENTITY_HANDLING**

xml.parsers.expat.errors.**XML_ERROR_NOT_STANDALONE**
The parser determined that the document was not "standalone" though it declared itself to be in the XML declaration, and the `NotStandaloneHandler` was set and returned `0`.

xml.parsers.expat.errors.**XML_ERROR_UNEXPECTED_STATE**

xml.parsers.expat.errors.**XML_ERROR_ENTITY_DECLARED_IN_PE**

xml.parsers.expat.errors.**XML_ERROR_FEATURE_REQUIRES_XML_DTD**
An operation was requested that requires DTD support to be compiled in, but Expat was configured without DTD support. This should never be reported by a standard build of the *xml.parsers.expat* module.

xml.parsers.expat.errors.**XML_ERROR_CANT_CHANGE_FEATURE_ONCE_PARSING**
A behavioral change was requested after parsing started that can only be changed before parsing has started. This is (currently) only raised by `UseForeignDTD()`.

xml.parsers.expat.errors.**XML_ERROR_UNBOUND_PREFIX**
An undeclared prefix was found when namespace processing was enabled.

xml.parsers.expat.errors.**XML_ERROR_UNDECLARING_PREFIX**
The document attempted to remove the namespace declaration associated with a prefix.

xml.parsers.expat.errors.**XML_ERROR_INCOMPLETE_PE**
A parameter entity contained incomplete markup.

xml.parsers.expat.errors.**XML_ERROR_XML_DECL**
The document contained no document element at all.

xml.parsers.expat.errors.**XML_ERROR_TEXT_DECL**
There was an error parsing a text declaration in an external entity.

xml.parsers.expat.errors.**XML_ERROR_PUBLICID**
Characters were found in the public id that are not allowed.

xml.parsers.expat.errors.**XML_ERROR_SUSPENDED**
The requested operation was made on a suspended parser, but isn't allowed. This includes attempts to provide additional input or to stop the parser.

xml.parsers.expat.errors.**XML_ERROR_NOT_SUSPENDED**
An attempt to resume the parser was made when the parser had not been suspended.

xml.parsers.expat.errors.**XML_ERROR_ABORTED**
This should not be reported to Python applications.

xml.parsers.expat.errors.**XML_ERROR_FINISHED**
The requested operation was made on a parser which was finished parsing input, but isn't allowed. This includes attempts to provide additional input or to stop the parser.

xml.parsers.expat.errors.**XML_ERROR_SUSPEND_PE**

Notes

CHAPITRE 22

Gestion des protocoles internet

Les modules documentés dans ce chapitre implémentent des protocoles relatifs à Internet et à ses technologies relatives. Ils sont tous implémentés en Python. La majorité de ces modules nécessitent la présence du module *socket* lui même dépendant du système, mais fourni sur la plupart des plateformes populaires. Voici une vue d'ensemble :

22.1 webbrowser --- Convenient Web-browser controller

Source code : Lib/webbrowser.py

The *webbrowser* module provides a high-level interface to allow displaying Web-based documents to users. Under most circumstances, simply calling the *open()* function from this module will do the right thing.

Under Unix, graphical browsers are preferred under X11, but text-mode browsers will be used if graphical browsers are not available or an X11 display isn't available. If text-mode browsers are used, the calling process will block until the user exits the browser.

If the environment variable BROWSER exists, it is interpreted as the *os.pathsep*-separated list of browsers to try ahead of the platform defaults. When the value of a list part contains the string %s, then it is interpreted as a literal browser command line to be used with the argument URL substituted for %s ; if the part does not contain %s, it is simply interpreted as the name of the browser to launch. [1]

For non-Unix platforms, or when a remote browser is available on Unix, the controlling process will not wait for the user to finish with the browser, but allow the remote browser to maintain its own windows on the display. If remote browsers are not available on Unix, the controlling process will launch a new browser and wait.

The script **webbrowser** can be used as a command-line interface for the module. It accepts a URL as the argument. It accepts the following optional parameters : -n opens the URL in a new browser window, if possible ; -t opens the URL in a new browser page ("tab"). The options are, naturally, mutually exclusive. Usage example :

```
python -m webbrowser -t "http://www.python.org"
```

L'exception suivante est définie :

exception webbrowser.**Error**
Exception raised when a browser control error occurs.

1. Executables named here without a full path will be searched in the directories given in the PATH environment variable.

Les fonctions suivantes sont définies :

webbrowser.**open**(*url*, *new=0*, *autoraise=True*)
Display *url* using the default browser. If *new* is 0, the *url* is opened in the same browser window if possible. If *new* is 1, a new browser window is opened if possible. If *new* is 2, a new browser page ("tab") is opened if possible. If *autoraise* is `True`, the window is raised if possible (note that under many window managers this will occur regardless of the setting of this variable).

Note that on some platforms, trying to open a filename using this function, may work and start the operating system's associated program. However, this is neither supported nor portable.

webbrowser.**open_new**(*url*)
Open *url* in a new window of the default browser, if possible, otherwise, open *url* in the only browser window.

webbrowser.**open_new_tab**(*url*)
Open *url* in a new page ("tab") of the default browser, if possible, otherwise equivalent to *open_new()*.

webbrowser.**get**(*using=None*)
Return a controller object for the browser type *using*. If *using* is `None`, return a controller for a default browser appropriate to the caller's environment.

webbrowser.**register**(*name*, *constructor*, *instance=None*, ***, *preferred=False*)
Register the browser type *name*. Once a browser type is registered, the *get()* function can return a controller for that browser type. If *instance* is not provided, or is `None`, *constructor* will be called without parameters to create an instance when needed. If *instance* is provided, *constructor* will never be called, and may be `None`.

Setting *preferred* to `True` makes this browser a preferred result for a *get()* call with no argument. Otherwise, this entry point is only useful if you plan to either set the `BROWSER` variable or call *get()* with a nonempty argument matching the name of a handler you declare.

Modifié dans la version 3.7 : *preferred* keyword-only parameter was added.

A number of browser types are predefined. This table gives the type names that may be passed to the *get()* function and the corresponding instantiations for the controller classes, all defined in this module.

Type Name	Class Name	Notes
`'mozilla'`	`Mozilla('mozilla')`	
`'firefox'`	`Mozilla('mozilla')`	
`'netscape'`	`Mozilla('netscape')`	
`'galeon'`	`Galeon('galeon')`	
`'epiphany'`	`Galeon('epiphany')`	
`'skipstone'`	`BackgroundBrowser('skipstone')`	
`'kfmclient'`	`Konqueror()`	(1)
`'konqueror'`	`Konqueror()`	(1)
`'kfm'`	`Konqueror()`	(1)
`'mosaic'`	`BackgroundBrowser('mosaic')`	
`'opera'`	`Opera()`	
`'grail'`	`Grail()`	
`'links'`	`GenericBrowser('links')`	
`'elinks'`	`Elinks('elinks')`	
`'lynx'`	`GenericBrowser('lynx')`	
`'w3m'`	`GenericBrowser('w3m')`	
`'windows-default'`	`WindowsDefault`	(2)
`'macosx'`	`MacOSX('default')`	(3)
`'safari'`	`MacOSX('safari')`	(3)
`'google-chrome'`	`Chrome('google-chrome')`	
`'chrome'`	`Chrome('chrome')`	
`'chromium'`	`Chromium('chromium')`	
`'chromium-browser'`	`Chromium('chromium-browser')`	

Notes :

(1) "Konqueror" is the file manager for the KDE desktop environment for Unix, and only makes sense to use if KDE is running. Some way of reliably detecting KDE would be nice ; the `KDEDIR` variable is not sufficient. Note also that the name "kfm" is used even when using the **`konqueror`** command with KDE 2 --- the implementation selects the best strategy for running Konqueror.

(2) Only on Windows platforms.

(3) Only on Mac OS X platform.

Nouveau dans la version 3.3 : Support for Chrome/Chromium has been added.

Here are some simple examples :

```
url = 'http://docs.python.org/'

# Open URL in a new tab, if a browser window is already open.
webbrowser.open_new_tab(url)

# Open URL in new window, raising the window if possible.
webbrowser.open_new(url)
```

22.1.1 Browser Controller Objects

Browser controllers provide these methods which parallel three of the module-level convenience functions :

`controller.`**`open`**(*url*, *new=0*, *autoraise=True*)
Display *url* using the browser handled by this controller. If *new* is 1, a new browser window is opened if possible. If *new* is 2, a new browser page ("tab") is opened if possible.

`controller.`**`open_new`**(*url*)
Open *url* in a new window of the browser handled by this controller, if possible, otherwise, open *url* in the only browser window. Alias *open_new()*.

`controller.`**`open_new_tab`**(*url*)
Open *url* in a new page ("tab") of the browser handled by this controller, if possible, otherwise equivalent to *open_new()*.

Notes

22.2 `cgi` --- Common Gateway Interface support

Code source : Lib/cgi.py

Support module for Common Gateway Interface (CGI) scripts.

This module defines a number of utilities for use by CGI scripts written in Python.

22.2.1 Introduction

A CGI script is invoked by an HTTP server, usually to process user input submitted through an HTML `<FORM>` or `<ISINDEX>` element.

Most often, CGI scripts live in the server's special `cgi-bin` directory. The HTTP server places all sorts of information about the request (such as the client's hostname, the requested URL, the query string, and lots of other goodies) in the script's shell environment, executes the script, and sends the script's output back to the client.

The script's input is connected to the client too, and sometimes the form data is read this way ; at other times the form data is passed via the "query string" part of the URL. This module is intended to take care of the different cases and

provide a simpler interface to the Python script. It also provides a number of utilities that help in debugging scripts, and the latest addition is support for file uploads from a form (if your browser supports it).

The output of a CGI script should consist of two sections, separated by a blank line. The first section contains a number of headers, telling the client what kind of data is following. Python code to generate a minimal header section looks like this :

```
print("Content-Type: text/html")     # HTML is following
print()                              # blank line, end of headers
```

The second section is usually HTML, which allows the client software to display nicely formatted text with header, in-line images, etc. Here's Python code that prints a simple piece of HTML :

```
print("<TITLE>CGI script output</TITLE>")
print("<H1>This is my first CGI script</H1>")
print("Hello, world!")
```

22.2.2 Using the cgi module

Begin by writing `import cgi`.

When you write a new script, consider adding these lines :

```
import cgitb
cgitb.enable()
```

This activates a special exception handler that will display detailed reports in the Web browser if any errors occur. If you'd rather not show the guts of your program to users of your script, you can have the reports saved to files instead, with code like this :

```
import cgitb
cgitb.enable(display=0, logdir="/path/to/logdir")
```

It's very helpful to use this feature during script development. The reports produced by *cgitb* provide information that can save you a lot of time in tracking down bugs. You can always remove the `cgitb` line later when you have tested your script and are confident that it works correctly.

To get at submitted form data, use the `FieldStorage` class. If the form contains non-ASCII characters, use the *encoding* keyword parameter set to the value of the encoding defined for the document. It is usually contained in the META tag in the HEAD section of the HTML document or by the *Content-Type* header). This reads the form contents from the standard input or the environment (depending on the value of various environment variables set according to the CGI standard). Since it may consume standard input, it should be instantiated only once.

The `FieldStorage` instance can be indexed like a Python dictionary. It allows membership testing with the `in` operator, and also supports the standard dictionary method *keys()* and the built-in function *len()*. Form fields containing empty strings are ignored and do not appear in the dictionary; to keep such values, provide a true value for the optional *keep_blank_values* keyword parameter when creating the `FieldStorage` instance.

For instance, the following code (which assumes that the *Content-Type* header and blank line have already been printed) checks that the fields `name` and `addr` are both set to a non-empty string :

```
form = cgi.FieldStorage()
if "name" not in form or "addr" not in form:
    print("<H1>Error</H1>")
    print("Please fill in the name and addr fields.")
    return
print("<p>name:", form["name"].value)
print("<p>addr:", form["addr"].value)
...further form processing here...
```

Here the fields, accessed through `form[key]`, are themselves instances of `FieldStorage` (or `MiniFieldStorage`, depending on the form encoding). The `value` attribute of the instance yields the

string value of the field. The `getvalue()` method returns this string value directly; it also accepts an optional second argument as a default to return if the requested key is not present.

If the submitted form data contains more than one field with the same name, the object retrieved by `form[key]` is not a `FieldStorage` or `MiniFieldStorage` instance but a list of such instances. Similarly, in this situation, `form.getvalue(key)` would return a list of strings. If you expect this possibility (when your HTML form contains multiple fields with the same name), use the *`getlist()`* method, which always returns a list of values (so that you do not need to special-case the single item case). For example, this code concatenates any number of username fields, separated by commas :

```
value = form.getlist("username")
usernames = ",".join(value)
```

If a field represents an uploaded file, accessing the value via the `value` attribute or the `getvalue()` method reads the entire file in memory as bytes. This may not be what you want. You can test for an uploaded file by testing either the `filename` attribute or the `file` attribute. You can then read the data from the `file` attribute before it is automatically closed as part of the garbage collection of the `FieldStorage` instance (the *`read()`* and *`readline()`* methods will return bytes) :

```
fileitem = form["userfile"]
if fileitem.file:
    # It's an uploaded file; count lines
    linecount = 0
    while True:
        line = fileitem.file.readline()
        if not line: break
        linecount = linecount + 1
```

`FieldStorage` objects also support being used in a `with` statement, which will automatically close them when done.

If an error is encountered when obtaining the contents of an uploaded file (for example, when the user interrupts the form submission by clicking on a Back or Cancel button) the `done` attribute of the object for the field will be set to the value -1.

The file upload draft standard entertains the possibility of uploading multiple files from one field (using a recursive *`multipart/*`* encoding). When this occurs, the item will be a dictionary-like `FieldStorage` item. This can be determined by testing its `type` attribute, which should be *`multipart/form-data`* (or perhaps another MIME type matching *`multipart/*`*). In this case, it can be iterated over recursively just like the top-level form object.

When a form is submitted in the ”old” format (as the query string or as a single data part of type *`application/x-www-form-urlencoded`*), the items will actually be instances of the class `MiniFieldStorage`. In this case, the `list`, `file`, and `filename` attributes are always `None`.

A form submitted via POST that also has a query string will contain both `FieldStorage` and `MiniFieldStorage` items.

Modifié dans la version 3.4 : The `file` attribute is automatically closed upon the garbage collection of the creating `FieldStorage` instance.

Modifié dans la version 3.5 : Added support for the context management protocol to the `FieldStorage` class.

22.2.3 Higher Level Interface

The previous section explains how to read CGI form data using the `FieldStorage` class. This section describes a higher level interface which was added to this class to allow one to do it in a more readable and intuitive way. The interface doesn't make the techniques described in previous sections obsolete --- they are still useful to process file uploads efficiently, for example.

The interface consists of two simple methods. Using the methods you can process form data in a generic way, without the need to worry whether only one or more values were posted under one name.

In the previous section, you learned to write following code anytime you expected a user to post more than one value under one name :

```
item = form.getvalue("item")
if isinstance(item, list):
    # The user is requesting more than one item.
else:
    # The user is requesting only one item.
```

This situation is common for example when a form contains a group of multiple checkboxes with the same name :

```
<input type="checkbox" name="item" value="1" />
<input type="checkbox" name="item" value="2" />
```

In most situations, however, there's only one form control with a particular name in a form and then you expect and need only one value associated with this name. So you write a script containing for example this code :

```
user = form.getvalue("user").upper()
```

The problem with the code is that you should never expect that a client will provide valid input to your scripts. For example, if a curious user appends another `user=foo` pair to the query string, then the script would crash, because in this situation the `getvalue("user")` method call returns a list instead of a string. Calling the *upper()* method on a list is not valid (since lists do not have a method of this name) and results in an *AttributeError* exception.

Therefore, the appropriate way to read form data values was to always use the code which checks whether the obtained value is a single value or a list of values. That's annoying and leads to less readable scripts.

A more convenient approach is to use the methods *getfirst()* and *getlist()* provided by this higher level interface.

`FieldStorage.`**`getfirst`**`(`*name*, *default=None*`)`
This method always returns only one value associated with form field *name*. The method returns only the first value in case that more values were posted under such name. Please note that the order in which the values are received may vary from browser to browser and should not be counted on. [1] If no such form field or value exists then the method returns the value specified by the optional parameter *default*. This parameter defaults to `None` if not specified.

`FieldStorage.`**`getlist`**`(`*name*`)`
This method always returns a list of values associated with form field *name*. The method returns an empty list if no such form field or value exists for *name*. It returns a list consisting of one item if only one such value exists.

Using these methods you can write nice compact code :

```
import cgi
form = cgi.FieldStorage()
user = form.getfirst("user", "").upper()    # This way it's safe.
for item in form.getlist("item"):
    do_something(item)
```

1. Note that some recent versions of the HTML specification do state what order the field values should be supplied in, but knowing whether a request was received from a conforming browser, or even from a browser at all, is tedious and error-prone.

22.2.4 Fonctions

These are useful if you want more control, or if you want to employ some of the algorithms implemented in this module in other circumstances.

cgi.**parse**(*fp=None*, *environ=os.environ*, *keep_blank_values=False*, *strict_parsing=False*, *separator="&"*)
Parse a query in the environment or from a file (the file defaults to `sys.stdin`). The *keep_blank_values*, *strict_parsing* and *separator* parameters are passed to `urllib.parse.parse_qs()` unchanged.

cgi.**parse_qs**(*qs*, *keep_blank_values=False*, *strict_parsing=False*)
This function is deprecated in this module. Use `urllib.parse.parse_qs()` instead. It is maintained here only for backward compatibility.

cgi.**parse_qsl**(*qs*, *keep_blank_values=False*, *strict_parsing=False*)
This function is deprecated in this module. Use `urllib.parse.parse_qsl()` instead. It is maintained here only for backward compatibility.

cgi.**parse_multipart**(*fp*, *pdict*, *encoding="utf-8"*, *errors="replace"*, *separator="&"*)
Parse input of type `multipart/form-data` (for file uploads). Arguments are *fp* for the input file, *pdict* for a dictionary containing other parameters in the `Content-Type` header, and *encoding*, the request encoding.

Returns a dictionary just like `urllib.parse.parse_qs()` : keys are the field names, each value is a list of values for that field. For non-file fields, the value is a list of strings.

This is easy to use but not much good if you are expecting megabytes to be uploaded --- in that case, use the `FieldStorage` class instead which is much more flexible.

Modifié dans la version 3.7 : Added the *encoding* and *errors* parameters. For non-file fields, the value is now a list of strings, not bytes.

Modifié dans la version 3.7.10 : Added the *separator* parameter.

cgi.**parse_header**(*string*)
Parse a MIME header (such as `Content-Type`) into a main value and a dictionary of parameters.

cgi.**test**()
Robust test CGI script, usable as main program. Writes minimal HTTP headers and formats all information provided to the script in HTML form.

cgi.**print_environ**()
Format the shell environment in HTML.

cgi.**print_form**(*form*)
Format a form in HTML.

cgi.**print_directory**()
Format the current directory in HTML.

cgi.**print_environ_usage**()
Print a list of useful (used by CGI) environment variables in HTML.

cgi.**escape**(*s*, *quote=False*)
Convert the characters `'&'`, `'<'` and `'>'` in string *s* to HTML-safe sequences. Use this if you need to display text that might contain such characters in HTML. If the optional flag *quote* is true, the quotation mark character (`"`) is also translated ; this helps for inclusion in an HTML attribute value delimited by double quotes, as in `<a href="...">`. Note that single quotes are never translated.

Obsolète depuis la version 3.2 : This function is unsafe because *quote* is false by default, and therefore deprecated. Use `html.escape()` instead.

22.2.5 Caring about security

There's one important rule : if you invoke an external program (via the *os.system()* or *os.popen()* functions. or others with similar functionality), make very sure you don't pass arbitrary strings received from the client to the shell. This is a well-known security hole whereby clever hackers anywhere on the Web can exploit a gullible CGI script to invoke arbitrary shell commands. Even parts of the URL or field names cannot be trusted, since the request doesn't have to come from your form !

To be on the safe side, if you must pass a string gotten from a form to a shell command, you should make sure the string contains only alphanumeric characters, dashes, underscores, and periods.

22.2.6 Installing your CGI script on a Unix system

Read the documentation for your HTTP server and check with your local system administrator to find the directory where CGI scripts should be installed ; usually this is in a directory `cgi-bin` in the server tree.

Make sure that your script is readable and executable by "others" ; the Unix file mode should be `0o755` octal (use `chmod 0755 filename`). Make sure that the first line of the script contains `#!` starting in column 1 followed by the pathname of the Python interpreter, for instance :

```
#!/usr/local/bin/python
```

Make sure the Python interpreter exists and is executable by "others".

Make sure that any files your script needs to read or write are readable or writable, respectively, by "others" --- their mode should be `0o644` for readable and `0o666` for writable. This is because, for security reasons, the HTTP server executes your script as user "nobody", without any special privileges. It can only read (write, execute) files that everybody can read (write, execute). The current directory at execution time is also different (it is usually the server's cgi-bin directory) and the set of environment variables is also different from what you get when you log in. In particular, don't count on the shell's search path for executables (`PATH`) or the Python module search path (`PYTHONPATH`) to be set to anything interesting.

If you need to load modules from a directory which is not on Python's default module search path, you can change the path in your script, before importing other modules. For example :

```
import sys
sys.path.insert(0, "/usr/home/joe/lib/python")
sys.path.insert(0, "/usr/local/lib/python")
```

(This way, the directory inserted last will be searched first !)

Instructions for non-Unix systems will vary ; check your HTTP server's documentation (it will usually have a section on CGI scripts).

22.2.7 Testing your CGI script

Unfortunately, a CGI script will generally not run when you try it from the command line, and a script that works perfectly from the command line may fail mysteriously when run from the server. There's one reason why you should still test your script from the command line : if it contains a syntax error, the Python interpreter won't execute it at all, and the HTTP server will most likely send a cryptic error to the client.

Assuming your script has no syntax errors, yet it does not work, you have no choice but to read the next section.

22.2.8 Debugging CGI scripts

First of all, check for trivial installation errors --- reading the section above on installing your CGI script carefully can save you a lot of time. If you wonder whether you have understood the installation procedure correctly, try installing a copy of this module file (`cgi.py`) as a CGI script. When invoked as a script, the file will dump its environment and the contents of the form in HTML form. Give it the right mode etc, and send it a request. If it's installed in the standard `cgi-bin` directory, it should be possible to send it a request by entering a URL into your browser of the form :

```
http://yourhostname/cgi-bin/cgi.py?name=Joe+Blow&addr=At+Home
```

If this gives an error of type 404, the server cannot find the script -- perhaps you need to install it in a different directory. If it gives another error, there's an installation problem that you should fix before trying to go any further. If you get a nicely formatted listing of the environment and form content (in this example, the fields should be listed as "addr" with value "At Home" and "name" with value "Joe Blow"), the `cgi.py` script has been installed correctly. If you follow the same procedure for your own script, you should now be able to debug it.

The next step could be to call the *cgi* module's *test()* function from your script : replace its main code with the single statement

```
cgi.test()
```

This should produce the same results as those gotten from installing the `cgi.py` file itself.

When an ordinary Python script raises an unhandled exception (for whatever reason : of a typo in a module name, a file that can't be opened, etc.), the Python interpreter prints a nice traceback and exits. While the Python interpreter will still do this when your CGI script raises an exception, most likely the traceback will end up in one of the HTTP server's log files, or be discarded altogether.

Fortunately, once you have managed to get your script to execute *some* code, you can easily send tracebacks to the Web browser using the *cgitb* module. If you haven't done so already, just add the lines :

```
import cgitb
cgitb.enable()
```

to the top of your script. Then try running it again ; when a problem occurs, you should see a detailed report that will likely make apparent the cause of the crash.

If you suspect that there may be a problem in importing the *cgitb* module, you can use an even more robust approach (which only uses built-in modules) :

```
import sys
sys.stderr = sys.stdout
print("Content-Type: text/plain")
print()
...your code here...
```

This relies on the Python interpreter to print the traceback. The content type of the output is set to plain text, which disables all HTML processing. If your script works, the raw HTML will be displayed by your client. If it raises an exception, most likely after the first two lines have been printed, a traceback will be displayed. Because no HTML interpretation is going on, the traceback will be readable.

22.2.9 Common problems and solutions

- Most HTTP servers buffer the output from CGI scripts until the script is completed. This means that it is not possible to display a progress report on the client's display while the script is running.
- Check the installation instructions above.
- Check the HTTP server's log files. (`tail -f logfile` in a separate window may be useful !)
- Always check a script for syntax errors first, by doing something like `python script.py`.
- If your script does not have any syntax errors, try adding `import cgitb; cgitb.enable()` to the top of the script.
- When invoking external programs, make sure they can be found. Usually, this means using absolute path names --- `PATH` is usually not set to a very useful value in a CGI script.
- When reading or writing external files, make sure they can be read or written by the userid under which your CGI script will be running : this is typically the userid under which the web server is running, or some explicitly specified userid for a web server's `suexec` feature.
- Don't try to give a CGI script a set-uid mode. This doesn't work on most systems, and is a security liability as well.

Notes

22.3 `cgitb` — Gestionnaire d'exceptions pour les scripts CGI

Code source : Lib/cgitb.py

Le module *`cgitb`* fournit un gestionnaire d'exceptions spécifique pour les scripts Python. (Son nom est trompeur : Il a été conçu à l'origine pour afficher des pile d'appels en HTML pour les scripts CGI, puis a été généralisé par la suite pour afficher cette information en texte brut.) Une fois ce module activé, si une exception remonte jusqu'à l'interpréteur, un rapport détaillé sera affiché. Le rapport affiche la pile d'appels, montrant des extraits de code pour chaque niveau, ainsi que les arguments et les variables locales des fonctions appelantes pour vous aider à résoudre le problème. Il est aussi possible de sauvegarder cette information dans un fichier plutôt que de l'envoyer dans le navigateur.

Pour activer cette fonctionnalité, ajoutez simplement ceci au début de votre script CGI :

```
import cgitb
cgitb.enable()
```

Les paramètres optionnels de la fonction *`enable()`* permettent de choisir si le rapport est envoyé au navigateur ou si le rapport est écrit dans un fichier pour analyse ultérieure.

`cgitb.`**`enable`**(*display=1*, *logdir=None*, *context=5*, *format="html"*)
Appeler cette fonction remplace le gestionnaire d'exceptions par défaut de l'interpréteur par celui du module *`cgitb`*, en configurant *`sys.excepthook`*.

Le paramètre optionnel *display* vaut `1` par défaut, et peut être mis à `0` pour désactiver l'envoi des piles d'appels au navigateur. Si l'argument *logdir* est donné les piles d'appels seront écrites dans des fichiers placés dans le dossier *logdir*. L'argument optionnel *context* est le nombre de lignes de code à afficher autour de la ligne courante dans le code source à chaque niveau de la pile d'appel, il vaut `5` par défaut. Si l'argument optionnel *format* est `"html"`, le rapport sera rédigé en HTML. Le rapport sera écrit en texte brut pour toute autre valeur. La valeur par défaut est `"html"`.

`cgitb.`**`text`**(*info*, *context=5*)
Cette fonction gère l'exception décrite par *info* (un triplet contenant le résultat de *`sys.exc_info()`*), elle présente sa pile d'appels en texte brut et renvois le résultat sous forme de chaîne de caractères. L'argument facultatif *contexte* est le nombre de lignes de contexte à afficher autour de la ligne courante du code source dans la pile d'appels ; la valeur par défaut est `5`.

`cgitb.`**`html`**(*info*, *context=5*)
Cette fonction gère l'exception décrite par *info* (un triplet contenant le résultat de *`sys.exc_info()`*), elle

présente sa pile d'appels en HTML et renvoie le résultat sous forme de chaîne de caractères. L'argument facultatif *contexte* est le nombre de lignes de contexte à afficher autour de la ligne courante du code source dans la pile d'appels ; la valeur par défaut est `5`.

`cgitb.`**`handler`**(*info=None*)
Cette fonction gère les exceptions en utilisant la configuration par défaut (c'est à dire envoyer un rapport HTML au navigateur sans l'enregistrer dans un fichier). Il peut être utilisé lorsque vous avez attrapé une exception et que vous en voulez un rapport généré par *cgitb*. L'argument optionnel *info* doit être un *tuple* de trois éléments contenant le type de l'exception, l'exception, et la pile d'appels, tel que le *tuple* renvoyé par *sys.exc_info()*. Si l'argument *info* n'est pas donné, l'exception courante est obtenue via *sys.exc_info()*.

22.4 `wsgiref` — Outils et implémentation de référence de WSGI

WSGI (*Web Server Gateway Interface*) est une interface standard entre le serveur web et une application web écrite en Python. Avoir une interface standardisée permet de faciliter l'usage de ces applications avec un certain nombre de serveurs web différents.

Seules les personnes programmant des serveurs web et des cadriciels ont besoin de connaître les détails d'implémentation et les cas particuliers de l'architecture de WSGI. En tant qu'utilisateur WSGI vous avez uniquement besoin d'installer WSGI ou d'utiliser un cadriciel existant.

wsgiref est une implémentation de référence de la spécification WSGI qui peut être utilisée pour ajouter la prise en charge de WSGI par un serveur web ou par un cadriciel. Elle fournit des outils pour manipuler les variables d'environnement WSGI, les en-têtes de réponse, les classes de base pour implémenter des serveurs WSGI, un serveur de démonstration d'application WSGI et un outil de validation qui vérifie que les serveurs et les applications WSGI sont conformes à la spécification WSGI (**PEP 3333**).

Voir wsgi.readthedocs.io pour plus d'informations à propos de WSGI ainsi que des liens vers des tutoriels et d'autres ressources.

22.4.1 `wsgiref.util` — outils pour les environnements WSGI

Ce module fournit un certain nombre de fonctions pour manipuler des environnements WSGI. Un environnement WSGI est un dictionnaire contenant les variables de la requête HTTP comme décrit dans la **PEP 3333**. Toutes les fonctions ayant comme argument *environ* s'attendent à ce qu'un dictionnaire compatible WSGI soit fourni ; voir la **PEP 3333** pour la spécification détaillée.

`wsgiref.util.`**`guess_scheme`**(*environ*)
Tente de déterminer s'il faut assigner "http" ou "https" à `wsgi.url_sheme`, en vérifiant si une variable d'environnement `HTTPS` est dans le dictionnaire *environ*. La valeur renvoyée est une chaîne de caractères.

This function is useful when creating a gateway that wraps CGI or a CGI-like protocol such as FastCGI. Typically, servers providing such protocols will include a `HTTPS` variable with a value of "1" "yes", or "on" when a request is received via SSL. So, this function returns "https" if such a value is found, and "http" otherwise.

`wsgiref.util.`**`request_uri`**(*environ*, *include_query=True*)
Return the full request URI, optionally including the query string, using the algorithm found in the "URL Reconstruction" section of **PEP 3333**. If *include_query* is false, the query string is not included in the resulting URI.

`wsgiref.util.`**`application_uri`**(*environ*)
Similar to *request_uri()*, except that the `PATH_INFO` and `QUERY_STRING` variables are ignored. The result is the base URI of the application object addressed by the request.

`wsgiref.util.`**`shift_path_info`**(*environ*)
Shift a single name from `PATH_INFO` to `SCRIPT_NAME` and return the name. The *environ* dictionary is *modified* in-place ; use a copy if you need to keep the original `PATH_INFO` or `SCRIPT_NAME` intact.

If there are no remaining path segments in `PATH_INFO`, `None` is returned.

Typically, this routine is used to process each portion of a request URI path, for example to treat the path as a series of dictionary keys. This routine modifies the passed-in environment to make it suitable for invoking another WSGI application that is located at the target URI. For example, if there is a WSGI application at `/foo`, and the request URI path is `/foo/bar/baz`, and the WSGI application at `/foo` calls *shift_path_info()*, it will receive the string "bar", and the environment will be updated to be suitable for passing to a WSGI application at `/foo/bar`. That is, `SCRIPT_NAME` will change from `/foo` to `/foo/bar`, and `PATH_INFO` will change from `/bar/baz` to `/baz`.

When `PATH_INFO` is just a "/", this routine returns an empty string and appends a trailing slash to `SCRIPT_NAME`, even though empty path segments are normally ignored, and `SCRIPT_NAME` doesn't normally end in a slash. This is intentional behavior, to ensure that an application can tell the difference between URIs ending in `/x` from ones ending in `/x/` when using this routine to do object traversal.

`wsgiref.util.`**`setup_testing_defaults`**(*environ*)

Met à jour *environ* avec des valeurs par défaut pour des cas de tests.

Cette fonction ajoute des paramètres requis pour WSGI, en particulier `HTTP_HOST`, `SERVER_NAME`, `SERVER_PORT`, `REQUEST_METHOD`, `SCRIPT_NAME`, `PATH_INFO` et toutes les autres variables WSGI définies dans la **PEP 3333**. Elle ne fournit que des valeurs par défaut sans toucher aux valeurs déjà définies de ces variables.

Cette fonction a pour but de faciliter les tests unitaires des serveurs et des applications WSGI dans des environnements factices. Elle ne devrait pas être utilisée dans une application ou un serveur WSGI, étant donné que les données sont factices !

Exemple d'utilisation :

```
from wsgiref.util import setup_testing_defaults
from wsgiref.simple_server import make_server

# A relatively simple WSGI application. It's going to print out the
# environment dictionary after being updated by setup_testing_defaults
def simple_app(environ, start_response):
    setup_testing_defaults(environ)

    status = '200 OK'
    headers = [('Content-type', 'text/plain; charset=utf-8')]

    start_response(status, headers)

    ret = [("%s: %s\n" % (key, value)).encode("utf-8")
           for key, value in environ.items()]
    return ret

with make_server('', 8000, simple_app) as httpd:
    print("Serving on port 8000...")
    httpd.serve_forever()
```

In addition to the environment functions above, the *wsgiref.util* module also provides these miscellaneous utilities :

`wsgiref.util.`**`is_hop_by_hop`**(*header_name*)

Return `True` if 'header_name' is an HTTP/1.1 "Hop-by-Hop" header, as defined by **RFC 2616**.

class `wsgiref.util.`**`FileWrapper`**(*filelike*, *blksize=8192*)

A wrapper to convert a file-like object to an *iterator*. The resulting objects support both `__getitem__()` and `__iter__()` iteration styles, for compatibility with Python 2.1 and Jython. As the object is iterated over, the optional *blksize* parameter will be repeatedly passed to the *filelike* object's `read()` method to obtain bytestrings to yield. When `read()` returns an empty bytestring, iteration is ended and is not resumable.

If *filelike* has a `close()` method, the returned object will also have a `close()` method, and it will invoke the *filelike* object's `close()` method when called.

Exemple d'utilisation :

```
from io import StringIO
from wsgiref.util import FileWrapper

# We're using a StringIO-buffer for as the file-like object
filelike = StringIO("This is an example file-like object"*10)
wrapper = FileWrapper(filelike, blksize=5)

for chunk in wrapper:
    print(chunk)
```

22.4.2 `wsgiref.headers` -- WSGI response header tools

This module provides a single class, *Headers*, for convenient manipulation of WSGI response headers using a mapping-like interface.

class wsgiref.headers.**Headers**([*headers*])

Create a mapping-like object wrapping *headers*, which must be a list of header name/value tuples as described in **PEP 3333**. The default value of *headers* is an empty list.

Headers objects support typical mapping operations including `__getitem__()`, `get()`, `__setitem__()`, `setdefault()`, `__delitem__()` and `__contains__()`. For each of these methods, the key is the header name (treated case-insensitively), and the value is the first value associated with that header name. Setting a header deletes any existing values for that header, then adds a new value at the end of the wrapped header list. Headers' existing order is generally maintained, with new headers added to the end of the wrapped list.

Unlike a dictionary, *Headers* objects do not raise an error when you try to get or delete a key that isn't in the wrapped header list. Getting a nonexistent header just returns `None`, and deleting a nonexistent header does nothing.

Headers objects also support `keys()`, `values()`, and `items()` methods. The lists returned by `keys()` and `items()` can include the same key more than once if there is a multi-valued header. The `len()` of a *Headers* object is the same as the length of its `items()`, which is the same as the length of the wrapped header list. In fact, the `items()` method just returns a copy of the wrapped header list.

Calling `bytes()` on a *Headers* object returns a formatted bytestring suitable for transmission as HTTP response headers. Each header is placed on a line with its value, separated by a colon and a space. Each line is terminated by a carriage return and line feed, and the bytestring is terminated with a blank line.

In addition to their mapping interface and formatting features, *Headers* objects also have the following methods for querying and adding multi-valued headers, and for adding headers with MIME parameters :

get_all(*name*)

Renvoie une liste de toutes les valeurs pour l'en-tête *name*.

The returned list will be sorted in the order they appeared in the original header list or were added to this instance, and may contain duplicates. Any fields deleted and re-inserted are always appended to the header list. If no fields exist with the given name, returns an empty list.

add_header(*name*, *value*, ***_params*)

Add a (possibly multi-valued) header, with optional MIME parameters specified via keyword arguments.

name is the header field to add. Keyword arguments can be used to set MIME parameters for the header field. Each parameter must be a string or `None`. Underscores in parameter names are converted to dashes, since dashes are illegal in Python identifiers, but many MIME parameter names include dashes. If the parameter value is a string, it is added to the header value parameters in the form `name="value"`. If it is `None`, only the parameter name is added. (This is used for MIME parameters without a value.) Example usage :

```
h.add_header('content-disposition', 'attachment', filename='bud.gif')
```

Le code ci-dessus ajoute un en-tête qui ressemble à ceci :

```
Content-Disposition: attachment; filename="bud.gif"
```

Modifié dans la version 3.5 : Le paramètre *headers* est optionnel.

22.4.3 wsgiref.simple_server -- a simple WSGI HTTP server

This module implements a simple HTTP server (based on *http.server*) that serves WSGI applications. Each server instance serves a single WSGI application on a given host and port. If you want to serve multiple applications on a single host and port, you should create a WSGI application that parses PATH_INFO to select which application to invoke for each request. (E.g., using the shift_path_info() function from *wsgiref.util*.)

wsgiref.simple_server.**make_server**(*host*, *port*, *app*, *server_class=WSGIServer*, *handler_class=WSGIRequestHandler*)

Create a new WSGI server listening on *host* and *port*, accepting connections for *app*. The return value is an instance of the supplied *server_class*, and will process requests using the specified *handler_class*. *app* must be a WSGI application object, as defined by **PEP 3333**.

Exemple d'utilisation :

```
from wsgiref.simple_server import make_server, demo_app

with make_server('', 8000, demo_app) as httpd:
    print("Serving HTTP on port 8000...")

    # Respond to requests until process is killed
    httpd.serve_forever()

    # Alternative: serve one request, then exit
    httpd.handle_request()
```

wsgiref.simple_server.**demo_app**(*environ*, *start_response*)

This function is a small but complete WSGI application that returns a text page containing the message "Hello world !" and a list of the key/value pairs provided in the *environ* parameter. It's useful for verifying that a WSGI server (such as *wsgiref.simple_server*) is able to run a simple WSGI application correctly.

class wsgiref.simple_server.**WSGIServer**(*server_address*, *RequestHandlerClass*)

Create a *WSGIServer* instance. *server_address* should be a (host,port) tuple, and *RequestHandlerClass* should be the subclass of *http.server.BaseHTTPRequestHandler* that will be used to process requests.

You do not normally need to call this constructor, as the *make_server()* function can handle all the details for you.

WSGIServer is a subclass of *http.server.HTTPServer*, so all of its methods (such as serve_forever() and handle_request()) are available. *WSGIServer* also provides these WSGI-specific methods :

set_app(*application*)

Sets the callable *application* as the WSGI application that will receive requests.

get_app()

Returns the currently-set application callable.

Normally, however, you do not need to use these additional methods, as *set_app()* is normally called by *make_server()*, and the *get_app()* exists mainly for the benefit of request handler instances.

class wsgiref.simple_server.**WSGIRequestHandler**(*request*, *client_address*, *server*)

Create an HTTP handler for the given *request* (i.e. a socket), *client_address* (a (host,port) tuple), and *server* (*WSGIServer* instance).

You do not need to create instances of this class directly; they are automatically created as needed by *WSGIServer* objects. You can, however, subclass this class and supply it as a *handler_class* to the *make_server()* function. Some possibly relevant methods for overriding in subclasses :

get_environ()

Returns a dictionary containing the WSGI environment for a request. The default implementation copies the contents of the *WSGIServer* object's base_environ dictionary attribute and then adds various headers derived from the HTTP request. Each call to this method should return a new dictionary containing all of the relevant CGI environment variables as specified in **PEP 3333**.

get_stderr()

Return the object that should be used as the wsgi.errors stream. The default implementation just returns sys.stderr.

handle()
Process the HTTP request. The default implementation creates a handler instance using a *wsgiref.handlers* class to implement the actual WSGI application interface.

22.4.4 wsgiref.validate --- WSGI conformance checker

When creating new WSGI application objects, frameworks, servers, or middleware, it can be useful to validate the new code's conformance using *wsgiref.validate*. This module provides a function that creates WSGI application objects that validate communications between a WSGI server or gateway and a WSGI application object, to check both sides for protocol conformance.

Note that this utility does not guarantee complete **PEP 3333** compliance; an absence of errors from this module does not necessarily mean that errors do not exist. However, if this module does produce an error, then it is virtually certain that either the server or application is not 100% compliant.

This module is based on the `paste.lint` module from Ian Bicking's "Python Paste" library.

wsgiref.validate.**validator**(*application*)
Wrap *application* and return a new WSGI application object. The returned application will forward all requests to the original *application*, and will check that both the *application* and the server invoking it are conforming to the WSGI specification and to **RFC 2616**.

Any detected nonconformance results in an *AssertionError* being raised; note, however, that how these errors are handled is server-dependent. For example, *wsgiref.simple_server* and other servers based on *wsgiref.handlers* (that don't override the error handling methods to do something else) will simply output a message that an error has occurred, and dump the traceback to `sys.stderr` or some other error stream.

This wrapper may also generate output using the *warnings* module to indicate behaviors that are questionable but which may not actually be prohibited by **PEP 3333**. Unless they are suppressed using Python command-line options or the *warnings* API, any such warnings will be written to `sys.stderr` (*not* `wsgi.errors`, unless they happen to be the same object).

Exemple d'utilisation :

```
from wsgiref.validate import validator
from wsgiref.simple_server import make_server

# Our callable object which is intentionally not compliant to the
# standard, so the validator is going to break
def simple_app(environ, start_response):
    status = '200 OK'  # HTTP Status
    headers = [('Content-type', 'text/plain')]  # HTTP Headers
    start_response(status, headers)

    # This is going to break because we need to return a list, and
    # the validator is going to inform us
    return b"Hello World"

# This is the application wrapped in a validator
validator_app = validator(simple_app)

with make_server('', 8000, validator_app) as httpd:
    print("Listening on port 8000....")
    httpd.serve_forever()
```

22.4.5 wsgiref.handlers -- server/gateway base classes

This module provides base handler classes for implementing WSGI servers and gateways. These base classes handle most of the work of communicating with a WSGI application, as long as they are given a CGI-like environment, along with input, output, and error streams.

class wsgiref.handlers.**CGIHandler**

CGI-based invocation via `sys.stdin`, `sys.stdout`, `sys.stderr` and `os.environ`. This is useful when you have a WSGI application and want to run it as a CGI script. Simply invoke `CGIHandler().run(app)`, where `app` is the WSGI application object you wish to invoke.

This class is a subclass of *BaseCGIHandler* that sets `wsgi.run_once` to true, `wsgi.multithread` to false, and `wsgi.multiprocess` to true, and always uses *sys* and *os* to obtain the necessary CGI streams and environment.

class wsgiref.handlers.**IISCGIHandler**

A specialized alternative to *CGIHandler*, for use when deploying on Microsoft's IIS web server, without having set the config allowPathInfo option (IIS>=7) or metabase allowPathInfoForScriptMappings (IIS<7).

By default, IIS gives a `PATH_INFO` that duplicates the `SCRIPT_NAME` at the front, causing problems for WSGI applications that wish to implement routing. This handler strips any such duplicated path.

IIS can be configured to pass the correct `PATH_INFO`, but this causes another bug where `PATH_TRANSLATED` is wrong. Luckily this variable is rarely used and is not guaranteed by WSGI. On IIS<7, though, the setting can only be made on a vhost level, affecting all other script mappings, many of which break when exposed to the `PATH_TRANSLATED` bug. For this reason IIS<7 is almost never deployed with the fix. (Even IIS7 rarely uses it because there is still no UI for it.)

There is no way for CGI code to tell whether the option was set, so a separate handler class is provided. It is used in the same way as *CGIHandler*, i.e., by calling `IISCGIHandler().run(app)`, where `app` is the WSGI application object you wish to invoke.

Nouveau dans la version 3.2.

class wsgiref.handlers.**BaseCGIHandler**(*stdin*, *stdout*, *stderr*, *environ*, *multithread=True*, *multiprocess=False*)

Similar to *CGIHandler*, but instead of using the *sys* and *os* modules, the CGI environment and I/O streams are specified explicitly. The *multithread* and *multiprocess* values are used to set the `wsgi.multithread` and `wsgi.multiprocess` flags for any applications run by the handler instance.

This class is a subclass of *SimpleHandler* intended for use with software other than HTTP "origin servers". If you are writing a gateway protocol implementation (such as CGI, FastCGI, SCGI, etc.) that uses a `Status:` header to send an HTTP status, you probably want to subclass this instead of *SimpleHandler*.

class wsgiref.handlers.**SimpleHandler**(*stdin*, *stdout*, *stderr*, *environ*, *multithread=True*, *multiprocess=False*)

Similar to *BaseCGIHandler*, but designed for use with HTTP origin servers. If you are writing an HTTP server implementation, you will probably want to subclass this instead of *BaseCGIHandler*.

This class is a subclass of *BaseHandler*. It overrides the `__init__()`, `get_stdin()`, `get_stderr()`, `add_cgi_vars()`, `_write()`, and `_flush()` methods to support explicitly setting the environment and streams via the constructor. The supplied environment and streams are stored in the `stdin`, `stdout`, `stderr`, and `environ` attributes.

The *write()* method of *stdout* should write each chunk in full, like *io.BufferedIOBase*.

class wsgiref.handlers.**BaseHandler**

This is an abstract base class for running WSGI applications. Each instance will handle a single HTTP request, although in principle you could create a subclass that was reusable for multiple requests.

BaseHandler instances have only one method intended for external use :

run(*app*)

Run the specified WSGI application, *app*.

All of the other *BaseHandler* methods are invoked by this method in the process of running the application, and thus exist primarily to allow customizing the process.

The following methods MUST be overridden in a subclass :

_write(*data*)

Buffer the bytes *data* for transmission to the client. It's okay if this method actually transmits the data;

BaseHandler just separates write and flush operations for greater efficiency when the underlying system actually has such a distinction.

_flush()
Force buffered data to be transmitted to the client. It's okay if this method is a no-op (i.e., if *_write()* actually sends the data).

get_stdin()
Return an input stream object suitable for use as the `wsgi.input` of the request currently being processed.

get_stderr()
Return an output stream object suitable for use as the `wsgi.errors` of the request currently being processed.

add_cgi_vars()
Insert CGI variables for the current request into the `environ` attribute.

Here are some other methods and attributes you may wish to override. This list is only a summary, however, and does not include every method that can be overridden. You should consult the docstrings and source code for additional information before attempting to create a customized *BaseHandler* subclass.

Attributes and methods for customizing the WSGI environment :

wsgi_multithread
The value to be used for the `wsgi.multithread` environment variable. It defaults to true in *BaseHandler*, but may have a different default (or be set by the constructor) in the other subclasses.

wsgi_multiprocess
The value to be used for the `wsgi.multiprocess` environment variable. It defaults to true in *BaseHandler*, but may have a different default (or be set by the constructor) in the other subclasses.

wsgi_run_once
The value to be used for the `wsgi.run_once` environment variable. It defaults to false in *BaseHandler*, but *CGIHandler* sets it to true by default.

os_environ
The default environment variables to be included in every request's WSGI environment. By default, this is a copy of `os.environ` at the time that *wsgiref.handlers* was imported, but subclasses can either create their own at the class or instance level. Note that the dictionary should be considered read-only, since the default value is shared between multiple classes and instances.

server_software
If the *origin_server* attribute is set, this attribute's value is used to set the default `SERVER_SOFTWARE` WSGI environment variable, and also to set a default `Server:` header in HTTP responses. It is ignored for handlers (such as *BaseCGIHandler* and *CGIHandler*) that are not HTTP origin servers.

Modifié dans la version 3.3 : The term "Python" is replaced with implementation specific term like "CPython", "Jython" etc.

get_scheme()
Return the URL scheme being used for the current request. The default implementation uses the `guess_scheme()` function from *wsgiref.util* to guess whether the scheme should be "http" or "https", based on the current request's `environ` variables.

setup_environ()
Set the `environ` attribute to a fully-populated WSGI environment. The default implementation uses all of the above methods and attributes, plus the *get_stdin()*, *get_stderr()*, and *add_cgi_vars()* methods and the *wsgi_file_wrapper* attribute. It also inserts a `SERVER_SOFTWARE` key if not present, as long as the *origin_server* attribute is a true value and the *server_software* attribute is set.

Methods and attributes for customizing exception handling :

log_exception(*exc_info*)
Log the *exc_info* tuple in the server log. *exc_info* is a `(type, value, traceback)` tuple. The default implementation simply writes the traceback to the request's `wsgi.errors` stream and flushes it. Subclasses can override this method to change the format or retarget the output, mail the traceback to an administrator, or whatever other action may be deemed suitable.

traceback_limit
The maximum number of frames to include in tracebacks output by the default *log_exception()* method. If `None`, all frames are included.

error_output(*environ*, *start_response*)
This method is a WSGI application to generate an error page for the user. It is only invoked if an error occurs before headers are sent to the client.

This method can access the current error information using `sys.exc_info()`, and should pass that information to *start_response* when calling it (as described in the "Error Handling" section of **PEP 3333**).

The default implementation just uses the *error_status*, *error_headers*, and *error_body* attributes to generate an output page. Subclasses can override this to produce more dynamic error output.

Note, however, that it's not recommended from a security perspective to spit out diagnostics to any old user; ideally, you should have to do something special to enable diagnostic output, which is why the default implementation doesn't include any.

error_status
The HTTP status used for error responses. This should be a status string as defined in **PEP 3333**; it defaults to a 500 code and message.

error_headers
The HTTP headers used for error responses. This should be a list of WSGI response headers (`(name, value)` tuples), as described in **PEP 3333**. The default list just sets the content type to `text/plain`.

error_body
The error response body. This should be an HTTP response body bytestring. It defaults to the plain text, "A server error occurred. Please contact the administrator."

Methods and attributes for **PEP 3333**'s "Optional Platform-Specific File Handling" feature :

wsgi_file_wrapper
A `wsgi.file_wrapper` factory, or `None`. The default value of this attribute is the *wsgiref.util.FileWrapper* class.

sendfile()
Override to implement platform-specific file transmission. This method is called only if the application's return value is an instance of the class specified by the *wsgi_file_wrapper* attribute. It should return a true value if it was able to successfully transmit the file, so that the default transmission code will not be executed. The default implementation of this method just returns a false value.

Miscellaneous methods and attributes :

origin_server
This attribute should be set to a true value if the handler's *_write()* and *_flush()* are being used to communicate directly to the client, rather than via a CGI-like gateway protocol that wants the HTTP status in a special `Status:` header.

This attribute's default value is true in *BaseHandler*, but false in *BaseCGIHandler* and *CGIHandler*.

http_version
If *origin_server* is true, this string attribute is used to set the HTTP version of the response set to the client. It defaults to `"1.0"`.

wsgiref.handlers.**read_environ**()
Transcode CGI variables from `os.environ` to PEP 3333 "bytes in unicode" strings, returning a new dictionary. This function is used by *CGIHandler* and *IISCGIHandler* in place of directly using `os.environ`, which is not necessarily WSGI-compliant on all platforms and web servers using Python 3 -- specifically, ones where the OS's actual environment is Unicode (i.e. Windows), or ones where the environment is bytes, but the system encoding used by Python to decode it is anything other than ISO-8859-1 (e.g. Unix systems using UTF-8).

If you are implementing a CGI-based handler of your own, you probably want to use this routine instead of just copying values out of `os.environ` directly.

Nouveau dans la version 3.2.

22.4.6 Exemples

This is a working "Hello World" WSGI application :

```
from wsgiref.simple_server import make_server

# Every WSGI application must have an application object - a callable
# object that accepts two arguments. For that purpose, we're going to
# use a function (note that you're not limited to a function, you can
# use a class for example). The first argument passed to the function
# is a dictionary containing CGI-style environment variables and the
# second variable is the callable object (see PEP 333).
def hello_world_app(environ, start_response):
    status = '200 OK'  # HTTP Status
    headers = [('Content-type', 'text/plain; charset=utf-8')]  # HTTP Headers
    start_response(status, headers)

    # The returned object is going to be printed
    return [b"Hello World"]

with make_server('', 8000, hello_world_app) as httpd:
    print("Serving on port 8000...")

    # Serve until process is killed
    httpd.serve_forever()
```

22.5 `urllib` — Modules de gestion des URLs

Code source : Lib/urllib/

`urllib` est un paquet qui collecte plusieurs modules travaillant avec les URLs :

- *`urllib.request`* pour ouvrir et lire des URLs ;
- *`urllib.error`* contenant les exceptions levées par *`urllib.request`* ;
- *`urllib.parse`* pour analyser les URLs ;
- *`urllib.robotparser`* pour analyser les fichiers `robots.txt`.

22.6 `urllib.request` --- Extensible library for opening URLs

Source code : Lib/urllib/request.py

The *`urllib.request`* module defines functions and classes which help in opening URLs (mostly HTTP) in a complex world --- basic and digest authentication, redirections, cookies and more.

Voir aussi :

The Requests package is recommended for a higher-level HTTP client interface.

The *`urllib.request`* module defines the following functions :

`urllib.request.`**`urlopen`**(*url*, *data=None*[, *timeout*], *, *cafile=None*, *capath=None*, *cadefault=False*, *context=None*)

Open the URL *url*, which can be either a string or a *`Request`* object.

data must be an object specifying additional data to be sent to the server, or `None` if no such data is needed. See *`Request`* for details.

urllib.request module uses HTTP/1.1 and includes `Connection:close` header in its HTTP requests.

The optional *timeout* parameter specifies a timeout in seconds for blocking operations like the connection attempt (if not specified, the global default timeout setting will be used). This actually only works for HTTP, HTTPS and FTP connections.

If *context* is specified, it must be a `ssl.SSLContext` instance describing the various SSL options. See `HTTPSConnection` for more details.

The optional *cafile* and *capath* parameters specify a set of trusted CA certificates for HTTPS requests. *cafile* should point to a single file containing a bundle of CA certificates, whereas *capath* should point to a directory of hashed certificate files. More information can be found in `ssl.SSLContext.load_verify_locations()`.

The *cadefault* parameter is ignored.

This function always returns an object which can work as a *context manager* and has methods such as

— `geturl()` --- return the URL of the resource retrieved, commonly used to determine if a redirect was followed

— `info()` --- return the meta-information of the page, such as headers, in the form of an `email.message_from_string()` instance (see Quick Reference to HTTP Headers)

— `getcode()` -- return the HTTP status code of the response.

For HTTP and HTTPS URLs, this function returns a `http.client.HTTPResponse` object slightly modified. In addition to the three new methods above, the msg attribute contains the same information as the `reason` attribute --- the reason phrase returned by server --- instead of the response headers as it is specified in the documentation for `HTTPResponse`.

For FTP, file, and data URLs and requests explicitly handled by legacy `URLopener` and `FancyURLopener` classes, this function returns a `urllib.response.addinfourl` object.

Raises `URLError` on protocol errors.

Note that `None` may be returned if no handler handles the request (though the default installed global `OpenerDirector` uses `UnknownHandler` to ensure this never happens).

In addition, if proxy settings are detected (for example, when a `*_proxy` environment variable like `http_proxy` is set), `ProxyHandler` is default installed and makes sure the requests are handled through the proxy.

The legacy `urllib.urlopen` function from Python 2.6 and earlier has been discontinued; `urllib.request.urlopen()` corresponds to the old `urllib2.urlopen`. Proxy handling, which was done by passing a dictionary parameter to `urllib.urlopen`, can be obtained by using `ProxyHandler` objects.

Modifié dans la version 3.2 : *cafile* and *capath* were added.

Modifié dans la version 3.2 : HTTPS virtual hosts are now supported if possible (that is, if `ssl.HAS_SNI` is true).

Nouveau dans la version 3.2 : *data* can be an iterable object.

Modifié dans la version 3.3 : *cadefault* was added.

Modifié dans la version 3.4.3 : *context* was added.

Obsolète depuis la version 3.6 : *cafile*, *capath* and *cadefault* are deprecated in favor of *context*. Please use `ssl.SSLContext.load_cert_chain()` instead, or let `ssl.create_default_context()` select the system's trusted CA certificates for you.

`urllib.request.`**`install_opener`**(*opener*)

Install an `OpenerDirector` instance as the default global opener. Installing an opener is only necessary if you want urlopen to use that opener; otherwise, simply call `OpenerDirector.open()` instead of `urlopen()`. The code does not check for a real `OpenerDirector`, and any class with the appropriate interface will work.

`urllib.request.`**`build_opener`**([*handler*, ...])

Return an `OpenerDirector` instance, which chains the handlers in the order given. *handler*s can be either instances of `BaseHandler`, or subclasses of `BaseHandler` (in which case it must be possible to call the constructor without any parameters). Instances of the following classes will be in front of the *handler*s, unless the *handler*s contain them, instances of them or subclasses of them : `ProxyHandler` (if proxy settings are detected), `UnknownHandler`, `HTTPHandler`, `HTTPDefaultErrorHandler`, `HTTPRedirectHandler`, `FTPHandler`, `FileHandler`, `HTTPErrorProcessor`.

If the Python installation has SSL support (i.e., if the `ssl` module can be imported), `HTTPSHandler` will also be added.

A `BaseHandler` subclass may also change its `handler_order` attribute to modify its position in the handlers list.

urllib.request.**pathname2url**(*path*)
Convert the pathname *path* from the local syntax for a path to the form used in the path component of a URL. This does not produce a complete URL. The return value will already be quoted using the *quote()* function.

urllib.request.**url2pathname**(*path*)
Convert the path component *path* from a percent-encoded URL to the local syntax for a path. This does not accept a complete URL. This function uses *unquote()* to decode *path*.

urllib.request.**getproxies**()
This helper function returns a dictionary of scheme to proxy server URL mappings. It scans the environment for variables named <scheme>_proxy, in a case insensitive approach, for all operating systems first, and when it cannot find it, looks for proxy information from Mac OSX System Configuration for Mac OS X and Windows Systems Registry for Windows. If both lowercase and uppercase environment variables exist (and disagree), lowercase is preferred.

Note : If the environment variable REQUEST_METHOD is set, which usually indicates your script is running in a CGI environment, the environment variable HTTP_PROXY (uppercase _PROXY) will be ignored. This is because that variable can be injected by a client using the "Proxy :" HTTP header. If you need to use an HTTP proxy in a CGI environment, either use ProxyHandler explicitly, or make sure the variable name is in lowercase (or at least the _proxy suffix).

The following classes are provided :

class urllib.request.**Request**(*url*, *data=None*, *headers={}*, *origin_req_host=None*, *unverifiable=False*, *method=None*)
This class is an abstraction of a URL request.

url should be a string containing a valid URL.

data must be an object specifying additional data to send to the server, or None if no such data is needed. Currently HTTP requests are the only ones that use *data*. The supported object types include bytes, file-like objects, and iterables. If no Content-Length nor Transfer-Encoding header field has been provided, *HTTPHandler* will set these headers according to the type of *data*. Content-Length will be used to send bytes objects, while Transfer-Encoding: chunked as specified in **RFC 7230**, Section 3.3.1 will be used to send files and other iterables.

For an HTTP POST request method, *data* should be a buffer in the standard *application/x-www-form-urlencoded* format. The *urllib.parse.urlencode()* function takes a mapping or sequence of 2-tuples and returns an ASCII string in this format. It should be encoded to bytes before being used as the *data* parameter.

headers should be a dictionary, and will be treated as if *add_header()* was called with each key and value as arguments. This is often used to "spoof" the User-Agent header value, which is used by a browser to identify itself -- some HTTP servers only allow requests coming from common browsers as opposed to scripts. For example, Mozilla Firefox may identify itself as "Mozilla/5.0 (X11; U; Linux i686) Gecko/20071127 Firefox/2.0.0.11", while *urllib*'s default user agent string is "Python-urllib/2.6" (on Python 2.6).

An appropriate Content-Type header should be included if the *data* argument is present. If this header has not been provided and *data* is not None, Content-Type: application/x-www-form-urlencoded will be added as a default.

The next two arguments are only of interest for correct handling of third-party HTTP cookies :

origin_req_host should be the request-host of the origin transaction, as defined by **RFC 2965**. It defaults to http.cookiejar.request_host(self). This is the host name or IP address of the original request that was initiated by the user. For example, if the request is for an image in an HTML document, this should be the request-host of the request for the page containing the image.

unverifiable should indicate whether the request is unverifiable, as defined by **RFC 2965**. It defaults to False. An unverifiable request is one whose URL the user did not have the option to approve. For example, if the request is for an image in an HTML document, and the user had no option to approve the automatic fetching of the image, this should be true.

method should be a string that indicates the HTTP request method that will be used (e.g. 'HEAD'). If provided, its value is stored in the *method* attribute and is used by *get_method()*. The default is 'GET' if *data*

is None or 'POST' otherwise. Subclasses may indicate a different default method by setting the *method* attribute in the class itself.

Note : The request will not work as expected if the data object is unable to deliver its content more than once (e.g. a file or an iterable that can produce the content only once) and the request is retried for HTTP redirects or authentication. The *data* is sent to the HTTP server right away after the headers. There is no support for a 100-continue expectation in the library.

Modifié dans la version 3.3 : *Request.method* argument is added to the Request class.

Modifié dans la version 3.4 : Default *Request.method* may be indicated at the class level.

Modifié dans la version 3.6 : Do not raise an error if the Content-Length has not been provided and *data* is neither None nor a bytes object. Fall back to use chunked transfer encoding instead.

class urllib.request.**OpenerDirector**
The *OpenerDirector* class opens URLs via *BaseHandler*s chained together. It manages the chaining of handlers, and recovery from errors.

class urllib.request.**BaseHandler**
This is the base class for all registered handlers --- and handles only the simple mechanics of registration.

class urllib.request.**HTTPDefaultErrorHandler**
A class which defines a default handler for HTTP error responses; all responses are turned into *HTTPError* exceptions.

class urllib.request.**HTTPRedirectHandler**
A class to handle redirections.

class urllib.request.**HTTPCookieProcessor**(*cookiejar=None*)
A class to handle HTTP Cookies.

class urllib.request.**ProxyHandler**(*proxies=None*)
Cause requests to go through a proxy. If *proxies* is given, it must be a dictionary mapping protocol names to URLs of proxies. The default is to read the list of proxies from the environment variables <protocol>_proxy. If no proxy environment variables are set, then in a Windows environment proxy settings are obtained from the registry's Internet Settings section, and in a Mac OS X environment proxy information is retrieved from the OS X System Configuration Framework.

To disable autodetected proxy pass an empty dictionary.

The no_proxy environment variable can be used to specify hosts which shouldn't be reached via proxy; if set, it should be a comma-separated list of hostname suffixes, optionally with :port appended, for example cern.ch,ncsa.uiuc.edu,some.host:8080.

Note : HTTP_PROXY will be ignored if a variable REQUEST_METHOD is set; see the documentation on *getproxies()*.

---

class urllib.request.**HTTPPasswordMgr**
Keep a database of (realm, uri) -> (user, password) mappings.

class urllib.request.**HTTPPasswordMgrWithDefaultRealm**
Keep a database of (realm, uri) -> (user, password) mappings. A realm of None is considered a catch-all realm, which is searched if no other realm fits.

class urllib.request.**HTTPPasswordMgrWithPriorAuth**
A variant of *HTTPPasswordMgrWithDefaultRealm* that also has a database of uri -> is_authenticated mappings. Can be used by a BasicAuth handler to determine when to send authentication credentials immediately instead of waiting for a 401 response first.

Nouveau dans la version 3.5.

class urllib.request.**AbstractBasicAuthHandler**(*password_mgr=None*)
This is a mixin class that helps with HTTP authentication, both to the remote host and to a proxy. *password_mgr*, if given, should be something that is compatible with *HTTPPasswordMgr*; refer to section

HTTPPasswordMgr Objects for information on the interface that must be supported. If *passwd_mgr* also provides `is_authenticated` and `update_authenticated` methods (see *HTTPPasswordMgrWithPriorAuth Objects*), then the handler will use the `is_authenticated` result for a given URI to determine whether or not to send authentication credentials with the request. If `is_authenticated` returns `True` for the URI, credentials are sent. If `is_authenticated` is `False`, credentials are not sent, and then if a `401` response is received the request is re-sent with the authentication credentials. If authentication succeeds, `update_authenticated` is called to set `is_authenticated` `True` for the URI, so that subsequent requests to the URI or any of its super-URIs will automatically include the authentication credentials.

Nouveau dans la version 3.5 : Added `is_authenticated` support.

class `urllib.request.`**HTTPBasicAuthHandler**(*password_mgr=None*)
Handle authentication with the remote host. *password_mgr*, if given, should be something that is compatible with `HTTPPasswordMgr`; refer to section *HTTPPasswordMgr Objects* for information on the interface that must be supported. HTTPBasicAuthHandler will raise a `ValueError` when presented with a wrong Authentication scheme.

class `urllib.request.`**ProxyBasicAuthHandler**(*password_mgr=None*)
Handle authentication with the proxy. *password_mgr*, if given, should be something that is compatible with `HTTPPasswordMgr`; refer to section *HTTPPasswordMgr Objects* for information on the interface that must be supported.

class `urllib.request.`**AbstractDigestAuthHandler**(*password_mgr=None*)
This is a mixin class that helps with HTTP authentication, both to the remote host and to a proxy. *password_mgr*, if given, should be something that is compatible with `HTTPPasswordMgr`; refer to section *HTTPPasswordMgr Objects* for information on the interface that must be supported.

class `urllib.request.`**HTTPDigestAuthHandler**(*password_mgr=None*)
Handle authentication with the remote host. *password_mgr*, if given, should be something that is compatible with `HTTPPasswordMgr`; refer to section *HTTPPasswordMgr Objects* for information on the interface that must be supported. When both Digest Authentication Handler and Basic Authentication Handler are both added, Digest Authentication is always tried first. If the Digest Authentication returns a 40x response again, it is sent to Basic Authentication handler to Handle. This Handler method will raise a `ValueError` when presented with an authentication scheme other than Digest or Basic.

Modifié dans la version 3.3 : Raise `ValueError` on unsupported Authentication Scheme.

class `urllib.request.`**ProxyDigestAuthHandler**(*password_mgr=None*)
Handle authentication with the proxy. *password_mgr*, if given, should be something that is compatible with `HTTPPasswordMgr`; refer to section *HTTPPasswordMgr Objects* for information on the interface that must be supported.

class `urllib.request.`**HTTPHandler**
A class to handle opening of HTTP URLs.

class `urllib.request.`**HTTPSHandler**(*debuglevel=0*, *context=None*, *check_hostname=None*)
A class to handle opening of HTTPS URLs. *context* and *check_hostname* have the same meaning as in `http.client.HTTPSConnection`.

Modifié dans la version 3.2 : *context* and *check_hostname* were added.

class `urllib.request.`**FileHandler**
Open local files.

class `urllib.request.`**DataHandler**
Open data URLs.

Nouveau dans la version 3.4.

class `urllib.request.`**FTPHandler**
Open FTP URLs.

class `urllib.request.`**CacheFTPHandler**
Open FTP URLs, keeping a cache of open FTP connections to minimize delays.

class `urllib.request.`**UnknownHandler**
A catch-all class to handle unknown URLs.

class urllib.request.**HTTPErrorProcessor**
Process HTTP error responses.

22.6.1 Request Objects

The following methods describe *Request*'s public interface, and so all may be overridden in subclasses. It also defines several public attributes that can be used by clients to inspect the parsed request.

Request.**full_url**
The original URL passed to the constructor.

Modifié dans la version 3.4.

Request.full_url is a property with setter, getter and a deleter. Getting *full_url* returns the original request URL with the fragment, if it was present.

Request.**type**
The URI scheme.

Request.**host**
The URI authority, typically a host, but may also contain a port separated by a colon.

Request.**origin_req_host**
The original host for the request, without port.

Request.**selector**
The URI path. If the *Request* uses a proxy, then selector will be the full URL that is passed to the proxy.

Request.**data**
The entity body for the request, or None if not specified.

Modifié dans la version 3.4 : Changing value of *Request.data* now deletes "Content-Length" header if it was previously set or calculated.

Request.**unverifiable**
boolean, indicates whether the request is unverifiable as defined by **RFC 2965**.

Request.**method**
The HTTP request method to use. By default its value is *None*, which means that *get_method()* will do its normal computation of the method to be used. Its value can be set (thus overriding the default computation in *get_method()*) either by providing a default value by setting it at the class level in a *Request* subclass, or by passing a value in to the *Request* constructor via the *method* argument.

Nouveau dans la version 3.3.

Modifié dans la version 3.4 : A default value can now be set in subclasses ; previously it could only be set via the constructor argument.

Request.**get_method**()
Return a string indicating the HTTP request method. If *Request.method* is not None, return its value, otherwise return 'GET' if *Request.data* is None, or 'POST' if it's not. This is only meaningful for HTTP requests.

Modifié dans la version 3.3 : get_method now looks at the value of *Request.method*.

Request.**add_header**(*key*, *val*)
Add another header to the request. Headers are currently ignored by all handlers except HTTP handlers, where they are added to the list of headers sent to the server. Note that there cannot be more than one header with the same name, and later calls will overwrite previous calls in case the *key* collides. Currently, this is no loss of HTTP functionality, since all headers which have meaning when used more than once have a (header-specific) way of gaining the same functionality using only one header.

Request.**add_unredirected_header**(*key*, *header*)
Add a header that will not be added to a redirected request.

Request.**has_header**(*header*)
Return whether the instance has the named header (checks both regular and unredirected).

Request.**remove_header**(*header*)
Remove named header from the request instance (both from regular and unredirected headers).
Nouveau dans la version 3.4.

Request.**get_full_url**()
Return the URL given in the constructor.
Modifié dans la version 3.4.
Returns *Request.full_url*

Request.**set_proxy**(*host*, *type*)
Prepare the request by connecting to a proxy server. The *host* and *type* will replace those of the instance, and the instance's selector will be the original URL given in the constructor.

Request.**get_header**(*header_name*, *default=None*)
Return the value of the given header. If the header is not present, return the default value.

Request.**header_items**()
Return a list of tuples (header_name, header_value) of the Request headers.

Modifié dans la version 3.4 : The request methods add_data, has_data, get_data, get_type, get_host, get_selector, get_origin_req_host and is_unverifiable that were deprecated since 3.3 have been removed.

22.6.2 OpenerDirector Objects

OpenerDirector instances have the following methods :

OpenerDirector.**add_handler**(*handler*)
handler should be an instance of *BaseHandler*. The following methods are searched, and added to the possible chains (note that HTTP errors are a special case). Note that, in the following, *protocol* should be replaced with the actual protocol to handle, for example `http_response()` would be the HTTP protocol response handler. Also *type* should be replaced with the actual HTTP code, for example `http_error_404()` would handle HTTP 404 errors.
— `<protocol>_open()` --- signal that the handler knows how to open *protocol* URLs.
See *BaseHandler.<protocol>_open()* for more information.
— `http_error_<type>()` --- signal that the handler knows how to handle HTTP errors with HTTP error code *type*.
See *BaseHandler.http_error_<nnn>()* for more information.
— `<protocol>_error()` --- signal that the handler knows how to handle errors from (non-`http`) *protocol*.
— `<protocol>_request()` --- signal that the handler knows how to pre-process *protocol* requests.
See *BaseHandler.<protocol>_request()* for more information.
— `<protocol>_response()` --- signal that the handler knows how to post-process *protocol* responses.
See *BaseHandler.<protocol>_response()* for more information.

OpenerDirector.**open**(*url*, *data=None*[, *timeout*])
Open the given *url* (which can be a request object or a string), optionally passing the given *data*. Arguments, return values and exceptions raised are the same as those of *urlopen()* (which simply calls the *open()* method on the currently installed global *OpenerDirector*). The optional *timeout* parameter specifies a timeout in seconds for blocking operations like the connection attempt (if not specified, the global default timeout setting will be used). The timeout feature actually works only for HTTP, HTTPS and FTP connections).

OpenerDirector.**error**(*proto*, **args*)
Handle an error of the given protocol. This will call the registered error handlers for the given protocol with the given arguments (which are protocol specific). The HTTP protocol is a special case which uses the HTTP response code to determine the specific error handler; refer to the `http_error_<type>()` methods of the handler classes.
Return values and exceptions raised are the same as those of *urlopen()*.

OpenerDirector objects open URLs in three stages :

The order in which these methods are called within each stage is determined by sorting the handler instances.

1. Every handler with a method named like `<protocol>_request()` has that method called to pre-process the request.
2. Handlers with a method named like `<protocol>_open()` are called to handle the request. This stage ends when a handler either returns a non-*None* value (ie. a response), or raises an exception (usually *URLError*). Exceptions are allowed to propagate.
   In fact, the above algorithm is first tried for methods named `default_open()`. If all such methods return *None*, the algorithm is repeated for methods named like `<protocol>_open()`. If all such methods return *None*, the algorithm is repeated for methods named `unknown_open()`.
   Note that the implementation of these methods may involve calls of the parent *OpenerDirector* instance's *open()* and *error()* methods.
3. Every handler with a method named like `<protocol>_response()` has that method called to post-process the response.

22.6.3 BaseHandler Objects

BaseHandler objects provide a couple of methods that are directly useful, and others that are meant to be used by derived classes. These are intended for direct use :

`BaseHandler.`**`add_parent`**`(`*director*`)`
Add a director as parent.

`BaseHandler.`**`close`**`()`
Remove any parents.

The following attribute and methods should only be used by classes derived from *BaseHandler*.

Note : The convention has been adopted that subclasses defining `<protocol>_request()` or `<protocol>_response()` methods are named `*Processor`; all others are named `*Handler`.

`BaseHandler.`**`parent`**
A valid *OpenerDirector*, which can be used to open using a different protocol, or handle errors.

`BaseHandler.`**`default_open`**`(`*req*`)`
This method is *not* defined in *BaseHandler*, but subclasses should define it if they want to catch all URLs.
This method, if implemented, will be called by the parent *OpenerDirector*. It should return a file-like object as described in the return value of the *open()* of *OpenerDirector*, or `None`. It should raise *URLError*, unless a truly exceptional thing happens (for example, *MemoryError* should not be mapped to `URLError`).
This method will be called before any protocol-specific open method.

`BaseHandler.<protocol>_open(req)`
This method is *not* defined in *BaseHandler*, but subclasses should define it if they want to handle URLs with the given protocol.
This method, if defined, will be called by the parent *OpenerDirector*. Return values should be the same as for `default_open()`.

`BaseHandler.`**`unknown_open`**`(`*req*`)`
This method is *not* defined in *BaseHandler*, but subclasses should define it if they want to catch all URLs with no specific registered handler to open it.
This method, if implemented, will be called by the *parent OpenerDirector*. Return values should be the same as for *default_open()*.

`BaseHandler.`**`http_error_default`**`(`*req*, *fp*, *code*, *msg*, *hdrs*`)`
This method is *not* defined in *BaseHandler*, but subclasses should override it if they intend to provide a catch-all for otherwise unhandled HTTP errors. It will be called automatically by the *OpenerDirector* getting the error, and should not normally be called in other circumstances.
req will be a *Request* object, *fp* will be a file-like object with the HTTP error body, *code* will be the three-digit code of the error, *msg* will be the user-visible explanation of the code and *hdrs* will be a mapping object with the headers of the error.

Return values and exceptions raised should be the same as those of *urlopen()*.

BaseHandler.http_error_<nnn>(req, fp, code, msg, hdrs)
nnn should be a three-digit HTTP error code. This method is also not defined in *BaseHandler*, but will be called, if it exists, on an instance of a subclass, when an HTTP error with code *nnn* occurs.

Subclasses should override this method to handle specific HTTP errors.

Arguments, return values and exceptions raised should be the same as for `http_error_default()`.

BaseHandler.<protocol>_request(req)
This method is *not* defined in *BaseHandler*, but subclasses should define it if they want to pre-process requests of the given protocol.

This method, if defined, will be called by the parent *OpenerDirector*. *req* will be a *Request* object. The return value should be a *Request* object.

BaseHandler.<protocol>_response(req, response)
This method is *not* defined in *BaseHandler*, but subclasses should define it if they want to post-process responses of the given protocol.

This method, if defined, will be called by the parent *OpenerDirector*. *req* will be a *Request* object. *response* will be an object implementing the same interface as the return value of *urlopen()*. The return value should implement the same interface as the return value of *urlopen()*.

22.6.4 HTTPRedirectHandler Objects

Note : Some HTTP redirections require action from this module's client code. If this is the case, *HTTPError* is raised. See **RFC 2616** for details of the precise meanings of the various redirection codes.

An `HTTPError` exception raised as a security consideration if the HTTPRedirectHandler is presented with a redirected URL which is not an HTTP, HTTPS or FTP URL.

`HTTPRedirectHandler.`**redirect_request**(*req*, *fp*, *code*, *msg*, *hdrs*, *newurl*)
Return a *Request* or `None` in response to a redirect. This is called by the default implementations of the `http_error_30*()` methods when a redirection is received from the server. If a redirection should take place, return a new *Request* to allow `http_error_30*()` to perform the redirect to *newurl*. Otherwise, raise *HTTPError* if no other handler should try to handle this URL, or return `None` if you can't but another handler might.

Note : The default implementation of this method does not strictly follow **RFC 2616**, which says that 301 and 302 responses to `POST` requests must not be automatically redirected without confirmation by the user. In reality, browsers do allow automatic redirection of these responses, changing the POST to a `GET`, and the default implementation reproduces this behavior.

`HTTPRedirectHandler.`**http_error_301**(*req*, *fp*, *code*, *msg*, *hdrs*)
Redirect to the `Location:` or `URI:` URL. This method is called by the parent *OpenerDirector* when getting an HTTP 'moved permanently' response.

`HTTPRedirectHandler.`**http_error_302**(*req*, *fp*, *code*, *msg*, *hdrs*)
The same as *http_error_301()*, but called for the 'found' response.

`HTTPRedirectHandler.`**http_error_303**(*req*, *fp*, *code*, *msg*, *hdrs*)
The same as *http_error_301()*, but called for the 'see other' response.

`HTTPRedirectHandler.`**http_error_307**(*req*, *fp*, *code*, *msg*, *hdrs*)
The same as *http_error_301()*, but called for the 'temporary redirect' response.

22.6.5 HTTPCookieProcessor Objects

HTTPCookieProcessor instances have one attribute :

HTTPCookieProcessor.**cookiejar**
The *http.cookiejar.CookieJar* in which cookies are stored.

22.6.6 ProxyHandler Objects

ProxyHandler.<protocol>_open(request)
The *ProxyHandler* will have a method `<protocol>_open()` for every *protocol* which has a proxy in the *proxies* dictionary given in the constructor. The method will modify requests to go through the proxy, by calling `request.set_proxy()`, and call the next handler in the chain to actually execute the protocol.

22.6.7 HTTPPasswordMgr Objects

These methods are available on *HTTPPasswordMgr* and *HTTPPasswordMgrWithDefaultRealm* objects.

HTTPPasswordMgr.**add_password**(*realm*, *uri*, *user*, *passwd*)
uri can be either a single URI, or a sequence of URIs. *realm*, *user* and *passwd* must be strings. This causes `(user, passwd)` to be used as authentication tokens when authentication for *realm* and a super-URI of any of the given URIs is given.

HTTPPasswordMgr.**find_user_password**(*realm*, *authuri*)
Get user/password for given realm and URI, if any. This method will return `(None, None)` if there is no matching user/password.
For *HTTPPasswordMgrWithDefaultRealm* objects, the realm `None` will be searched if the given *realm* has no matching user/password.

22.6.8 HTTPPasswordMgrWithPriorAuth Objects

This password manager extends *HTTPPasswordMgrWithDefaultRealm* to support tracking URIs for which authentication credentials should always be sent.

HTTPPasswordMgrWithPriorAuth.**add_password**(*realm*, *uri*, *user*, *passwd*, *is_authenticated=False*)
realm, *uri*, *user*, *passwd* are as for *HTTPPasswordMgr.add_password()*. *is_authenticated* sets the initial value of the `is_authenticated` flag for the given URI or list of URIs. If *is_authenticated* is specified as `True`, *realm* is ignored.

HTTPPasswordMgr.**find_user_password**(*realm*, *authuri*)
Same as for *HTTPPasswordMgrWithDefaultRealm* objects

HTTPPasswordMgrWithPriorAuth.**update_authenticated**(*self*, *uri*, *is_authenticated=False*)
Update the `is_authenticated` flag for the given *uri* or list of URIs.

HTTPPasswordMgrWithPriorAuth.**is_authenticated**(*self*, *authuri*)
Returns the current state of the `is_authenticated` flag for the given URI.

22.6.9 AbstractBasicAuthHandler Objects

`AbstractBasicAuthHandler.`**`http_error_auth_reqed`**(*authreq*, *host*, *req*, *headers*)
Handle an authentication request by getting a user/password pair, and re-trying the request. *authreq* should be the name of the header where the information about the realm is included in the request, *host* specifies the URL and path to authenticate for, *req* should be the (failed) `Request` object, and *headers* should be the error headers.

host is either an authority (e.g. `"python.org"`) or a URL containing an authority component (e.g. `"http://python.org/"`). In either case, the authority must not contain a userinfo component (so, `"python.org"` and `"python.org:80"` are fine, `"joe:password@python.org"` is not).

22.6.10 HTTPBasicAuthHandler Objects

`HTTPBasicAuthHandler.`**`http_error_401`**(*req*, *fp*, *code*, *msg*, *hdrs*)
Retry the request with authentication information, if available.

22.6.11 ProxyBasicAuthHandler Objects

`ProxyBasicAuthHandler.`**`http_error_407`**(*req*, *fp*, *code*, *msg*, *hdrs*)
Retry the request with authentication information, if available.

22.6.12 AbstractDigestAuthHandler Objects

`AbstractDigestAuthHandler.`**`http_error_auth_reqed`**(*authreq*, *host*, *req*, *headers*)
authreq should be the name of the header where the information about the realm is included in the request, *host* should be the host to authenticate to, *req* should be the (failed) `Request` object, and *headers* should be the error headers.

22.6.13 HTTPDigestAuthHandler Objects

`HTTPDigestAuthHandler.`**`http_error_401`**(*req*, *fp*, *code*, *msg*, *hdrs*)
Retry the request with authentication information, if available.

22.6.14 ProxyDigestAuthHandler Objects

`ProxyDigestAuthHandler.`**`http_error_407`**(*req*, *fp*, *code*, *msg*, *hdrs*)
Retry the request with authentication information, if available.

22.6.15 HTTPHandler Objects

`HTTPHandler.`**`http_open`**(*req*)
Send an HTTP request, which can be either GET or POST, depending on `req.has_data()`.

22.6.16 HTTPSHandler Objects

`HTTPSHandler.`**`https_open`**`(req)`
Send an HTTPS request, which can be either GET or POST, depending on `req.has_data()`.

22.6.17 FileHandler Objects

`FileHandler.`**`file_open`**`(req)`
Open the file locally, if there is no host name, or the host name is `'localhost'`.

Modifié dans la version 3.2 : This method is applicable only for local hostnames. When a remote hostname is given, an *URLError* is raised.

22.6.18 DataHandler Objects

`DataHandler.`**`data_open`**`(req)`
Read a data URL. This kind of URL contains the content encoded in the URL itself. The data URL syntax is specified in **RFC 2397**. This implementation ignores white spaces in base64 encoded data URLs so the URL may be wrapped in whatever source file it comes from. But even though some browsers don't mind about a missing padding at the end of a base64 encoded data URL, this implementation will raise an *ValueError* in that case.

22.6.19 FTPHandler Objects

`FTPHandler.`**`ftp_open`**`(req)`
Open the FTP file indicated by *req*. The login is always done with empty username and password.

22.6.20 CacheFTPHandler Objects

CacheFTPHandler objects are *FTPHandler* objects with the following additional methods :

`CacheFTPHandler.`**`setTimeout`**`(t)`
Set timeout of connections to *t* seconds.

`CacheFTPHandler.`**`setMaxConns`**`(m)`
Set maximum number of cached connections to *m*.

22.6.21 UnknownHandler Objects

`UnknownHandler.`**`unknown_open`**`()`
Raise a *URLError* exception.

22.6.22 HTTPErrorProcessor Objects

`HTTPErrorProcessor.`**`http_response`**`(request, response)`
Process HTTP error responses.

For 200 error codes, the response object is returned immediately.

For non-200 error codes, this simply passes the job on to the `http_error_<type>()` handler methods, via *OpenerDirector.error()*. Eventually, *HTTPDefaultErrorHandler* will raise an *HTTPError* if no other handler handles the error.

`HTTPErrorProcessor.`**`https_response`**`(request, response)`
Process HTTPS error responses.

The behavior is same as *http_response()*.

22.6.23 Exemples

In addition to the examples below, more examples are given in urllib-howto.

This example gets the python.org main page and displays the first 300 bytes of it.

```
>>> import urllib.request
>>> with urllib.request.urlopen('http://www.python.org/') as f:
...     print(f.read(300))
...
b'<!DOCTYPE html PUBLIC "-//W3C//DTD XHTML 1.0 Transitional//EN"
"http://www.w3.org/TR/xhtml1/DTD/xhtml1-transitional.dtd">\n\n\n<html
xmlns="http://www.w3.org/1999/xhtml" xml:lang="en" lang="en">\n\n<head>\n
<meta http-equiv="content-type" content="text/html; charset=utf-8" />\n
<title>Python Programming '
```

Note that urlopen returns a bytes object. This is because there is no way for urlopen to automatically determine the encoding of the byte stream it receives from the HTTP server. In general, a program will decode the returned bytes object to string once it determines or guesses the appropriate encoding.

The following W3C document, https://www.w3.org/International/O-charset, lists the various ways in which an (X)HTML or an XML document could have specified its encoding information.

As the python.org website uses *utf-8* encoding as specified in its meta tag, we will use the same for decoding the bytes object.

```
>>> with urllib.request.urlopen('http://www.python.org/') as f:
...     print(f.read(100).decode('utf-8'))
...
<!DOCTYPE html PUBLIC "-//W3C//DTD XHTML 1.0 Transitional//EN"
"http://www.w3.org/TR/xhtml1/DTD/xhtm
```

It is also possible to achieve the same result without using the *context manager* approach.

```
>>> import urllib.request
>>> f = urllib.request.urlopen('http://www.python.org/')
>>> print(f.read(100).decode('utf-8'))
<!DOCTYPE html PUBLIC "-//W3C//DTD XHTML 1.0 Transitional//EN"
"http://www.w3.org/TR/xhtml1/DTD/xhtm
```

In the following example, we are sending a data-stream to the stdin of a CGI and reading the data it returns to us. Note that this example will only work when the Python installation supports SSL.

```
>>> import urllib.request
>>> req = urllib.request.Request(url='https://localhost/cgi-bin/test.cgi',
...                       data=b'This data is passed to stdin of the CGI')
>>> with urllib.request.urlopen(req) as f:
...     print(f.read().decode('utf-8'))
...
Got Data: "This data is passed to stdin of the CGI"
```

The code for the sample CGI used in the above example is :

```
#!/usr/bin/env python
import sys
data = sys.stdin.read()
print('Content-type: text/plain\n\nGot Data: "%s"' % data)
```

Here is an example of doing a `PUT` request using *Request* :

```
import urllib.request
DATA = b'some data'
req = urllib.request.Request(url='http://localhost:8080', data=DATA,method='PUT')
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
with urllib.request.urlopen(req) as f:
    pass
print(f.status)
print(f.reason)
```

Use of Basic HTTP Authentication :

```
import urllib.request
# Create an OpenerDirector with support for Basic HTTP Authentication...
auth_handler = urllib.request.HTTPBasicAuthHandler()
auth_handler.add_password(realm='PDQ Application',
                          uri='https://mahler:8092/site-updates.py',
                          user='klem',
                          passwd='kadidd!ehopper')
opener = urllib.request.build_opener(auth_handler)
# ...and install it globally so it can be used with urlopen.
urllib.request.install_opener(opener)
urllib.request.urlopen('http://www.example.com/login.html')
```

build_opener() provides many handlers by default, including a *ProxyHandler*. By default, *ProxyHandler* uses the environment variables named <scheme>_proxy, where <scheme> is the URL scheme involved. For example, the http_proxy environment variable is read to obtain the HTTP proxy's URL.

This example replaces the default *ProxyHandler* with one that uses programmatically-supplied proxy URLs, and adds proxy authorization support with *ProxyBasicAuthHandler*.

```
proxy_handler = urllib.request.ProxyHandler({'http': 'http://www.example.com:3128/
↪'})
proxy_auth_handler = urllib.request.ProxyBasicAuthHandler()
proxy_auth_handler.add_password('realm', 'host', 'username', 'password')

opener = urllib.request.build_opener(proxy_handler, proxy_auth_handler)
# This time, rather than install the OpenerDirector, we use it directly:
opener.open('http://www.example.com/login.html')
```

Adding HTTP headers :

Use the *headers* argument to the *Request* constructor, or :

```
import urllib.request
req = urllib.request.Request('http://www.example.com/')
req.add_header('Referer', 'http://www.python.org/')
# Customize the default User-Agent header value:
req.add_header('User-Agent', 'urllib-example/0.1 (Contact: . . .)')
r = urllib.request.urlopen(req)
```

OpenerDirector automatically adds a *User-Agent* header to every *Request*. To change this :

```
import urllib.request
opener = urllib.request.build_opener()
opener.addheaders = [('User-agent', 'Mozilla/5.0')]
opener.open('http://www.example.com/')
```

Also, remember that a few standard headers (*Content-Length*, *Content-Type* and *Host*) are added when the *Request* is passed to *urlopen()* (or *OpenerDirector.open()*).

Here is an example session that uses the GET method to retrieve a URL containing parameters :

```
>>> import urllib.request
>>> import urllib.parse
>>> params = urllib.parse.urlencode({'spam': 1, 'eggs': 2, 'bacon': 0})
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
>>> url = "http://www.musi-cal.com/cgi-bin/query?%s" % params
>>> with urllib.request.urlopen(url) as f:
...     print(f.read().decode('utf-8'))
...
```

The following example uses the `POST` method instead. Note that params output from urlencode is encoded to bytes before it is sent to urlopen as data :

```
>>> import urllib.request
>>> import urllib.parse
>>> data = urllib.parse.urlencode({'spam': 1, 'eggs': 2, 'bacon': 0})
>>> data = data.encode('ascii')
>>> with urllib.request.urlopen("http://requestb.in/xrbl82xr", data) as f:
...     print(f.read().decode('utf-8'))
...
```

The following example uses an explicitly specified HTTP proxy, overriding environment settings :

```
>>> import urllib.request
>>> proxies = {'http': 'http://proxy.example.com:8080/'}
>>> opener = urllib.request.FancyURLopener(proxies)
>>> with opener.open("http://www.python.org") as f:
...     f.read().decode('utf-8')
...
```

The following example uses no proxies at all, overriding environment settings :

```
>>> import urllib.request
>>> opener = urllib.request.FancyURLopener({})
>>> with opener.open("http://www.python.org/") as f:
...     f.read().decode('utf-8')
...
```

22.6.24 Legacy interface

The following functions and classes are ported from the Python 2 module `urllib` (as opposed to `urllib2`). They might become deprecated at some point in the future.

`urllib.request.`**`urlretrieve`**(*url*, *filename=None*, *reporthook=None*, *data=None*)

Copy a network object denoted by a URL to a local file. If the URL points to a local file, the object will not be copied unless filename is supplied. Return a tuple `(filename, headers)` where *filename* is the local file name under which the object can be found, and *headers* is whatever the `info()` method of the object returned by *urlopen()* returned (for a remote object). Exceptions are the same as for *urlopen()*.

The second argument, if present, specifies the file location to copy to (if absent, the location will be a tempfile with a generated name). The third argument, if present, is a callable that will be called once on establishment of the network connection and once after each block read thereafter. The callable will be passed three arguments ; a count of blocks transferred so far, a block size in bytes, and the total size of the file. The third argument may be `-1` on older FTP servers which do not return a file size in response to a retrieval request.

The following example illustrates the most common usage scenario :

```
>>> import urllib.request
>>> local_filename, headers = urllib.request.urlretrieve('http://python.org/')
>>> html = open(local_filename)
>>> html.close()
```

If the *url* uses the `http:` scheme identifier, the optional *data* argument may be given to specify a `POST` request (normally the request type is `GET`). The *data* argument must be a bytes object in standard *application/x-www-form-urlencoded* format ; see the *urllib.parse.urlencode()* function.

urlretrieve() will raise ContentTooShortError when it detects that the amount of data available was less than the expected amount (which is the size reported by a *Content-Length* header). This can occur, for example, when the download is interrupted.

The *Content-Length* is treated as a lower bound : if there's more data to read, urlretrieve reads more data, but if less data is available, it raises the exception.

You can still retrieve the downloaded data in this case, it is stored in the content attribute of the exception instance.

If no *Content-Length* header was supplied, urlretrieve can not check the size of the data it has downloaded, and just returns it. In this case you just have to assume that the download was successful.

urllib.request.**urlcleanup**()
Cleans up temporary files that may have been left behind by previous calls to *urlretrieve()*.

class urllib.request.**URLopener**(*proxies=None*, ***x509*)
Obsolète depuis la version 3.3.

Base class for opening and reading URLs. Unless you need to support opening objects using schemes other than http:, ftp:, or file:, you probably want to use *FancyURLopener*.

By default, the *URLopener* class sends a *User-Agent* header of urllib/VVV, where *VVV* is the *urllib* version number. Applications can define their own *User-Agent* header by subclassing *URLopener* or *FancyURLopener* and setting the class attribute *version* to an appropriate string value in the subclass definition.

The optional *proxies* parameter should be a dictionary mapping scheme names to proxy URLs, where an empty dictionary turns proxies off completely. Its default value is None, in which case environmental proxy settings will be used if present, as discussed in the definition of *urlopen()*, above.

Additional keyword parameters, collected in *x509*, may be used for authentication of the client when using the https: scheme. The keywords *key_file* and *cert_file* are supported to provide an SSL key and certificate; both are needed to support client authentication.

URLopener objects will raise an *OSError* exception if the server returns an error code.

open(*fullurl*, *data=None*)
Open *fullurl* using the appropriate protocol. This method sets up cache and proxy information, then calls the appropriate open method with its input arguments. If the scheme is not recognized, *open_unknown()* is called. The *data* argument has the same meaning as the *data* argument of *urlopen()*.

This method always quotes *fullurl* using *quote()*.

open_unknown(*fullurl*, *data=None*)
Overridable interface to open unknown URL types.

retrieve(*url*, *filename=None*, *reporthook=None*, *data=None*)
Retrieves the contents of *url* and places it in *filename*. The return value is a tuple consisting of a local filename and either an *email.message.Message* object containing the response headers (for remote URLs) or None (for local URLs). The caller must then open and read the contents of *filename*. If *filename* is not given and the URL refers to a local file, the input filename is returned. If the URL is non-local and *filename* is not given, the filename is the output of *tempfile.mktemp()* with a suffix that matches the suffix of the last path component of the input URL. If *reporthook* is given, it must be a function accepting three numeric parameters : A chunk number, the maximum size chunks are read in and the total size of the download (-1 if unknown). It will be called once at the start and after each chunk of data is read from the network. *reporthook* is ignored for local URLs.

If the *url* uses the http: scheme identifier, the optional *data* argument may be given to specify a POST request (normally the request type is GET). The *data* argument must in standard *application/x-www-form-urlencoded* format; see the *urllib.parse.urlencode()* function.

version
Variable that specifies the user agent of the opener object. To get *urllib* to tell servers that it is a particular user agent, set this in a subclass as a class variable or in the constructor before calling the base constructor.

class urllib.request.**FancyURLopener**(...)
Obsolète depuis la version 3.3.

FancyURLopener subclasses *URLopener* providing default handling for the following HTTP response codes : 301, 302, 303, 307 and 401. For the 30x response codes listed above, the *Location* header is used

to fetch the actual URL. For 401 response codes (authentication required), basic HTTP authentication is performed. For the 30x response codes, recursion is bounded by the value of the *maxtries* attribute, which defaults to 10.

For all other response codes, the method `http_error_default()` is called which you can override in subclasses to handle the error appropriately.

Note : According to the letter of **RFC 2616**, 301 and 302 responses to POST requests must not be automatically redirected without confirmation by the user. In reality, browsers do allow automatic redirection of these responses, changing the POST to a GET, and *urllib* reproduces this behaviour.

The parameters to the constructor are the same as those for *URLopener*.

Note : When performing basic authentication, a *FancyURLopener* instance calls its *prompt_user_passwd()* method. The default implementation asks the users for the required information on the controlling terminal. A subclass may override this method to support more appropriate behavior if needed.

The *FancyURLopener* class offers one additional method that should be overloaded to provide the appropriate behavior :

prompt_user_passwd(*host*, *realm*)

Return information needed to authenticate the user at the given host in the specified security realm. The return value should be a tuple, `(user, password)`, which can be used for basic authentication.

The implementation prompts for this information on the terminal ; an application should override this method to use an appropriate interaction model in the local environment.

22.6.25 `urllib.request` Restrictions

— Currently, only the following protocols are supported : HTTP (versions 0.9 and 1.0), FTP, local files, and data URLs.
Modifié dans la version 3.4 : Added support for data URLs.
— The caching feature of *urlretrieve()* has been disabled until someone finds the time to hack proper processing of Expiration time headers.
— There should be a function to query whether a particular URL is in the cache.
— For backward compatibility, if a URL appears to point to a local file but the file can't be opened, the URL is re-interpreted using the FTP protocol. This can sometimes cause confusing error messages.
— The *urlopen()* and *urlretrieve()* functions can cause arbitrarily long delays while waiting for a network connection to be set up. This means that it is difficult to build an interactive Web client using these functions without using threads.
— The data returned by *urlopen()* or *urlretrieve()* is the raw data returned by the server. This may be binary data (such as an image), plain text or (for example) HTML. The HTTP protocol provides type information in the reply header, which can be inspected by looking at the *Content-Type* header. If the returned data is HTML, you can use the module *html.parser* to parse it.
— The code handling the FTP protocol cannot differentiate between a file and a directory. This can lead to unexpected behavior when attempting to read a URL that points to a file that is not accessible. If the URL ends in a `/`, it is assumed to refer to a directory and will be handled accordingly. But if an attempt to read a file leads to a 550 error (meaning the URL cannot be found or is not accessible, often for permission reasons), then the path is treated as a directory in order to handle the case when a directory is specified by a URL but the trailing `/` has been left off. This can cause misleading results when you try to fetch a file whose read permissions make it inaccessible ; the FTP code will try to read it, fail with a 550 error, and then perform a directory listing for the unreadable file. If fine-grained control is needed, consider using the *ftplib* module, subclassing *FancyURLopener*, or changing *_urlopener* to meet your needs.

22.7 `urllib.response` --- Response classes used by urllib

The *`urllib.response`* module defines functions and classes which define a minimal file like interface, including `read()` and `readline()`. The typical response object is an addinfourl instance, which defines an `info()` method and that returns headers and a `geturl()` method that returns the url. Functions defined by this module are used internally by the *`urllib.request`* module.

22.8 `urllib.parse` --- Parse URLs into components

Code source : Lib/urllib/parse.py

This module defines a standard interface to break Uniform Resource Locator (URL) strings up in components (addressing scheme, network location, path etc.), to combine the components back into a URL string, and to convert a "relative URL" to an absolute URL given a "base URL."

The module has been designed to match the Internet RFC on Relative Uniform Resource Locators. It supports the following URL schemes : `file`, `ftp`, `gopher`, `hdl`, `http`, `https`, `imap`, `mailto`, `mms`, `news`, `nntp`, `prospero`, `rsync`, `rtsp`, `rtspu`, `sftp`, `shttp`, `sip`, `sips`, `snews`, `svn`, `svn+ssh`, `telnet`, `wais`, `ws`, `wss`.

The *`urllib.parse`* module defines functions that fall into two broad categories : URL parsing and URL quoting. These are covered in detail in the following sections.

22.8.1 URL Parsing

The URL parsing functions focus on splitting a URL string into its components, or on combining URL components into a URL string.

`urllib.parse.`**`urlparse`**(*urlstring*, *scheme=''*, *allow_fragments=True*)

Parse a URL into six components, returning a 6-item *named tuple*. This corresponds to the general structure of a URL : `scheme://netloc/path;parameters?query#fragment`. Each tuple item is a string, possibly empty. The components are not broken up in smaller parts (for example, the network location is a single string), and % escapes are not expanded. The delimiters as shown above are not part of the result, except for a leading slash in the *path* component, which is retained if present. For example :

```
>>> from urllib.parse import urlparse
>>> o = urlparse('http://www.cwi.nl:80/%7Eguido/Python.html')
>>> o
ParseResult(scheme='http', netloc='www.cwi.nl:80', path='/%7Eguido/Python.html
↪',
            params='', query='', fragment='')
>>> o.scheme
'http'
>>> o.port
80
>>> o.geturl()
'http://www.cwi.nl:80/%7Eguido/Python.html'
```

Following the syntax specifications in **RFC 1808**, urlparse recognizes a netloc only if it is properly introduced by '//'. Otherwise the input is presumed to be a relative URL and thus to start with a path component.

```
>>> from urllib.parse import urlparse
>>> urlparse('//www.cwi.nl:80/%7Eguido/Python.html')
ParseResult(scheme='', netloc='www.cwi.nl:80', path='/%7Eguido/Python.html',
            params='', query='', fragment='')
>>> urlparse('www.cwi.nl/%7Eguido/Python.html')
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
ParseResult(scheme='', netloc='', path='www.cwi.nl/%7Eguido/Python.html',
            params='', query='', fragment='')
>>> urlparse('help/Python.html')
ParseResult(scheme='', netloc='', path='help/Python.html', params='',
            query='', fragment='')
```

The *scheme* argument gives the default addressing scheme, to be used only if the URL does not specify one. It should be the same type (text or bytes) as *urlstring*, except that the default value `''` is always allowed, and is automatically converted to `b''` if appropriate.

If the *allow_fragments* argument is false, fragment identifiers are not recognized. Instead, they are parsed as part of the path, parameters or query component, and `fragment` is set to the empty string in the return value.

The return value is a *named tuple*, which means that its items can be accessed by index or as named attributes, which are :

Attribut	Index	Valeur	Value if not present
`scheme`	0	URL scheme specifier	*scheme* parameter
`netloc`	1	Network location part	empty string
`path`	2	Hierarchical path	empty string
`params`	3	Parameters for last path element	empty string
`query`	4	Query component	empty string
`fragment`	5	Fragment identifier	empty string
`username`		User name	*None*
`password`		Password	*None*
`hostname`		Host name (lower case)	*None*
`port`		Port number as integer, if present	*None*

Reading the `port` attribute will raise a *ValueError* if an invalid port is specified in the URL. See section *Structured Parse Results* for more information on the result object.

Unmatched square brackets in the `netloc` attribute will raise a *ValueError*.

Characters in the `netloc` attribute that decompose under NFKC normalization (as used by the IDNA encoding) into any of `/`, `?`, `#`, `@`, or `:` will raise a *ValueError*. If the URL is decomposed before parsing, no error will be raised.

As is the case with all named tuples, the subclass has a few additional methods and attributes that are particularly useful. One such method is `_replace()`. The `_replace()` method will return a new ParseResult object replacing specified fields with new values.

```
>>> from urllib.parse import urlparse
>>> u = urlparse('//www.cwi.nl:80/%7Eguido/Python.html')
>>> u
ParseResult(scheme='', netloc='www.cwi.nl:80', path='/%7Eguido/Python.html',
            params='', query='', fragment='')
>>> u._replace(scheme='http')
ParseResult(scheme='http', netloc='www.cwi.nl:80', path='/%7Eguido/Python.html
↪',
            params='', query='', fragment='')
```

Avertissement : *urlparse()* does not perform validation. See *URL parsing security* for details.

Modifié dans la version 3.2 : Added IPv6 URL parsing capabilities.

Modifié dans la version 3.3 : The fragment is now parsed for all URL schemes (unless *allow_fragment* is false), in accordance with **RFC 3986**. Previously, a whitelist of schemes that support fragments existed.

Modifié dans la version 3.6 : Out-of-range port numbers now raise *ValueError*, instead of returning *None*.

Modifié dans la version 3.7.3 : Characters that affect netloc parsing under NFKC normalization will now raise *ValueError*.

`urllib.parse.`**`parse_qs`**(*qs*, *keep_blank_values=False*, *strict_parsing=False*, *encoding='utf-8'*, *errors='replace'*, *max_num_fields=None*, *separator='&'*)

Parse a query string given as a string argument (data of type *application/*

x-www-form-urlencoded). Data are returned as a dictionary. The dictionary keys are the unique query variable names and the values are lists of values for each name.

The optional argument *keep_blank_values* is a flag indicating whether blank values in percent-encoded queries should be treated as blank strings. A true value indicates that blanks should be retained as blank strings. The default false value indicates that blank values are to be ignored and treated as if they were not included.

The optional argument *strict_parsing* is a flag indicating what to do with parsing errors. If false (the default), errors are silently ignored. If true, errors raise a `ValueError` exception.

The optional *encoding* and *errors* parameters specify how to decode percent-encoded sequences into Unicode characters, as accepted by the `bytes.decode()` method.

The optional argument *max_num_fields* is the maximum number of fields to read. If set, then throws a `ValueError` if there are more than *max_num_fields* fields read.

The optional argument *separator* is the symbol to use for separating the query arguments. It defaults to `&`.

Use the `urllib.parse.urlencode()` function (with the `doseq` parameter set to `True`) to convert such dictionaries into query strings.

Modifié dans la version 3.2 : Add *encoding* and *errors* parameters.

Modifié dans la version 3.7.2 : Added *max_num_fields* parameter.

Modifié dans la version 3.7.10 : Added *separator* parameter with the default value of `&`. Python versions earlier than Python 3.7.10 allowed using both `;` and `&` as query parameter separator. This has been changed to allow only a single separator key, with `&` as the default separator.

urllib.parse.**parse_qsl**(*qs*, *keep_blank_values=False*, *strict_parsing=False*, *encoding='utf-8'*, *errors='replace'*, *max_num_fields=None*, *separator='&'*)

Parse a query string given as a string argument (data of type *application/x-www-form-urlencoded*). Data are returned as a list of name, value pairs.

The optional argument *keep_blank_values* is a flag indicating whether blank values in percent-encoded queries should be treated as blank strings. A true value indicates that blanks should be retained as blank strings. The default false value indicates that blank values are to be ignored and treated as if they were not included.

The optional argument *strict_parsing* is a flag indicating what to do with parsing errors. If false (the default), errors are silently ignored. If true, errors raise a `ValueError` exception.

The optional *encoding* and *errors* parameters specify how to decode percent-encoded sequences into Unicode characters, as accepted by the `bytes.decode()` method.

The optional argument *max_num_fields* is the maximum number of fields to read. If set, then throws a `ValueError` if there are more than *max_num_fields* fields read.

The optional argument *separator* is the symbol to use for separating the query arguments. It defaults to `&`.

Use the `urllib.parse.urlencode()` function to convert such lists of pairs into query strings.

Modifié dans la version 3.2 : Add *encoding* and *errors* parameters.

Modifié dans la version 3.7.2 : Added *max_num_fields* parameter.

Modifié dans la version 3.7.10 : Added *separator* parameter with the default value of `&`. Python versions earlier than Python 3.7.10 allowed using both `;` and `&` as query parameter separator. This has been changed to allow only a single separator key, with `&` as the default separator.

urllib.parse.**urlunparse**(*parts*)

Construct a URL from a tuple as returned by `urlparse()`. The *parts* argument can be any six-item iterable. This may result in a slightly different, but equivalent URL, if the URL that was parsed originally had unnecessary delimiters (for example, a `?` with an empty query ; the RFC states that these are equivalent).

urllib.parse.**urlsplit**(*urlstring*, *scheme=''*, *allow_fragments=True*)

This is similar to `urlparse()`, but does not split the params from the URL. This should generally be used instead of `urlparse()` if the more recent URL syntax allowing parameters to be applied to each segment of the *path* portion of the URL (see **RFC 2396**) is wanted. A separate function is needed to separate the path segments and parameters. This function returns a 5-item *named tuple* :

```
(addressing scheme, network location, path, query, fragment identifier).
```

The return value is a *named tuple*, its items can be accessed by index or as named attributes :

Attribut	Index	Valeur	Value if not present
`scheme`	0	URL scheme specifier	*scheme* parameter
`netloc`	1	Network location part	empty string
`path`	2	Hierarchical path	empty string
`query`	3	Query component	empty string
`fragment`	4	Fragment identifier	empty string
`username`		User name	*None*
`password`		Password	*None*
`hostname`		Host name (lower case)	*None*
`port`		Port number as integer, if present	*None*

Reading the `port` attribute will raise a *ValueError* if an invalid port is specified in the URL. See section *Structured Parse Results* for more information on the result object.

Unmatched square brackets in the `netloc` attribute will raise a *ValueError*.

Characters in the `netloc` attribute that decompose under NFKC normalization (as used by the IDNA encoding) into any of `/`, `?`, `#`, `@`, or `:` will raise a *ValueError*. If the URL is decomposed before parsing, no error will be raised.

Following some of the WHATWG spec that updates RFC 3986, leading C0 control and space characters are stripped from the URL. `\n`, `\r` and tab `\t` characters are removed from the URL at any position.

Avertissement : *urlsplit()* does not perform validation. See *URL parsing security* for details.

Modifié dans la version 3.6 : Out-of-range port numbers now raise *ValueError*, instead of returning *None*.

Modifié dans la version 3.7.3 : Characters that affect netloc parsing under NFKC normalization will now raise *ValueError*.

Modifié dans la version 3.7.11 : ASCII newline and tab characters are stripped from the URL.

Modifié dans la version 3.7.17 : Leading WHATWG C0 control and space characters are stripped from the URL.

`urllib.parse.`**`urlunsplit`**(*parts*)

Combine the elements of a tuple as returned by *urlsplit()* into a complete URL as a string. The *parts* argument can be any five-item iterable. This may result in a slightly different, but equivalent URL, if the URL that was parsed originally had unnecessary delimiters (for example, a ? with an empty query; the RFC states that these are equivalent).

`urllib.parse.`**`urljoin`**(*base*, *url*, *allow_fragments=True*)

Construct a full ("absolute") URL by combining a "base URL" (*base*) with another URL (*url*). Informally, this uses components of the base URL, in particular the addressing scheme, the network location and (part of) the path, to provide missing components in the relative URL. For example :

```
>>> from urllib.parse import urljoin
>>> urljoin('http://www.cwi.nl/%7Eguido/Python.html', 'FAQ.html')
'http://www.cwi.nl/%7Eguido/FAQ.html'
```

The *allow_fragments* argument has the same meaning and default as for *urlparse()*.

Note : If *url* is an absolute URL (that is, starting with `//` or `scheme://`), the *url*'s host name and/or scheme will be present in the result. For example :

```
>>> urljoin('http://www.cwi.nl/%7Eguido/Python.html',
...         '//www.python.org/%7Eguido')
'http://www.python.org/%7Eguido'
```

If you do not want that behavior, preprocess the *url* with *urlsplit()* and *urlunsplit()*, removing possible *scheme* and *netloc* parts.

Modifié dans la version 3.5 : Behaviour updated to match the semantics defined in **RFC 3986**.

urllib.parse.**urldefrag**(*url*)

If *url* contains a fragment identifier, return a modified version of *url* with no fragment identifier, and the fragment identifier as a separate string. If there is no fragment identifier in *url*, return *url* unmodified and an empty string.

The return value is a *named tuple*, its items can be accessed by index or as named attributes :

Attribut	Index	Valeur	Value if not present
`url`	0	URL with no fragment	empty string
`fragment`	1	Fragment identifier	empty string

See section *Structured Parse Results* for more information on the result object.

Modifié dans la version 3.2 : Result is a structured object rather than a simple 2-tuple.

22.8.2 URL parsing security

The *urlsplit()* and *urlparse()* APIs do not perform **validation** of inputs. They may not raise errors on inputs that other applications consider invalid. They may also succeed on some inputs that might not be considered URLs elsewhere. Their purpose is for practical functionality rather than purity.

Instead of raising an exception on unusual input, they may instead return some component parts as empty strings. Or components may contain more than perhaps they should.

We recommend that users of these APIs where the values may be used anywhere with security implications code defensively. Do some verification within your code before trusting a returned component part. Does that `scheme` make sense ? Is that a sensible `path` ? Is there anything strange about that `hostname` ? etc.

22.8.3 Parsing ASCII Encoded Bytes

The URL parsing functions were originally designed to operate on character strings only. In practice, it is useful to be able to manipulate properly quoted and encoded URLs as sequences of ASCII bytes. Accordingly, the URL parsing functions in this module all operate on *bytes* and *bytearray* objects in addition to *str* objects.

If *str* data is passed in, the result will also contain only *str* data. If *bytes* or *bytearray* data is passed in, the result will contain only *bytes* data.

Attempting to mix *str* data with *bytes* or *bytearray* in a single function call will result in a *TypeError* being raised, while attempting to pass in non-ASCII byte values will trigger *UnicodeDecodeError*.

To support easier conversion of result objects between *str* and *bytes*, all return values from URL parsing functions provide either an `encode()` method (when the result contains *str* data) or a `decode()` method (when the result contains *bytes* data). The signatures of these methods match those of the corresponding *str* and *bytes* methods (except that the default encoding is `'ascii'` rather than `'utf-8'`). Each produces a value of a corresponding type that contains either *bytes* data (for `encode()` methods) or *str* data (for `decode()` methods).

Applications that need to operate on potentially improperly quoted URLs that may contain non-ASCII data will need to do their own decoding from bytes to characters before invoking the URL parsing methods.

The behaviour described in this section applies only to the URL parsing functions. The URL quoting functions use their own rules when producing or consuming byte sequences as detailed in the documentation of the individual URL quoting functions.

Modifié dans la version 3.2 : URL parsing functions now accept ASCII encoded byte sequences

22.8.4 Structured Parse Results

The result objects from the *urlparse()*, *urlsplit()* and *urldefrag()* functions are subclasses of the *tuple* type. These subclasses add the attributes listed in the documentation for those functions, the encoding and decoding support described in the previous section, as well as an additional method :

urllib.parse.SplitResult.**geturl**()

Return the re-combined version of the original URL as a string. This may differ from the original URL in that the scheme may be normalized to lower case and empty components may be dropped. Specifically, empty parameters, queries, and fragment identifiers will be removed.

For *urldefrag()* results, only empty fragment identifiers will be removed. For *urlsplit()* and *urlparse()* results, all noted changes will be made to the URL returned by this method.

The result of this method remains unchanged if passed back through the original parsing function :

```
>>> from urllib.parse import urlsplit
>>> url = 'HTTP://www.Python.org/doc/#'
>>> r1 = urlsplit(url)
>>> r1.geturl()
'http://www.Python.org/doc/'
>>> r2 = urlsplit(r1.geturl())
>>> r2.geturl()
'http://www.Python.org/doc/'
```

The following classes provide the implementations of the structured parse results when operating on *str* objects :

class urllib.parse.**DefragResult**(*url*, *fragment*)

Concrete class for *urldefrag()* results containing *str* data. The encode() method returns a *DefragResultBytes* instance.

Nouveau dans la version 3.2.

class urllib.parse.**ParseResult**(*scheme*, *netloc*, *path*, *params*, *query*, *fragment*)

Concrete class for *urlparse()* results containing *str* data. The encode() method returns a *ParseResultBytes* instance.

class urllib.parse.**SplitResult**(*scheme*, *netloc*, *path*, *query*, *fragment*)

Concrete class for *urlsplit()* results containing *str* data. The encode() method returns a *SplitResultBytes* instance.

The following classes provide the implementations of the parse results when operating on *bytes* or *bytearray* objects :

class urllib.parse.**DefragResultBytes**(*url*, *fragment*)

Concrete class for *urldefrag()* results containing *bytes* data. The decode() method returns a *DefragResult* instance.

Nouveau dans la version 3.2.

class urllib.parse.**ParseResultBytes**(*scheme*, *netloc*, *path*, *params*, *query*, *fragment*)

Concrete class for *urlparse()* results containing *bytes* data. The decode() method returns a *ParseResult* instance.

Nouveau dans la version 3.2.

class urllib.parse.**SplitResultBytes**(*scheme*, *netloc*, *path*, *query*, *fragment*)

Concrete class for *urlsplit()* results containing *bytes* data. The decode() method returns a *SplitResult* instance.

Nouveau dans la version 3.2.

22.8.5 URL Quoting

The URL quoting functions focus on taking program data and making it safe for use as URL components by quoting special characters and appropriately encoding non-ASCII text. They also support reversing these operations to recreate the original data from the contents of a URL component if that task isn't already covered by the URL parsing functions above.

`urllib.parse.`**`quote`**(*string*, *safe='/'*, *encoding=None*, *errors=None*)

Replace special characters in *string* using the `%xx` escape. Letters, digits, and the characters `'_.-~'` are never quoted. By default, this function is intended for quoting the path section of URL. The optional *safe* parameter specifies additional ASCII characters that should not be quoted --- its default value is `'/'`.

string may be either a *str* or a *bytes*.

Modifié dans la version 3.7 : Moved from **RFC 2396** to **RFC 3986** for quoting URL strings. "~" is now included in the set of unreserved characters.

The optional *encoding* and *errors* parameters specify how to deal with non-ASCII characters, as accepted by the *str.encode()* method. *encoding* defaults to `'utf-8'`. *errors* defaults to `'strict'`, meaning unsupported characters raise a *UnicodeEncodeError*. *encoding* and *errors* must not be supplied if *string* is a *bytes*, or a *TypeError* is raised.

Note that `quote(string, safe, encoding, errors)` is equivalent to `quote_from_bytes(string.encode(encoding, errors), safe)`.

Example : `quote('/El Niño/')` yields `'/El%20Ni%C3%B1o/'`.

`urllib.parse.`**`quote_plus`**(*string*, *safe=''*, *encoding=None*, *errors=None*)

Like *quote()*, but also replace spaces by plus signs, as required for quoting HTML form values when building up a query string to go into a URL. Plus signs in the original string are escaped unless they are included in *safe*. It also does not have *safe* default to `'/'`.

Example : `quote_plus('/El Niño/')` yields `'%2FEl+Ni%C3%B1o%2F'`.

`urllib.parse.`**`quote_from_bytes`**(*bytes*, *safe='/'*)

Like *quote()*, but accepts a *bytes* object rather than a *str*, and does not perform string-to-bytes encoding.

Example : `quote_from_bytes(b'a&\xef')` yields `'a%26%EF'`.

`urllib.parse.`**`unquote`**(*string*, *encoding='utf-8'*, *errors='replace'*)

Replace `%xx` escapes by their single-character equivalent. The optional *encoding* and *errors* parameters specify how to decode percent-encoded sequences into Unicode characters, as accepted by the *bytes.decode()* method.

string must be a *str*.

encoding defaults to `'utf-8'`. *errors* defaults to `'replace'`, meaning invalid sequences are replaced by a placeholder character.

Example : `unquote('/El%20Ni%C3%B1o/')` yields `'/El Niño/'`.

`urllib.parse.`**`unquote_plus`**(*string*, *encoding='utf-8'*, *errors='replace'*)

Like *unquote()*, but also replace plus signs by spaces, as required for unquoting HTML form values.

string must be a *str*.

Example : `unquote_plus('/El+Ni%C3%B1o/')` yields `'/El Niño/'`.

`urllib.parse.`**`unquote_to_bytes`**(*string*)

Replace `%xx` escapes by their single-octet equivalent, and return a *bytes* object.

string may be either a *str* or a *bytes*.

If it is a *str*, unescaped non-ASCII characters in *string* are encoded into UTF-8 bytes.

Example : `unquote_to_bytes('a%26%EF')` yields `b'a&\xef'`.

`urllib.parse.`**`urlencode`**(*query*, *doseq=False*, *safe=''*, *encoding=None*, *errors=None*, *quote_via=quote_plus*)

Convert a mapping object or a sequence of two-element tuples, which may contain *str* or *bytes* objects, to a percent-encoded ASCII text string. If the resultant string is to be used as a *data* for POST operation with the *urlopen()* function, then it should be encoded to bytes, otherwise it would result in a *TypeError*.

The resulting string is a series of `key=value` pairs separated by `'&'` characters, where both *key* and *value* are quoted using the *quote_via* function. By default, *quote_plus()* is used to quote the values, which means spaces are quoted as a `'+'` character and '/' characters are encoded as `%2F`, which follows the standard for

GET requests (`application/x-www-form-urlencoded`). An alternate function that can be passed as *quote_via* is `quote()`, which will encode spaces as `%20` and not encode '/' characters. For maximum control of what is quoted, use `quote` and specify a value for *safe*.

When a sequence of two-element tuples is used as the *query* argument, the first element of each tuple is a key and the second is a value. The value element in itself can be a sequence and in that case, if the optional parameter *doseq* is evaluates to `True`, individual `key=value` pairs separated by `'&'` are generated for each element of the value sequence for the key. The order of parameters in the encoded string will match the order of parameter tuples in the sequence.

The *safe*, *encoding*, and *errors* parameters are passed down to *quote_via* (the *encoding* and *errors* parameters are only passed when a query element is a `str`).

To reverse this encoding process, `parse_qs()` and `parse_qsl()` are provided in this module to parse query strings into Python data structures.

Refer to *urllib examples* to find out how urlencode method can be used for generating query string for a URL or data for POST.

Modifié dans la version 3.2 : Query parameter supports bytes and string objects.

Nouveau dans la version 3.5 : *quote_via* parameter.

Voir aussi :

WHATWG - URL Living standard Working Group for the URL Standard that defines URLs, domains, IP addresses, the application/x-www-form-urlencoded format, and their API.

RFC 3986 - Uniform Resource Identifiers This is the current standard (STD66). Any changes to urllib.parse module should conform to this. Certain deviations could be observed, which are mostly for backward compatibility purposes and for certain de-facto parsing requirements as commonly observed in major browsers.

RFC 2732 - Format for Literal IPv6 Addresses in URL's. This specifies the parsing requirements of IPv6 URLs.

RFC 2396 - Uniform Resource Identifiers (URI) : Generic Syntax Document describing the generic syntactic requirements for both Uniform Resource Names (URNs) and Uniform Resource Locators (URLs).

RFC 2368 - The mailto URL scheme. Parsing requirements for mailto URL schemes.

RFC 1808 - Relative Uniform Resource Locators This Request For Comments includes the rules for joining an absolute and a relative URL, including a fair number of "Abnormal Examples" which govern the treatment of border cases.

RFC 1738 - Uniform Resource Locators (URL) This specifies the formal syntax and semantics of absolute URLs.

22.9 `urllib.error` --- Classes d'exceptions levées par *urllib.request*

Code source : Lib/urllib/error.py

Le module `urllib.error` définit les classes des exceptions levées par `urllib.request`. La classe de base de ces exceptions est `URLError`.

Les exceptions suivantes sont levées par `urllib.error` aux cas appropriés :

exception urllib.error.**URLError**

Les gestionnaires lèvent cette exception (ou des exceptions dérivées) quand ils rencontrent un problème. Elle est une sous-classe de `OSError`.

reason

La raison de cette erreur. Il peut s'agir d'un message textuel ou d'une autre instance d'exception.

Modifié dans la version 3.3 : `URLError` est maintenant une sous-classe de `OSError` plutôt que `IOError`.

exception urllib.error.**HTTPError**
Bien qu'étant une exception (une sous-classe de *URLError*), une *HTTPError* peut aussi fonctionner comme une valeur de retour normale et fichier-compatible (la même chose que renvoyé par *urlopen()*). Cela est utile pour gérer les erreurs HTTP exotiques, comme les requêtes d'authentification.

code
Un statut HTTP comme défini dans la **RFC 2616**. Cette valeur numérique correspond à une valeur trouvée dans le dictionnaire des codes comme dans *http.server.BaseHTTPRequestHandler.responses*.

reason
Il s'agit habituellement d'une chaîne de caractères expliquant la raison de l'erreur.

headers
Les en-têtes de la réponse HTTP correspondant à la requête HTTP qui a causé la *HTTPError*.

Nouveau dans la version 3.4.

exception urllib.error.**ContentTooShortError**(*msg*, *content*)
Cette exception est levée quand la fonction *urlretrieve()* détecte que le montant des données téléchargées est inférieur au montant attendu (donné par l'en-tête *Content-Length*). L'attribut `content` stocke les données téléchargées (et supposément tronquées).

22.10 `urllib.robotparser` — Analyseur de fichiers *robots.txt*

Code source : Lib/urllib/robotparser.py

Ce module fournit une simple classe, *RobotFileParser*, qui permet de savoir si un *user-agent* particulier peut accéder à une URL du site web qui a publié ce fichier `robots.txt`. Pour plus de détails sur la structure des fichiers `robots.txt`, voir http://www.robotstxt.org/orig.html.

class urllib.robotparser.**RobotFileParser**(*url=''*)
Cette classe fournit des méthodes pour lire, analyser et répondre aux questions à propos du fichier `robots.txt` disponible à l'adresse *url*.

set_url(*url*)
Modifie l'URL référençant le fichier `robots.txt`.

read()
Lit le fichier `robots.txt` depuis son URL et envoie le contenu à l'analyseur.

parse(*lines*)
Analyse les lignes données en argument.

can_fetch(*useragent*, *url*)
Renvoie `True` si *useragent* est autorisé à accéder à *url* selon les règles contenues dans le fichier `robots.txt` analysé.

mtime()
Renvoie le temps auquel le fichier `robots.txt` a été téléchargé pour la dernière fois. Cela est utile pour des *web spiders* de longue durée qui doivent vérifier périodiquement si le fichier est mis à jour.

modified()
Indique que le fichier `robots.txt` a été téléchargé pour la dernière fois au temps courant.

crawl_delay(*useragent*)
Renvoie la valeur du paramètre `Crawl-delay` du `robots.txt` pour le *useragent* en question. S'il n'y a pas de tel paramètre ou qu'il ne s'applique pas au *useragent* spécifié ou si l'entrée du `robots.txt` pour ce paramètre a une syntaxe invalide, renvoie `None`.

Nouveau dans la version 3.6.

request_rate(*useragent*)
Renvoie le contenu du paramètre `Request-rate` du `robots.txt` sous la forme d'un *named tuple* `RequestRate(requests, seconds)`. S'il n'y a pas de tel paramètre ou qu'il ne s'applique pas au *useragent* spécifié ou si l'entrée du `robots.txt` pour ce paramètre a une syntaxe invalide, `None` est renvoyé.

Nouveau dans la version 3.6.

L'exemple suivant présente une utilisation basique de la classe *RobotFileParser* :

```
>>> import urllib.robotparser
>>> rp = urllib.robotparser.RobotFileParser()
>>> rp.set_url("http://www.musi-cal.com/robots.txt")
>>> rp.read()
>>> rrate = rp.request_rate("*")
>>> rrate.requests
3
>>> rrate.seconds
20
>>> rp.crawl_delay("*")
6
>>> rp.can_fetch("*", "http://www.musi-cal.com/cgi-bin/search?city=San+Francisco")
False
>>> rp.can_fetch("*", "http://www.musi-cal.com/")
True
```

22.11 `http` — modules HTTP

Code source : Lib/http/__init__.py

---

http est un paquet qui rassemble plusieurs modules servant à travailler avec le protocole HTTP (*HyperText Transfer Procotol*) :

- Le module *http.client* est un client HTTP bas niveau. Pour accéder à des ressources web, utiliser le module haut niveau *urllib.request*
- Le module *http.server* contient des classes serveur HTTP basiques basées sur *socketserver*
- Le module *http.cookies* contient des utilitaires liés à la gestion d'état HTTP via les cookies
- Le module *http.cookiejar* fournit un mécanisme de persistance des cookies

http est aussi un module qui définit une liste de codes d'état HTTP et les messages associés par le biais de l'énumération *http.HTTPStatus* :

class http.**HTTPStatus**

Nouveau dans la version 3.5.

Sous-classe de *enum.IntEnum* qui définit un ensemble de codes d'état HTTP, messages explicatifs et descriptions complètes écrites en anglais.

Utilisation :

```
>>> from http import HTTPStatus
>>> HTTPStatus.OK
<HTTPStatus.OK: 200>
>>> HTTPStatus.OK == 200
True
>>> HTTPStatus.OK.value
200
>>> HTTPStatus.OK.phrase
'OK'
>>> HTTPStatus.OK.description
'Request fulfilled, document follows'
>>> list(HTTPStatus)
[<HTTPStatus.CONTINUE: 100>, <HTTPStatus.SWITCHING_PROTOCOLS: 101>, ...]
```

22.11.1 Codes d'état HTTP

Les codes d'état disponibles (enregistrés auprès de l'IANA) dans `http.HTTPStatus` sont :

Code	Message	Détails
100	CONTINUE	HTTP/1.1 **RFC 7231**, Section 6.2.1
101	SWITCHING_PROTOCOLS	HTTP/1.1 **RFC 7231**, Section 6.2.2
102	PROCESSING	*WebDAV* **RFC 2518**, Section 10.1
200	OK	HTTP/1.1 **RFC 7231**, Section 6.3.1
201	CREATED	HTTP/1.1 **RFC 7231**, Section 6.3.2
202	ACCEPTED	HTTP/1.1 **RFC 7231**, Section 6.3.3
203	NON_AUTHORITATIVE_INFORMATION	HTTP/1.1 **RFC 7231**, Section 6.3.4
204	NO_CONTENT	HTTP/1.1 **RFC 7231**, Section 6.3.5
205	RESET_CONTENT	HTTP/1.1 **RFC 7231**, Section 6.3.6
206	PARTIAL_CONTENT	HTTP/1.1 **RFC 7233**, Section 4.1
207	MULTI_STATUS	*WebDAV* **RFC 4918**, Section 11.1
208	ALREADY_REPORTED	*WebDAV* Binding Extensions **RFC 5842**, Section 7.1 (Expérimental)
226	IM_USED	Delta Encoding in HTTP **RFC 3229**, Section 10.4.1
300	MULTIPLE_CHOICES	HTTP/1.1 **RFC 7231**, Section 6.4.1
301	MOVED_PERMANENTLY	HTTP/1.1 **RFC 7231**, Section 6.4.2
302	FOUND	HTTP/1.1 **RFC 7231**, Section 6.4.3
303	SEE_OTHER	HTTP/1.1 **RFC 7231**, Section 6.4.4
304	NOT_MODIFIED	HTTP/1.1 **RFC 7232**, Section 4.1
305	USE_PROXY	HTTP/1.1 **RFC 7231**, Section 6.4.5
307	TEMPORARY_REDIRECT	HTTP/1.1 **RFC 7231**, Section 6.4.7
308	PERMANENT_REDIRECT	Permanent Redirect **RFC 7238**, Section 3 (Expérimental)
400	BAD_REQUEST	HTTP/1.1 **RFC 7231**, Section 6.5.1
401	UNAUTHORIZED	HTTP/1.1 Authentication **RFC 7235**, Section 3.1
402	PAYMENT_REQUIRED	HTTP/1.1 **RFC 7231**, Section 6.5.2
403	FORBIDDEN	HTTP/1.1 **RFC 7231**, Section 6.5.3
404	NOT_FOUND	HTTP/1.1 **RFC 7231**, Section 6.5.4
405	METHOD_NOT_ALLOWED	HTTP/1.1 **RFC 7231**, Section 6.5.5
406	NOT_ACCEPTABLE	HTTP/1.1 **RFC 7231**, Section 6.5.6
407	PROXY_AUTHENTICATION_REQUIRED	HTTP/1.1 Authentication **RFC 7235**, Section 3.2
408	REQUEST_TIMEOUT	HTTP/1.1 **RFC 7231**, Section 6.5.7
409	CONFLICT	HTTP/1.1 **RFC 7231**, Section 6.5.8
410	GONE	HTTP/1.1 **RFC 7231**, Section 6.5.9
411	LENGTH_REQUIRED	HTTP/1.1 **RFC 7231**, Section 6.5.10
412	PRECONDITION_FAILED	HTTP/1.1 **RFC 7232**, Section 4.2
413	REQUEST_ENTITY_TOO_LARGE	HTTP/1.1 **RFC 7231**, Section 6.5.11
414	REQUEST_URI_TOO_LONG	HTTP/1.1 **RFC 7231**, Section 6.5.12
415	UNSUPPORTED_MEDIA_TYPE	HTTP/1.1 **RFC 7231**, Section 6.5.13
416	REQUESTED_RANGE_NOT_SATISFIABLE	HTTP/1.1 Range Requests **RFC 7233**, Section 4.4
417	EXPECTATION_FAILED	HTTP/1.1 **RFC 7231**, Section 6.5.14
421	MISDIRECTED_REQUEST	HTTP/2 **RFC 7540**, Section 9.1.2
422	UNPROCESSABLE_ENTITY	*WebDAV* **RFC 4918**, Section 11.2
423	LOCKED	*WebDAV* **RFC 4918**, Section 11.3
424	FAILED_DEPENDENCY	*WebDAV* **RFC 4918**, Section 11.4
426	UPGRADE_REQUIRED	HTTP/1.1 **RFC 7231**, Section 6.5.15
428	PRECONDITION_REQUIRED	Additional HTTP Status Codes **RFC 6585**
429	TOO_MANY_REQUESTS	Additional HTTP Status Codes **RFC 6585**
431	REQUEST_HEADER_FIELDS_TOO_LARGE	Additional HTTP Status Codes **RFC 6585**
500	INTERNAL_SERVER_ERROR	HTTP/1.1 **RFC 7231**, Section 6.6.1
501	NOT_IMPLEMENTED	HTTP/1.1 **RFC 7231**, Section 6.6.2
502	BAD_GATEWAY	HTTP/1.1 **RFC 7231**, Section 6.6.3

Suite sur la page

Tableau 1 – suite de la page précédente

Code	Message	Détails
503	SERVICE_UNAVAILABLE	HTTP/1.1 **RFC 7231**, Section 6.6.4
504	GATEWAY_TIMEOUT	HTTP/1.1 **RFC 7231**, Section 6.6.5
505	HTTP_VERSION_NOT_SUPPORTED	HTTP/1.1 **RFC 7231**, Section 6.6.6
506	VARIANT_ALSO_NEGOTIATES	Transparent Content Negotiation in HTTP **RFC 2295**, Section 8.1 (Expé
507	INSUFFICIENT_STORAGE	*WebDAV* **RFC 4918**, Section 11.5
508	LOOP_DETECTED	*WebDAV Binding Extensions* **RFC 5842**, Section 7.2 (Expérimental)
510	NOT_EXTENDED	An HTTP Extension Framework **RFC 2774**, Section 7 (Expérimental)
511	NETWORK_AUTHENTICATION_REQUIRED	Codes d'état HTTP supplémentaires **RFC 6585**, Section 6

Dans le but de préserver la compatibilité descendante, les valeurs d'énumération sont aussi présentes dans le module *http.client* sous forme de constantes. Les noms de valeurs de l'énumération sont accessibles de deux manières : par exemple, le code HTTP 200 est accessible sous les noms `http.HTTPStatus.OK` et `http.client.OK`.

Modifié dans la version 3.7 : Ajouté le code d'état `421 MISDIRECTED_REQUEST`.

22.12 `http.client` --- HTTP protocol client

Code source : Lib/http/client.py

This module defines classes which implement the client side of the HTTP and HTTPS protocols. It is normally not used directly --- the module *urllib.request* uses it to handle URLs that use HTTP and HTTPS.

Voir aussi :

The Requests package is recommended for a higher-level HTTP client interface.

Note : HTTPS support is only available if Python was compiled with SSL support (through the *ssl* module).

The module provides the following classes :

class http.client.**HTTPConnection**(*host*, *port=None*[, *timeout*], *source_address=None*, *blocksize=8192*)

An *HTTPConnection* instance represents one transaction with an HTTP server. It should be instantiated passing it a host and optional port number. If no port number is passed, the port is extracted from the host string if it has the form `host:port`, else the default HTTP port (80) is used. If the optional *timeout* parameter is given, blocking operations (like connection attempts) will timeout after that many seconds (if it is not given, the global default timeout setting is used). The optional *source_address* parameter may be a tuple of a (host, port) to use as the source address the HTTP connection is made from. The optional *blocksize* parameter sets the buffer size in bytes for sending a file-like message body.

For example, the following calls all create instances that connect to the server at the same host and port :

```
>>> h1 = http.client.HTTPConnection('www.python.org')
>>> h2 = http.client.HTTPConnection('www.python.org:80')
>>> h3 = http.client.HTTPConnection('www.python.org', 80)
>>> h4 = http.client.HTTPConnection('www.python.org', 80, timeout=10)
```

Modifié dans la version 3.2 : *source_address* was added.

Modifié dans la version 3.4 : The *strict* parameter was removed. HTTP 0.9-style "Simple Responses" are not longer supported.

Modifié dans la version 3.7 : *blocksize* parameter was added.

class http.client.**HTTPSConnection**(*host*, *port=None*, *key_file=None*, *cert_file=None*[, *timeout*], *source_address=None*, *, *context=None*, *check_hostname=None*, *blocksize=8192*)

A subclass of *HTTPConnection* that uses SSL for communication with secure servers. Default port is `443`. If *context* is specified, it must be a *ssl.SSLContext* instance describing the various SSL options.

Please read *Security considerations* for more information on best practices.

Modifié dans la version 3.2 : *source_address*, *context* and *check_hostname* were added.

Modifié dans la version 3.2 : This class now supports HTTPS virtual hosts if possible (that is, if `ssl.HAS_SNI` is true).

Modifié dans la version 3.4 : The *strict* parameter was removed. HTTP 0.9-style "Simple Responses" are no longer supported.

Modifié dans la version 3.4.3 : This class now performs all the necessary certificate and hostname checks by default. To revert to the previous, unverified, behavior `ssl._create_unverified_context()` can be passed to the *context* parameter.

Modifié dans la version 3.7.4 : This class now enables TLS 1.3 `ssl.SSLContext.post_handshake_auth` for the default *context* or when *cert_file* is passed with a custom *context*.

Obsolète depuis la version 3.6 : *key_file* and *cert_file* are deprecated in favor of *context*. Please use `ssl.SSLContext.load_cert_chain()` instead, or let `ssl.create_default_context()` select the system's trusted CA certificates for you.

The *check_hostname* parameter is also deprecated ; the `ssl.SSLContext.check_hostname` attribute of *context* should be used instead.

class http.client.**HTTPResponse**(*sock*, *debuglevel=0*, *method=None*, *url=None*)

Class whose instances are returned upon successful connection. Not instantiated directly by user.

Modifié dans la version 3.4 : The *strict* parameter was removed. HTTP 0.9 style "Simple Responses" are no longer supported.

The following exceptions are raised as appropriate :

exception http.client.**HTTPException**

The base class of the other exceptions in this module. It is a subclass of *Exception*.

exception http.client.**NotConnected**

A subclass of *HTTPException*.

exception http.client.**InvalidURL**

A subclass of *HTTPException*, raised if a port is given and is either non-numeric or empty.

exception http.client.**UnknownProtocol**

A subclass of *HTTPException*.

exception http.client.**UnknownTransferEncoding**

A subclass of *HTTPException*.

exception http.client.**UnimplementedFileMode**

A subclass of *HTTPException*.

exception http.client.**IncompleteRead**

A subclass of *HTTPException*.

exception http.client.**ImproperConnectionState**

A subclass of *HTTPException*.

exception http.client.**CannotSendRequest**

A subclass of *ImproperConnectionState*.

exception http.client.**CannotSendHeader**

A subclass of *ImproperConnectionState*.

exception http.client.**ResponseNotReady**

A subclass of *ImproperConnectionState*.

exception http.client.**BadStatusLine**

A subclass of *HTTPException*. Raised if a server responds with a HTTP status code that we don't understand.

exception http.client.**LineTooLong**

A subclass of *HTTPException*. Raised if an excessively long line is received in the HTTP protocol from the server.

exception http.client.**RemoteDisconnected**
A subclass of *ConnectionResetError* and *BadStatusLine*. Raised by *HTTPConnection.getresponse()* when the attempt to read the response results in no data read from the connection, indicating that the remote end has closed the connection.
Nouveau dans la version 3.5 : Previously, *BadStatusLine*('') was raised.

Les constantes définies dans ce module sont :

http.client.**HTTP_PORT**
The default port for the HTTP protocol (always 80).

http.client.**HTTPS_PORT**
The default port for the HTTPS protocol (always 443).

http.client.**responses**
This dictionary maps the HTTP 1.1 status codes to the W3C names.
Example : http.client.responses[http.client.NOT_FOUND] is 'Not Found'.

See *Codes d'état HTTP* for a list of HTTP status codes that are available in this module as constants.

22.12.1 HTTPConnection Objects

HTTPConnection instances have the following methods :

HTTPConnection.**request**(*method*, *url*, *body=None*, *headers={}*, ***, *encode_chunked=False*)
This will send a request to the server using the HTTP request method *method* and the selector *url*.
If *body* is specified, the specified data is sent after the headers are finished. It may be a *str*, a *bytes-like object*, an open *file object*, or an iterable of *bytes*. If *body* is a string, it is encoded as ISO-8859-1, the default for HTTP. If it is a bytes-like object, the bytes are sent as is. If it is a *file object*, the contents of the file is sent ; this file object should support at least the read() method. If the file object is an instance of *io.TextIOBase*, the data returned by the read() method will be encoded as ISO-8859-1, otherwise the data returned by read() is sent as is. If *body* is an iterable, the elements of the iterable are sent as is until the iterable is exhausted.
The *headers* argument should be a mapping of extra HTTP headers to send with the request.
If *headers* contains neither Content-Length nor Transfer-Encoding, but there is a request body, one of those header fields will be added automatically. If *body* is None, the Content-Length header is set to 0 for methods that expect a body (PUT, POST, and PATCH). If *body* is a string or a bytes-like object that is not also a *file*, the Content-Length header is set to its length. Any other type of *body* (files and iterables in general) will be chunk-encoded, and the Transfer-Encoding header will automatically be set instead of Content-Length.
The *encode_chunked* argument is only relevant if Transfer-Encoding is specified in *headers*. If *encode_chunked* is False, the HTTPConnection object assumes that all encoding is handled by the calling code. If it is True, the body will be chunk-encoded.

Note : Chunked transfer encoding has been added to the HTTP protocol version 1.1. Unless the HTTP server is known to handle HTTP 1.1, the caller must either specify the Content-Length, or must pass a *str* or bytes-like object that is not also a file as the body representation.

Nouveau dans la version 3.2 : *body* can now be an iterable.
Modifié dans la version 3.6 : If neither Content-Length nor Transfer-Encoding are set in *headers*, file and iterable *body* objects are now chunk-encoded. The *encode_chunked* argument was added. No attempt is made to determine the Content-Length for file objects.

HTTPConnection.**getresponse**()
Should be called after a request is sent to get the response from the server. Returns an *HTTPResponse* instance.

Note : Note that you must have read the whole response before you can send a new request to the server.

Modifié dans la version 3.5 : If a *ConnectionError* or subclass is raised, the *HTTPConnection* object will be ready to reconnect when a new request is sent.

HTTPConnection.**set_debuglevel**(*level*)
Set the debugging level. The default debug level is `0`, meaning no debugging output is printed. Any value greater than `0` will cause all currently defined debug output to be printed to stdout. The `debuglevel` is passed to any new *HTTPResponse* objects that are created.

Nouveau dans la version 3.1.

HTTPConnection.**set_tunnel**(*host*, *port=None*, *headers=None*)
Set the host and the port for HTTP Connect Tunnelling. This allows running the connection through a proxy server.

The host and port arguments specify the endpoint of the tunneled connection (i.e. the address included in the CONNECT request, *not* the address of the proxy server).

The headers argument should be a mapping of extra HTTP headers to send with the CONNECT request.

For example, to tunnel through a HTTPS proxy server running locally on port 8080, we would pass the address of the proxy to the *HTTPSConnection* constructor, and the address of the host that we eventually want to reach to the *set_tunnel()* method :

```
>>> import http.client
>>> conn = http.client.HTTPSConnection("localhost", 8080)
>>> conn.set_tunnel("www.python.org")
>>> conn.request("HEAD","/index.html")
```

Nouveau dans la version 3.2.

HTTPConnection.**connect**()
Connect to the server specified when the object was created. By default, this is called automatically when making a request if the client does not already have a connection.

HTTPConnection.**close**()
Close the connection to the server.

HTTPConnection.**blocksize**
Buffer size in bytes for sending a file-like message body.

Nouveau dans la version 3.7.

As an alternative to using the `request()` method described above, you can also send your request step by step, by using the four functions below.

HTTPConnection.**putrequest**(*method*, *url*, *skip_host=False*, *skip_accept_encoding=False*)
This should be the first call after the connection to the server has been made. It sends a line to the server consisting of the *method* string, the *url* string, and the HTTP version (`HTTP/1.1`). To disable automatic sending of `Host:` or `Accept-Encoding:` headers (for example to accept additional content encodings), specify *skip_host* or *skip_accept_encoding* with non-False values.

HTTPConnection.**putheader**(*header*, *argument*[, ...])
Send an **RFC 822**-style header to the server. It sends a line to the server consisting of the header, a colon and a space, and the first argument. If more arguments are given, continuation lines are sent, each consisting of a tab and an argument.

HTTPConnection.**endheaders**(*message_body=None*, ***, *encode_chunked=False*)
Send a blank line to the server, signalling the end of the headers. The optional *message_body* argument can be used to pass a message body associated with the request.

If *encode_chunked* is `True`, the result of each iteration of *message_body* will be chunk-encoded as specified in **RFC 7230**, Section 3.3.1. How the data is encoded is dependent on the type of *message_body*. If *message_body* implements the buffer interface the encoding will result in a single chunk. If *message_body* is a *collections.abc.Iterable*, each iteration of *message_body* will result in a chunk. If *message_body* is a *file object*, each call to `.read()` will result in a chunk. The method automatically signals the end of the chunk-encoded data immediately after *message_body*.

Note : Due to the chunked encoding specification, empty chunks yielded by an iterator body will be ignored by the chunk-encoder. This is to avoid premature termination of the read of the request by the target server due to malformed encoding.

Nouveau dans la version 3.6 : Chunked encoding support. The *encode_chunked* parameter was added.

`HTTPConnection.`**`send`**(*data*)
Send data to the server. This should be used directly only after the *endheaders()* method has been called and before *getresponse()* is called.

22.12.2 HTTPResponse Objects

An *HTTPResponse* instance wraps the HTTP response from the server. It provides access to the request headers and the entity body. The response is an iterable object and can be used in a with statement.

Modifié dans la version 3.5 : The *io.BufferedIOBase* interface is now implemented and all of its reader operations are supported.

`HTTPResponse.`**`read`**([*amt*])
Reads and returns the response body, or up to the next *amt* bytes.

`HTTPResponse.`**`readinto`**(*b*)
Reads up to the next len(b) bytes of the response body into the buffer *b*. Returns the number of bytes read.

Nouveau dans la version 3.3.

`HTTPResponse.`**`getheader`**(*name*, *default=None*)
Return the value of the header *name*, or *default* if there is no header matching *name*. If there is more than one header with the name *name*, return all of the values joined by ', '. If 'default' is any iterable other than a single string, its elements are similarly returned joined by commas.

`HTTPResponse.`**`getheaders`**()
Return a list of (header, value) tuples.

`HTTPResponse.`**`fileno`**()
Return the `fileno` of the underlying socket.

`HTTPResponse.`**`msg`**
A `http.client.HTTPMessage` instance containing the response headers. `http.client.HTTPMessage` is a subclass of *email.message.Message*.

`HTTPResponse.`**`version`**
HTTP protocol version used by server. 10 for HTTP/1.0, 11 for HTTP/1.1.

`HTTPResponse.`**`status`**
Status code returned by server.

`HTTPResponse.`**`reason`**
Reason phrase returned by server.

`HTTPResponse.`**`debuglevel`**
A debugging hook. If *debuglevel* is greater than zero, messages will be printed to stdout as the response is read and parsed.

`HTTPResponse.`**`closed`**
Is `True` if the stream is closed.

22.12.3 Exemples

Here is an example session that uses the `GET` method :

```
>>> import http.client
>>> conn = http.client.HTTPSConnection("www.python.org")
>>> conn.request("GET", "/")
>>> r1 = conn.getresponse()
>>> print(r1.status, r1.reason)
200 OK
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
>>> data1 = r1.read()  # This will return entire content.
>>> # The following example demonstrates reading data in chunks.
>>> conn.request("GET", "/")
>>> r1 = conn.getresponse()
>>> while True:
...     chunk = r1.read(200)  # 200 bytes
...     if not chunk:
...         break
...     print(repr(chunk))
b'<!doctype html>\n<!--[if"...
...
>>> # Example of an invalid request
>>> conn = http.client.HTTPSConnection("docs.python.org")
>>> conn.request("GET", "/parrot.spam")
>>> r2 = conn.getresponse()
>>> print(r2.status, r2.reason)
404 Not Found
>>> data2 = r2.read()
>>> conn.close()
```

Here is an example session that uses the `HEAD` method. Note that the `HEAD` method never returns any data.

```
>>> import http.client
>>> conn = http.client.HTTPSConnection("www.python.org")
>>> conn.request("HEAD", "/")
>>> res = conn.getresponse()
>>> print(res.status, res.reason)
200 OK
>>> data = res.read()
>>> print(len(data))
0
>>> data == b''
True
```

Here is an example session that shows how to `POST` requests :

```
>>> import http.client, urllib.parse
>>> params = urllib.parse.urlencode({'@number': 12524, '@type': 'issue', '@action
↪': 'show'})
>>> headers = {"Content-type": "application/x-www-form-urlencoded",
...            "Accept": "text/plain"}
>>> conn = http.client.HTTPConnection("bugs.python.org")
>>> conn.request("POST", "", params, headers)
>>> response = conn.getresponse()
>>> print(response.status, response.reason)
302 Found
>>> data = response.read()
>>> data
b'Redirecting to <a href="http://bugs.python.org/issue12524">http://bugs.python.
↪org/issue12524</a>'
>>> conn.close()
```

Client side `HTTP PUT` requests are very similar to `POST` requests. The difference lies only the server side where HTTP server will allow resources to be created via `PUT` request. It should be noted that custom HTTP methods are also handled in *`urllib.request.Request`* by setting the appropriate method attribute. Here is an example session that shows how to send a `PUT` request using http.client :

```
>>> # This creates an HTTP message
>>> # with the content of BODY as the enclosed representation
>>> # for the resource http://localhost:8080/file
...
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
>>> import http.client
>>> BODY = "***filecontents***"
>>> conn = http.client.HTTPConnection("localhost", 8080)
>>> conn.request("PUT", "/file", BODY)
>>> response = conn.getresponse()
>>> print(response.status, response.reason)
200, OK
```

22.12.4 HTTPMessage Objects

An `http.client.HTTPMessage` instance holds the headers from an HTTP response. It is implemented using the *email.message.Message* class.

22.13 `ftplib` --- FTP protocol client

Code source : Lib/ftplib.py

This module defines the class *FTP* and a few related items. The *FTP* class implements the client side of the FTP protocol. You can use this to write Python programs that perform a variety of automated FTP jobs, such as mirroring other FTP servers. It is also used by the module *urllib.request* to handle URLs that use FTP. For more information on FTP (File Transfer Protocol), see Internet **RFC 959**.

Here's a sample session using the *ftplib* module :

```
>>> from ftplib import FTP
>>> ftp = FTP('ftp.debian.org')     # connect to host, default port
>>> ftp.login()                     # user anonymous, passwd anonymous@
'230 Login successful.'
>>> ftp.cwd('debian')               # change into "debian" directory
>>> ftp.retrlines('LIST')           # list directory contents
-rw-rw-r--    1 1176     1176         1063 Jun 15 10:18 README
...
drwxr-sr-x    5 1176     1176         4096 Dec 19  2000 pool
drwxr-sr-x    4 1176     1176         4096 Nov 17  2008 project
drwxr-xr-x    3 1176     1176         4096 Oct 10  2012 tools
'226 Directory send OK.'
>>> with open('README', 'wb') as fp:
>>>     ftp.retrbinary('RETR README', fp.write)
'226 Transfer complete.'
>>> ftp.quit()
```

Le module définit les éléments suivants :

class ftplib.**FTP**(*host=''*, *user=''*, *passwd=''*, *acct=''*, *timeout=None*, *source_address=None*)

Return a new instance of the *FTP* class. When *host* is given, the method call `connect(host)` is made. When *user* is given, additionally the method call `login(user, passwd, acct)` is made (where *passwd* and *acct* default to the empty string when not given). The optional *timeout* parameter specifies a timeout in seconds for blocking operations like the connection attempt (if is not specified, the global default timeout setting will be used). *source_address* is a 2-tuple `(host, port)` for the socket to bind to as its source address before connecting.

The *FTP* class supports the `with` statement, e.g. :

```
>>> from ftplib import FTP
>>> with FTP("ftp1.at.proftpd.org") as ftp:
...     ftp.login()
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
...     ftp.dir()
...
'230 Anonymous login ok, restrictions apply.'
dr-xr-xr-x   9 ftp      ftp           154 May  6 10:43 .
dr-xr-xr-x   9 ftp      ftp           154 May  6 10:43 ..
dr-xr-xr-x   5 ftp      ftp          4096 May  6 10:43 CentOS
dr-xr-xr-x   3 ftp      ftp            18 Jul 10  2008 Fedora
>>>
```

Modifié dans la version 3.2 : La prise en charge de l'instruction `with` a été ajoutée.

Modifié dans la version 3.3 : *source_address* parameter was added.

class ftplib.**FTP_TLS**(*host=''*, *user=''*, *passwd=''*, *acct=''*, *keyfile=None*, *certfile=None*, *context=None*, *timeout=None*, *source_address=None*)

A *FTP* subclass which adds TLS support to FTP as described in **RFC 4217**. Connect as usual to port 21 implicitly securing the FTP control connection before authenticating. Securing the data connection requires the user to explicitly ask for it by calling the *prot_p()* method. *context* is a *ssl.SSLContext* object which allows bundling SSL configuration options, certificates and private keys into a single (potentially long-lived) structure. Please read *Security considerations* for best practices.

keyfile and *certfile* are a legacy alternative to *context* -- they can point to PEM-formatted private key and certificate chain files (respectively) for the SSL connection.

Nouveau dans la version 3.2.

Modifié dans la version 3.3 : *source_address* parameter was added.

Modifié dans la version 3.4 : The class now supports hostname check with *ssl.SSLContext.check_hostname* and *Server Name Indication* (see *ssl.HAS_SNI*).

Obsolète depuis la version 3.6 : *keyfile* and *certfile* are deprecated in favor of *context*. Please use *ssl.SSLContext.load_cert_chain()* instead, or let *ssl.create_default_context()* select the system's trusted CA certificates for you.

Here's a sample session using the *FTP_TLS* class :

```
>>> ftps = FTP_TLS('ftp.pureftpd.org')
>>> ftps.login()
'230 Anonymous user logged in'
>>> ftps.prot_p()
'200 Data protection level set to "private"'
>>> ftps.nlst()
['6jack', 'OpenBSD', 'antilink', 'blogbench', 'bsdcam', 'clockspeed', 'djbdns-
↪jedi', 'docs', 'eaccelerator-jedi', 'favicon.ico', 'francotone', 'fugu',
↪'ignore', 'libpuzzle', 'metalog', 'minidentd', 'misc', 'mysql-udf-global-
↪user-variables', 'php-jenkins-hash', 'php-skein-hash', 'php-webdav',
↪'phpaudit', 'phpbench', 'pincaster', 'ping', 'posto', 'pub', 'public',
↪'public_keys', 'pure-ftpd', 'qscan', 'qtc', 'sharedance', 'skycache', 'sound
↪', 'tmp', 'ucarp']
```

exception ftplib.**error_reply**

Exception raised when an unexpected reply is received from the server.

exception ftplib.**error_temp**

Exception raised when an error code signifying a temporary error (response codes in the range 400--499) is received.

exception ftplib.**error_perm**

Exception raised when an error code signifying a permanent error (response codes in the range 500--599) is received.

exception ftplib.**error_proto**

Exception raised when a reply is received from the server that does not fit the response specifications of the File Transfer Protocol, i.e. begin with a digit in the range 1--5.

ftplib.**all_errors**

The set of all exceptions (as a tuple) that methods of *FTP* instances may raise as a result of problems with the

FTP connection (as opposed to programming errors made by the caller). This set includes the four exceptions listed above as well as *OSError*.

Voir aussi :

Module *netrc* Parser for the `.netrc` file format. The file `.netrc` is typically used by FTP clients to load user authentication information before prompting the user.

22.13.1 FTP Objects

Several methods are available in two flavors : one for handling text files and another for binary files. These are named for the command which is used followed by `lines` for the text version or `binary` for the binary version.

FTP instances have the following methods :

`FTP.`**`set_debuglevel`**(*level*)
Set the instance's debugging level. This controls the amount of debugging output printed. The default, `0`, produces no debugging output. A value of `1` produces a moderate amount of debugging output, generally a single line per request. A value of `2` or higher produces the maximum amount of debugging output, logging each line sent and received on the control connection.

`FTP.`**`connect`**(*host=''*, *port=0*, *timeout=None*, *source_address=None*)
Connect to the given host and port. The default port number is `21`, as specified by the FTP protocol specification. It is rarely needed to specify a different port number. This function should be called only once for each instance ; it should not be called at all if a host was given when the instance was created. All other methods can only be used after a connection has been made. The optional *timeout* parameter specifies a timeout in seconds for the connection attempt. If no *timeout* is passed, the global default timeout setting will be used. *source_address* is a 2-tuple `(host, port)` for the socket to bind to as its source address before connecting.
Modifié dans la version 3.3 : *source_address* parameter was added.

`FTP.`**`getwelcome`**()
Return the welcome message sent by the server in reply to the initial connection. (This message sometimes contains disclaimers or help information that may be relevant to the user.)

`FTP.`**`login`**(*user='anonymous'*, *passwd=''*, *acct=''*)
Log in as the given *user*. The *passwd* and *acct* parameters are optional and default to the empty string. If no *user* is specified, it defaults to `'anonymous'`. If *user* is `'anonymous'`, the default *passwd* is `'anonymous@'`. This function should be called only once for each instance, after a connection has been established ; it should not be called at all if a host and user were given when the instance was created. Most FTP commands are only allowed after the client has logged in. The *acct* parameter supplies "accounting information" ; few systems implement this.

`FTP.`**`abort`**()
Abort a file transfer that is in progress. Using this does not always work, but it's worth a try.

`FTP.`**`sendcmd`**(*cmd*)
Send a simple command string to the server and return the response string.

`FTP.`**`voidcmd`**(*cmd*)
Send a simple command string to the server and handle the response. Return nothing if a response code corresponding to success (codes in the range 200--299) is received. Raise *error_reply* otherwise.

`FTP.`**`retrbinary`**(*cmd*, *callback*, *blocksize=8192*, *rest=None*)
Retrieve a file in binary transfer mode. *cmd* should be an appropriate `RETR` command : `'RETR filename'`. The *callback* function is called for each block of data received, with a single bytes argument giving the data block. The optional *blocksize* argument specifies the maximum chunk size to read on the low-level socket object created to do the actual transfer (which will also be the largest size of the data blocks passed to *callback*). A reasonable default is chosen. *rest* means the same thing as in the *transfercmd()* method.

`FTP.`**`retrlines`**(*cmd*, *callback=None*)
Retrieve a file or directory listing in ASCII transfer mode. *cmd* should be an appropriate `RETR` command (see *retrbinary()*) or a command such as `LIST` or `NLST` (usually just the string `'LIST'`). `LIST` retrieves a list of files and information about those files. `NLST` retrieves a list of file names. The *callback* function is called

for each line with a string argument containing the line with the trailing CRLF stripped. The default *callback* prints the line to `sys.stdout`.

`FTP.`**`set_pasv`**(*val*)
Enable "passive" mode if *val* is true, otherwise disable passive mode. Passive mode is on by default.

`FTP.`**`storbinary`**(*cmd*, *fp*, *blocksize=8192*, *callback=None*, *rest=None*)
Store a file in binary transfer mode. *cmd* should be an appropriate `STOR` command : `"STOR filename"`. *fp* is a *file object* (opened in binary mode) which is read until EOF using its `read()` method in blocks of size *blocksize* to provide the data to be stored. The *blocksize* argument defaults to 8192. *callback* is an optional single parameter callable that is called on each block of data after it is sent. *rest* means the same thing as in the *transfercmd()* method.

Modifié dans la version 3.2 : *rest* parameter added.

`FTP.`**`storlines`**(*cmd*, *fp*, *callback=None*)
Store a file in ASCII transfer mode. *cmd* should be an appropriate `STOR` command (see *storbinary()*). Lines are read until EOF from the *file object* *fp* (opened in binary mode) using its *readline()* method to provide the data to be stored. *callback* is an optional single parameter callable that is called on each line after it is sent.

`FTP.`**`transfercmd`**(*cmd*, *rest=None*)
Initiate a transfer over the data connection. If the transfer is active, send an `EPRT` or `PORT` command and the transfer command specified by *cmd*, and accept the connection. If the server is passive, send an `EPSV` or `PASV` command, connect to it, and start the transfer command. Either way, return the socket for the connection.

If optional *rest* is given, a `REST` command is sent to the server, passing *rest* as an argument. *rest* is usually a byte offset into the requested file, telling the server to restart sending the file's bytes at the requested offset, skipping over the initial bytes. Note however that **RFC 959** requires only that *rest* be a string containing characters in the printable range from ASCII code 33 to ASCII code 126. The *transfercmd()* method, therefore, converts *rest* to a string, but no check is performed on the string's contents. If the server does not recognize the `REST` command, an *error_reply* exception will be raised. If this happens, simply call *transfercmd()* without a *rest* argument.

`FTP.`**`ntransfercmd`**(*cmd*, *rest=None*)
Like *transfercmd()*, but returns a tuple of the data connection and the expected size of the data. If the expected size could not be computed, `None` will be returned as the expected size. *cmd* and *rest* means the same thing as in *transfercmd()*.

`FTP.`**`mlsd`**(*path=""*, *facts=[]*)
List a directory in a standardized format by using `MLSD` command (**RFC 3659**). If *path* is omitted the current directory is assumed. *facts* is a list of strings representing the type of information desired (e.g. `["type", "size", "perm"]`). Return a generator object yielding a tuple of two elements for every file found in path. First element is the file name, the second one is a dictionary containing facts about the file name. Content of this dictionary might be limited by the *facts* argument but server is not guaranteed to return all requested facts.

Nouveau dans la version 3.3.

`FTP.`**`nlst`**(*argument*[, ...])
Return a list of file names as returned by the `NLST` command. The optional *argument* is a directory to list (default is the current server directory). Multiple arguments can be used to pass non-standard options to the `NLST` command.

Note : If your server supports the command, *mlsd()* offers a better API.

`FTP.`**`dir`**(*argument*[, ...])
Produce a directory listing as returned by the `LIST` command, printing it to standard output. The optional *argument* is a directory to list (default is the current server directory). Multiple arguments can be used to pass non-standard options to the `LIST` command. If the last argument is a function, it is used as a *callback* function as for *retrlines()* ; the default prints to `sys.stdout`. This method returns `None`.

Note : If your server supports the command, *mlsd()* offers a better API.

FTP.**rename**(*fromname*, *toname*)
Rename file *fromname* on the server to *toname*.

FTP.**delete**(*filename*)
Remove the file named *filename* from the server. If successful, returns the text of the response, otherwise raises *error_perm* on permission errors or *error_reply* on other errors.

FTP.**cwd**(*pathname*)
Set the current directory on the server.

FTP.**mkd**(*pathname*)
Create a new directory on the server.

FTP.**pwd**()
Return the pathname of the current directory on the server.

FTP.**rmd**(*dirname*)
Remove the directory named *dirname* on the server.

FTP.**size**(*filename*)
Request the size of the file named *filename* on the server. On success, the size of the file is returned as an integer, otherwise None is returned. Note that the SIZE command is not standardized, but is supported by many common server implementations.

FTP.**quit**()
Send a QUIT command to the server and close the connection. This is the "polite" way to close a connection, but it may raise an exception if the server responds with an error to the QUIT command. This implies a call to the *close()* method which renders the *FTP* instance useless for subsequent calls (see below).

FTP.**close**()
Close the connection unilaterally. This should not be applied to an already closed connection such as after a successful call to *quit()*. After this call the *FTP* instance should not be used any more (after a call to *close()* or *quit()* you cannot reopen the connection by issuing another *login()* method).

22.13.2 FTP_TLS Objects

FTP_TLS class inherits from *FTP*, defining these additional objects :

FTP_TLS.**ssl_version**
The SSL version to use (defaults to *ssl.PROTOCOL_SSLv23*).

FTP_TLS.**auth**()
Set up a secure control connection by using TLS or SSL, depending on what is specified in the *ssl_version* attribute.

Modifié dans la version 3.4 : The method now supports hostname check with *ssl.SSLContext.check_hostname* and *Server Name Indication* (see *ssl.HAS_SNI*).

FTP_TLS.**ccc**()
Revert control channel back to plaintext. This can be useful to take advantage of firewalls that know how to handle NAT with non-secure FTP without opening fixed ports.

Nouveau dans la version 3.3.

FTP_TLS.**prot_p**()
Set up secure data connection.

FTP_TLS.**prot_c**()
Set up clear text data connection.

22.14 poplib --- POP3 protocol client

Code source : Lib/poplib.py

This module defines a class, *POP3*, which encapsulates a connection to a POP3 server and implements the protocol as defined in **RFC 1939**. The *POP3* class supports both the minimal and optional command sets from **RFC 1939**. The *POP3* class also supports the STLS command introduced in **RFC 2595** to enable encrypted communication on an already established connection.

Additionally, this module provides a class *POP3_SSL*, which provides support for connecting to POP3 servers that use SSL as an underlying protocol layer.

Note that POP3, though widely supported, is obsolescent. The implementation quality of POP3 servers varies widely, and too many are quite poor. If your mailserver supports IMAP, you would be better off using the *imaplib.IMAP4* class, as IMAP servers tend to be better implemented.

The *poplib* module provides two classes :

class poplib.**POP3**(*host*, *port=POP3_PORT*[, *timeout*])
This class implements the actual POP3 protocol. The connection is created when the instance is initialized. If *port* is omitted, the standard POP3 port (110) is used. The optional *timeout* parameter specifies a timeout in seconds for the connection attempt (if not specified, the global default timeout setting will be used).

class poplib.**POP3_SSL**(*host*, *port=POP3_SSL_PORT*, *keyfile=None*, *certfile=None*, *timeout=None*, *context=None*)
This is a subclass of *POP3* that connects to the server over an SSL encrypted socket. If *port* is not specified, 995, the standard POP3-over-SSL port is used. *timeout* works as in the *POP3* constructor. *context* is an optional *ssl.SSLContext* object which allows bundling SSL configuration options, certificates and private keys into a single (potentially long-lived) structure. Please read *Security considerations* for best practices.

keyfile and *certfile* are a legacy alternative to *context* - they can point to PEM-formatted private key and certificate chain files, respectively, for the SSL connection.

Modifié dans la version 3.2 : *context* parameter added.

Modifié dans la version 3.4 : The class now supports hostname check with *ssl.SSLContext.check_hostname* and *Server Name Indication* (see *ssl.HAS_SNI*).

Obsolète depuis la version 3.6 : *keyfile* and *certfile* are deprecated in favor of *context*. Please use *ssl.SSLContext.load_cert_chain()* instead, or let *ssl.create_default_context()* select the system's trusted CA certificates for you.

One exception is defined as an attribute of the *poplib* module :

exception poplib.**error_proto**
Exception raised on any errors from this module (errors from *socket* module are not caught). The reason for the exception is passed to the constructor as a string.

Voir aussi :

Module *imaplib* The standard Python IMAP module.

Frequently Asked Questions About Fetchmail The FAQ for the **fetchmail** POP/IMAP client collects information on POP3 server variations and RFC noncompliance that may be useful if you need to write an application based on the POP protocol.

22.14.1 POP3 Objects

All POP3 commands are represented by methods of the same name, in lower-case ; most return the response text sent by the server.

An *POP3* instance has the following methods :

POP3.**set_debuglevel**(*level*)
Set the instance's debugging level. This controls the amount of debugging output printed. The default, 0, produces no debugging output. A value of 1 produces a moderate amount of debugging output, generally a single line per request. A value of 2 or higher produces the maximum amount of debugging output, logging each line sent and received on the control connection.

POP3.**getwelcome**()
Returns the greeting string sent by the POP3 server.

POP3.**capa**()
Query the server's capabilities as specified in **RFC 2449**. Returns a dictionary in the form `{'name': ['param'...]}`.
Nouveau dans la version 3.4.

POP3.**user**(*username*)
Send user command, response should indicate that a password is required.

POP3.**pass_**(*password*)
Send password, response includes message count and mailbox size. Note : the mailbox on the server is locked until `quit()` is called.

POP3.**apop**(*user*, *secret*)
Use the more secure APOP authentication to log into the POP3 server.

POP3.**rpop**(*user*)
Use RPOP authentication (similar to UNIX r-commands) to log into POP3 server.

POP3.**stat**()
Get mailbox status. The result is a tuple of 2 integers : `(message count, mailbox size)`.

POP3.**list**([*which*])
Request message list, result is in the form `(response, ['mesg_num octets', ...], octets)`. If *which* is set, it is the message to list.

POP3.**retr**(*which*)
Retrieve whole message number *which*, and set its seen flag. Result is in form `(response, ['line', ...], octets)`.

POP3.**dele**(*which*)
Flag message number *which* for deletion. On most servers deletions are not actually performed until QUIT (the major exception is Eudora QPOP, which deliberately violates the RFCs by doing pending deletes on any disconnect).

POP3.**rset**()
Remove any deletion marks for the mailbox.

POP3.**noop**()
Do nothing. Might be used as a keep-alive.

POP3.**quit**()
Signoff : commit changes, unlock mailbox, drop connection.

POP3.**top**(*which*, *howmuch*)
Retrieves the message header plus *howmuch* lines of the message after the header of message number *which*. Result is in form `(response, ['line', ...], octets)`.
The POP3 TOP command this method uses, unlike the RETR command, doesn't set the message's seen flag ; unfortunately, TOP is poorly specified in the RFCs and is frequently broken in off-brand servers. Test this method by hand against the POP3 servers you will use before trusting it.

POP3.**uidl**(*which=None*)
Return message digest (unique id) list. If *which* is specified, result contains the unique id for that message in the form `'response mesgnum uid`, otherwise result is list `(response, ['mesgnum uid', ...], octets)`.

POP3.**utf8**()
Try to switch to UTF-8 mode. Returns the server response if successful, raises *error_proto* if not. Specified in **RFC 6856**.

Nouveau dans la version 3.5.

POP3.**stls**(*context=None*)
Start a TLS session on the active connection as specified in **RFC 2595**. This is only allowed before user authentication

context parameter is a *ssl.SSLContext* object which allows bundling SSL configuration options, certificates and private keys into a single (potentially long-lived) structure. Please read *Security considerations* for best practices.

This method supports hostname checking via *ssl.SSLContext.check_hostname* and *Server Name Indication* (see *ssl.HAS_SNI*).

Nouveau dans la version 3.4.

Instances of *POP3_SSL* have no additional methods. The interface of this subclass is identical to its parent.

22.14.2 POP3 Example

Here is a minimal example (without error checking) that opens a mailbox and retrieves and prints all messages :

```
import getpass, poplib

M = poplib.POP3('localhost')
M.user(getpass.getuser())
M.pass_(getpass.getpass())
numMessages = len(M.list()[1])
for i in range(numMessages):
    for j in M.retr(i+1)[1]:
        print(j)
```

At the end of the module, there is a test section that contains a more extensive example of usage.

22.15 imaplib --- IMAP4 protocol client

Code source : Lib/imaplib.py

This module defines three classes, *IMAP4*, *IMAP4_SSL* and *IMAP4_stream*, which encapsulate a connection to an IMAP4 server and implement a large subset of the IMAP4rev1 client protocol as defined in **RFC 2060**. It is backward compatible with IMAP4 (**RFC 1730**) servers, but note that the `STATUS` command is not supported in IMAP4.

Three classes are provided by the *imaplib* module, *IMAP4* is the base class :

class imaplib.**IMAP4**(*host=''*, *port=IMAP4_PORT*)
This class implements the actual IMAP4 protocol. The connection is created and protocol version (IMAP4 or IMAP4rev1) is determined when the instance is initialized. If *host* is not specified, `''` (the local host) is used. If *port* is omitted, the standard IMAP4 port (143) is used.

The *IMAP4* class supports the `with` statement. When used like this, the IMAP4 `LOGOUT` command is issued automatically when the `with` statement exits. E.g. :

```
>>> from imaplib import IMAP4
>>> with IMAP4("domain.org") as M:
...     M.noop()
...
('OK', [b'Nothing Accomplished. d25if65hy903weo.87'])
```

Modifié dans la version 3.5 : La prise en charge de l'instruction `with` a été ajoutée.

Three exceptions are defined as attributes of the *IMAP4* class :

exception IMAP4.**error**
Exception raised on any errors. The reason for the exception is passed to the constructor as a string.

exception IMAP4.**abort**
IMAP4 server errors cause this exception to be raised. This is a sub-class of *IMAP4.error*. Note that closing the instance and instantiating a new one will usually allow recovery from this exception.

exception IMAP4.**readonly**
This exception is raised when a writable mailbox has its status changed by the server. This is a sub-class of *IMAP4.error*. Some other client now has write permission, and the mailbox will need to be re-opened to re-obtain write permission.

There's also a subclass for secure connections :

class imaplib.**IMAP4_SSL**(*host=''*, *port=IMAP4_SSL_PORT*, *keyfile=None*, *certfile=None*, *ssl_context=None*)
This is a subclass derived from *IMAP4* that connects over an SSL encrypted socket (to use this class you need a socket module that was compiled with SSL support). If *host* is not specified, `''` (the local host) is used. If *port* is omitted, the standard IMAP4-over-SSL port (993) is used. *ssl_context* is a *ssl.SSLContext* object which allows bundling SSL configuration options, certificates and private keys into a single (potentially long-lived) structure. Please read *Security considerations* for best practices.

keyfile and *certfile* are a legacy alternative to *ssl_context* - they can point to PEM-formatted private key and certificate chain files for the SSL connection. Note that the *keyfile*/*certfile* parameters are mutually exclusive with *ssl_context*, a *ValueError* is raised if *keyfile*/*certfile* is provided along with *ssl_context*.

Modifié dans la version 3.3 : *ssl_context* parameter added.

Modifié dans la version 3.4 : The class now supports hostname check with *ssl.SSLContext.check_hostname* and *Server Name Indication* (see *ssl.HAS_SNI*).

Obsolète depuis la version 3.6 : *keyfile* and *certfile* are deprecated in favor of *ssl_context*. Please use *ssl.SSLContext.load_cert_chain()* instead, or let *ssl.create_default_context()* select the system's trusted CA certificates for you.

The second subclass allows for connections created by a child process :

class imaplib.**IMAP4_stream**(*command*)
This is a subclass derived from *IMAP4* that connects to the `stdin/stdout` file descriptors created by passing *command* to `subprocess.Popen()`.

The following utility functions are defined :

imaplib.**Internaldate2tuple**(*datestr*)
Parse an IMAP4 `INTERNALDATE` string and return corresponding local time. The return value is a *time.struct_time* tuple or `None` if the string has wrong format.

imaplib.**Int2AP**(*num*)
Converts an integer into a string representation using characters from the set [`A` .. `P`].

imaplib.**ParseFlags**(*flagstr*)
Converts an IMAP4 `FLAGS` response to a tuple of individual flags.

imaplib.**Time2Internaldate**(*date_time*)
Convert *date_time* to an IMAP4 `INTERNALDATE` representation. The return value is a string in the form : `"DD-Mmm-YYYY HH:MM:SS +HHMM"` (including double-quotes). The *date_time* argument can be a number (int or float) representing seconds since epoch (as returned by *time.time()*), a 9-tuple representing local time an instance of *time.struct_time* (as returned by *time.localtime()*), an aware instance

of *datetime.datetime*, or a double-quoted string. In the last case, it is assumed to already be in the correct format.

Note that IMAP4 message numbers change as the mailbox changes; in particular, after an EXPUNGE command performs deletions the remaining messages are renumbered. So it is highly advisable to use UIDs instead, with the UID command.

At the end of the module, there is a test section that contains a more extensive example of usage.

Voir aussi :

Documents describing the protocol, and sources and binaries for servers implementing it, can all be found at the University of Washington's *IMAP Information Center* (https://www.washington.edu/imap/).

22.15.1 IMAP4 Objects

All IMAP4rev1 commands are represented by methods of the same name, either upper-case or lower-case.

All arguments to commands are converted to strings, except for AUTHENTICATE, and the last argument to APPEND which is passed as an IMAP4 literal. If necessary (the string contains IMAP4 protocol-sensitive characters and isn't enclosed with either parentheses or double quotes) each string is quoted. However, the *password* argument to the LOGIN command is always quoted. If you want to avoid having an argument string quoted (eg : the *flags* argument to STORE) then enclose the string in parentheses (eg : `r'(\Deleted)'`).

Each command returns a tuple : `(type, [data, ...])` where *type* is usually `'OK'` or `'NO'`, and *data* is either the text from the command response, or mandated results from the command. Each *data* is either a string, or a tuple. If a tuple, then the first part is the header of the response, and the second part contains the data (ie : 'literal' value).

The *message_set* options to commands below is a string specifying one or more messages to be acted upon. It may be a simple message number (`'1'`), a range of message numbers (`'2:4'`), or a group of non-contiguous ranges separated by commas (`'1:3,6:9'`). A range can contain an asterisk to indicate an infinite upper bound (`'3:*'`).

An *IMAP4* instance has the following methods :

IMAP4.**append**(*mailbox*, *flags*, *date_time*, *message*)
Append *message* to named mailbox.

IMAP4.**authenticate**(*mechanism*, *authobject*)
Authenticate command --- requires response processing.

mechanism specifies which authentication mechanism is to be used - it should appear in the instance variable `capabilities` in the form `AUTH=mechanism`.

authobject must be a callable object :

```
data = authobject(response)
```

It will be called to process server continuation responses; the *response* argument it is passed will be `bytes`. It should return `bytes` *data* that will be base64 encoded and sent to the server. It should return `None` if the client abort response `*` should be sent instead.

Modifié dans la version 3.5 : string usernames and passwords are now encoded to `utf-8` instead of being limited to ASCII.

IMAP4.**check**()
Checkpoint mailbox on server.

IMAP4.**close**()
Close currently selected mailbox. Deleted messages are removed from writable mailbox. This is the recommended command before LOGOUT.

IMAP4.**copy**(*message_set*, *new_mailbox*)
Copy *message_set* messages onto end of *new_mailbox*.

IMAP4.**create**(*mailbox*)
Create new mailbox named *mailbox*.

IMAP4.**delete**(*mailbox*)
Delete old mailbox named *mailbox*.

IMAP4.**deleteacl**(*mailbox*, *who*)
Delete the ACLs (remove any rights) set for who on mailbox.

IMAP4.**enable**(*capability*)
Enable *capability* (see **RFC 5161**). Most capabilities do not need to be enabled. Currently only the UTF8=ACCEPT capability is supported (see **RFC 6855**).
Nouveau dans la version 3.5 : The *enable()* method itself, and **RFC 6855** support.

IMAP4.**expunge**()
Permanently remove deleted items from selected mailbox. Generates an EXPUNGE response for each deleted message. Returned data contains a list of EXPUNGE message numbers in order received.

IMAP4.**fetch**(*message_set*, *message_parts*)
Fetch (parts of) messages. *message_parts* should be a string of message part names enclosed within parentheses, eg : "(UID BODY[TEXT])". Returned data are tuples of message part envelope and data.

IMAP4.**getacl**(*mailbox*)
Get the ACLs for *mailbox*. The method is non-standard, but is supported by the Cyrus server.

IMAP4.**getannotation**(*mailbox*, *entry*, *attribute*)
Retrieve the specified ANNOTATIONs for *mailbox*. The method is non-standard, but is supported by the Cyrus server.

IMAP4.**getquota**(*root*)
Get the quota *root*'s resource usage and limits. This method is part of the IMAP4 QUOTA extension defined in rfc2087.

IMAP4.**getquotaroot**(*mailbox*)
Get the list of quota roots for the named *mailbox*. This method is part of the IMAP4 QUOTA extension defined in rfc2087.

IMAP4.**list**([*directory*[, *pattern*]])
List mailbox names in *directory* matching *pattern*. *directory* defaults to the top-level mail folder, and *pattern* defaults to match anything. Returned data contains a list of LIST responses.

IMAP4.**login**(*user*, *password*)
Identify the client using a plaintext password. The *password* will be quoted.

IMAP4.**login_cram_md5**(*user*, *password*)
Force use of CRAM-MD5 authentication when identifying the client to protect the password. Will only work if the server CAPABILITY response includes the phrase AUTH=CRAM-MD5.

IMAP4.**logout**()
Shutdown connection to server. Returns server BYE response.

IMAP4.**lsub**(*directory=""*, *pattern='*'*)
List subscribed mailbox names in directory matching pattern. *directory* defaults to the top level directory and *pattern* defaults to match any mailbox. Returned data are tuples of message part envelope and data.

IMAP4.**myrights**(*mailbox*)
Show my ACLs for a mailbox (i.e. the rights that I have on mailbox).

IMAP4.**namespace**()
Returns IMAP namespaces as defined in **RFC 2342**.

IMAP4.**noop**()
Send NOOP to server.

IMAP4.**open**(*host*, *port*)
Opens socket to *port* at *host*. This method is implicitly called by the *IMAP4* constructor. The connection objects established by this method will be used in the *IMAP4.read()*, *IMAP4.readline()*, *IMAP4.send()*, and *IMAP4.shutdown()* methods. You may override this method.

IMAP4.**partial**(*message_num*, *message_part*, *start*, *length*)
Fetch truncated part of a message. Returned data is a tuple of message part envelope and data.

IMAP4.**proxyauth**(*user*)
Assume authentication as *user*. Allows an authorised administrator to proxy into any user's mailbox.

IMAP4.**read**(*size*)
Reads *size* bytes from the remote server. You may override this method.

IMAP4.**readline**()
Reads one line from the remote server. You may override this method.

IMAP4.**recent**()
Prompt server for an update. Returned data is `None` if no new messages, else value of `RECENT` response.

IMAP4.**rename**(*oldmailbox*, *newmailbox*)
Rename mailbox named *oldmailbox* to *newmailbox*.

IMAP4.**response**(*code*)
Return data for response *code* if received, or `None`. Returns the given code, instead of the usual type.

IMAP4.**search**(*charset*, *criterion*[, ...])
Search mailbox for matching messages. *charset* may be `None`, in which case no `CHARSET` will be specified in the request to the server. The IMAP protocol requires that at least one criterion be specified; an exception will be raised when the server returns an error. *charset* must be `None` if the `UTF8=ACCEPT` capability was enabled using the *enable()* command.
Exemple :

```
# M is a connected IMAP4 instance...
typ, msgnums = M.search(None, 'FROM', '"LDJ"')

# or:
typ, msgnums = M.search(None, '(FROM "LDJ")')
```

IMAP4.**select**(*mailbox='INBOX'*, *readonly=False*)
Select a mailbox. Returned data is the count of messages in *mailbox* (`EXISTS` response). The default *mailbox* is `'INBOX'`. If the *readonly* flag is set, modifications to the mailbox are not allowed.

IMAP4.**send**(*data*)
Sends `data` to the remote server. You may override this method.

IMAP4.**setacl**(*mailbox*, *who*, *what*)
Set an `ACL` for *mailbox*. The method is non-standard, but is supported by the `Cyrus` server.

IMAP4.**setannotation**(*mailbox*, *entry*, *attribute*[, ...])
Set `ANNOTATION`s for *mailbox*. The method is non-standard, but is supported by the `Cyrus` server.

IMAP4.**setquota**(*root*, *limits*)
Set the `quota` *root*'s resource *limits*. This method is part of the IMAP4 QUOTA extension defined in rfc2087.

IMAP4.**shutdown**()
Close connection established in `open`. This method is implicitly called by *IMAP4.logout()*. You may override this method.

IMAP4.**socket**()
Returns socket instance used to connect to server.

IMAP4.**sort**(*sort_criteria*, *charset*, *search_criterion*[, ...])
The `sort` command is a variant of `search` with sorting semantics for the results. Returned data contains a space separated list of matching message numbers.
Sort has two arguments before the *search_criterion* argument(s); a parenthesized list of *sort_criteria*, and the searching *charset*. Note that unlike `search`, the searching *charset* argument is mandatory. There is also a `uid sort` command which corresponds to `sort` the way that `uid search` corresponds to `search`. The `sort` command first searches the mailbox for messages that match the given searching criteria using the charset argument for the interpretation of strings in the searching criteria. It then returns the numbers of matching messages.

This is an IMAP4rev1 extension command.

IMAP4.**starttls**(*ssl_context=None*)
Send a STARTTLS command. The *ssl_context* argument is optional and should be a *ssl.SSLContext* object. This will enable encryption on the IMAP connection. Please read *Security considerations* for best practices.

Nouveau dans la version 3.2.

Modifié dans la version 3.4 : The method now supports hostname check with *ssl.SSLContext.check_hostname* and *Server Name Indication* (see *ssl.HAS_SNI*).

IMAP4.**status**(*mailbox*, *names*)
Request named status conditions for *mailbox*.

IMAP4.**store**(*message_set*, *command*, *flag_list*)
Alters flag dispositions for messages in mailbox. *command* is specified by section 6.4.6 of **RFC 2060** as being one of "FLAGS", "+FLAGS", or "-FLAGS", optionally with a suffix of ".SILENT".

For example, to set the delete flag on all messages :

```
typ, data = M.search(None, 'ALL')
for num in data[0].split():
   M.store(num, '+FLAGS', '\\Deleted')
M.expunge()
```

Note : Creating flags containing ']' (for example : "[test]") violates **RFC 3501** (the IMAP protocol). However, imaplib has historically allowed creation of such tags, and popular IMAP servers, such as Gmail, accept and produce such flags. There are non-Python programs which also create such tags. Although it is an RFC violation and IMAP clients and servers are supposed to be strict, imaplib nonetheless continues to allow such tags to be created for backward compatibility reasons, and as of Python 3.6, handles them if they are sent from the server, since this improves real-world compatibility.

IMAP4.**subscribe**(*mailbox*)
Subscribe to new mailbox.

IMAP4.**thread**(*threading_algorithm*, *charset*, *search_criterion*[, ...])
The thread command is a variant of search with threading semantics for the results. Returned data contains a space separated list of thread members.

Thread members consist of zero or more messages numbers, delimited by spaces, indicating successive parent and child.

Thread has two arguments before the *search_criterion* argument(s) ; a *threading_algorithm*, and the searching *charset*. Note that unlike search, the searching *charset* argument is mandatory. There is also a uid thread command which corresponds to thread the way that uid search corresponds to search. The thread command first searches the mailbox for messages that match the given searching criteria using the charset argument for the interpretation of strings in the searching criteria. It then returns the matching messages threaded according to the specified threading algorithm.

This is an IMAP4rev1 extension command.

IMAP4.**uid**(*command*, *arg*[, ...])
Execute command args with messages identified by UID, rather than message number. Returns response appropriate to command. At least one argument must be supplied ; if none are provided, the server will return an error and an exception will be raised.

IMAP4.**unsubscribe**(*mailbox*)
Unsubscribe from old mailbox.

IMAP4.**xatom**(*name*[, ...])
Allow simple extension commands notified by server in CAPABILITY response.

The following attributes are defined on instances of *IMAP4* :

IMAP4.**PROTOCOL_VERSION**
The most recent supported protocol in the CAPABILITY response from the server.

IMAP4.**debug**
: Integer value to control debugging output. The initialize value is taken from the module variable `Debug`. Values greater than three trace each command.

IMAP4.**utf8_enabled**
: Boolean value that is normally `False`, but is set to `True` if an *enable()* command is successfully issued for the `UTF8=ACCEPT` capability.

  Nouveau dans la version 3.5.

22.15.2 IMAP4 Example

Here is a minimal example (without error checking) that opens a mailbox and retrieves and prints all messages :

```
import getpass, imaplib

M = imaplib.IMAP4()
M.login(getpass.getuser(), getpass.getpass())
M.select()
typ, data = M.search(None, 'ALL')
for num in data[0].split():
    typ, data = M.fetch(num, '(RFC822)')
    print('Message %s\n%s\n' % (num, data[0][1]))
M.close()
M.logout()
```

22.16 `nntplib` --- NNTP protocol client

Code source : Lib/nntplib.py

This module defines the class *NNTP* which implements the client side of the Network News Transfer Protocol. It can be used to implement a news reader or poster, or automated news processors. It is compatible with **RFC 3977** as well as the older **RFC 977** and **RFC 2980**.

Here are two small examples of how it can be used. To list some statistics about a newsgroup and print the subjects of the last 10 articles :

```
>>> s = nntplib.NNTP('news.gmane.io')
>>> resp, count, first, last, name = s.group('gmane.comp.python.committers')
>>> print('Group', name, 'has', count, 'articles, range', first, 'to', last)
Group gmane.comp.python.committers has 1096 articles, range 1 to 1096
>>> resp, overviews = s.over((last - 9, last))
>>> for id, over in overviews:
...     print(id, nntplib.decode_header(over['subject']))
...
1087 Re: Commit privileges for Łukasz Langa
1088 Re: 3.2 alpha 2 freeze
1089 Re: 3.2 alpha 2 freeze
1090 Re: Commit privileges for Łukasz Langa
1091 Re: Commit privileges for Łukasz Langa
1092 Updated ssh key
1093 Re: Updated ssh key
1094 Re: Updated ssh key
1095 Hello fellow committers!
1096 Re: Hello fellow committers!
>>> s.quit()
'205 Bye!'
```

To post an article from a binary file (this assumes that the article has valid headers, and that you have right to post on the particular newsgroup) :

```
>>> s = nntplib.NNTP('news.gmane.io')
>>> f = open('article.txt', 'rb')
>>> s.post(f)
'240 Article posted successfully.'
>>> s.quit()
'205 Bye!'
```

The module itself defines the following classes :

class nntplib.**NNTP**(*host*, *port=119*, *user=None*, *password=None*, *readermode=None*, *usenetrc=False*[, *timeout*])

Return a new *NNTP* object, representing a connection to the NNTP server running on host *host*, listening at port *port*. An optional *timeout* can be specified for the socket connection. If the optional *user* and *password* are provided, or if suitable credentials are present in `/.netrc` and the optional flag *usenetrc* is true, the `AUTHINFO USER` and `AUTHINFO PASS` commands are used to identify and authenticate the user to the server. If the optional flag *readermode* is true, then a `mode reader` command is sent before authentication is performed. Reader mode is sometimes necessary if you are connecting to an NNTP server on the local machine and intend to call reader-specific commands, such as `group`. If you get unexpected *NNTPPermanentError*s, you might need to set *readermode*. The *NNTP* class supports the `with` statement to unconditionally consume *OSError* exceptions and to close the NNTP connection when done, e.g. :

```
>>> from nntplib import NNTP
>>> with NNTP('news.gmane.io') as n:
...     n.group('gmane.comp.python.committers')
...
('211 1755 1 1755 gmane.comp.python.committers', 1755, 1, 1755, 'gmane.comp.
↪python.committers')
>>>
```

Modifié dans la version 3.2 : *usenetrc* is now `False` by default.

Modifié dans la version 3.3 : La prise en charge de l'instruction `with` a été ajoutée.

class nntplib.**NNTP_SSL**(*host*, *port=563*, *user=None*, *password=None*, *ssl_context=None*, *readermode=None*, *usenetrc=False*[, *timeout*])

Return a new *NNTP_SSL* object, representing an encrypted connection to the NNTP server running on host *host*, listening at port *port*. *NNTP_SSL* objects have the same methods as *NNTP* objects. If *port* is omitted, port 563 (NNTPS) is used. *ssl_context* is also optional, and is a *SSLContext* object. Please read *Security considerations* for best practices. All other parameters behave the same as for *NNTP*.

Note that SSL-on-563 is discouraged per **RFC 4642**, in favor of STARTTLS as described below. However, some servers only support the former.

Nouveau dans la version 3.2.

Modifié dans la version 3.4 : The class now supports hostname check with *ssl.SSLContext.check_hostname* and *Server Name Indication* (see *ssl.HAS_SNI*).

exception nntplib.**NNTPError**

Derived from the standard exception *Exception*, this is the base class for all exceptions raised by the *nntplib* module. Instances of this class have the following attribute :

response

The response of the server if available, as a *str* object.

exception nntplib.**NNTPReplyError**

Exception raised when an unexpected reply is received from the server.

exception nntplib.**NNTPTemporaryError**

Exception raised when a response code in the range 400--499 is received.

exception nntplib.**NNTPPermanentError**

Exception raised when a response code in the range 500--599 is received.

exception nntplib.**NNTPProtocolError**

Exception raised when a reply is received from the server that does not begin with a digit in the range 1--5.

exception nntplib.**NNTPDataError**
Exception raised when there is some error in the response data.

22.16.1 NNTP Objects

When connected, *NNTP* and *NNTP_SSL* objects support the following methods and attributes.

Attributes

NNTP.**nntp_version**
An integer representing the version of the NNTP protocol supported by the server. In practice, this should be 2 for servers advertising **RFC 3977** compliance and 1 for others.
Nouveau dans la version 3.2.

NNTP.**nntp_implementation**
A string describing the software name and version of the NNTP server, or *None* if not advertised by the server.
Nouveau dans la version 3.2.

Méthodes

The *response* that is returned as the first item in the return tuple of almost all methods is the server's response : a string beginning with a three-digit code. If the server's response indicates an error, the method raises one of the above exceptions.

Many of the following methods take an optional keyword-only argument *file*. When the *file* argument is supplied, it must be either a *file object* opened for binary writing, or the name of an on-disk file to be written to. The method will then write any data returned by the server (except for the response line and the terminating dot) to the file ; any list of lines, tuples or objects that the method normally returns will be empty.

Modifié dans la version 3.2 : Many of the following methods have been reworked and fixed, which makes them incompatible with their 3.1 counterparts.

NNTP.**quit**()
Send a QUIT command and close the connection. Once this method has been called, no other methods of the NNTP object should be called.

NNTP.**getwelcome**()
Return the welcome message sent by the server in reply to the initial connection. (This message sometimes contains disclaimers or help information that may be relevant to the user.)

NNTP.**getcapabilities**()
Return the **RFC 3977** capabilities advertised by the server, as a *dict* instance mapping capability names to (possibly empty) lists of values. On legacy servers which don't understand the CAPABILITIES command, an empty dictionary is returned instead.

```
>>> s = NNTP('news.gmane.io')
>>> 'POST' in s.getcapabilities()
True
```

Nouveau dans la version 3.2.

NNTP.**login**(*user=None*, *password=None*, *usenetrc=True*)
Send AUTHINFO commands with the user name and password. If *user* and *password* are None and *usenetrc* is true, credentials from ~/.netrc will be used if possible.
Unless intentionally delayed, login is normally performed during the *NNTP* object initialization and separately calling this function is unnecessary. To force authentication to be delayed, you must not set *user* or *password* when creating the object, and must set *usenetrc* to False.
Nouveau dans la version 3.2.

NNTP.**starttls**(*context=None*)

Send a STARTTLS command. This will enable encryption on the NNTP connection. The *context* argument is optional and should be a *ssl.SSLContext* object. Please read *Security considerations* for best practices.

Note that this may not be done after authentication information has been transmitted, and authentication occurs by default if possible during a *NNTP* object initialization. See *NNTP.login()* for information on suppressing this behavior.

Nouveau dans la version 3.2.

Modifié dans la version 3.4 : The method now supports hostname check with *ssl.SSLContext.check_hostname* and *Server Name Indication* (see *ssl.HAS_SNI*).

NNTP.**newgroups**(*date*, *, *file=None*)

Send a NEWGROUPS command. The *date* argument should be a *datetime.date* or *datetime.datetime* object. Return a pair (response, groups) where *groups* is a list representing the groups that are new since the given *date*. If *file* is supplied, though, then *groups* will be empty.

```
>>> from datetime import date, timedelta
>>> resp, groups = s.newgroups(date.today() - timedelta(days=3))
>>> len(groups)
85
>>> groups[0]
GroupInfo(group='gmane.network.tor.devel', last='4', first='1', flag='m')
```

NNTP.**newnews**(*group*, *date*, *, *file=None*)

Send a NEWNEWS command. Here, *group* is a group name or '*', and *date* has the same meaning as for *newgroups()*. Return a pair (response, articles) where *articles* is a list of message ids.

This command is frequently disabled by NNTP server administrators.

NNTP.**list**(*group_pattern=None*, *, *file=None*)

Send a LIST or LIST ACTIVE command. Return a pair (response, list) where *list* is a list of tuples representing all the groups available from this NNTP server, optionally matching the pattern string *group_pattern*. Each tuple has the form (group, last, first, flag), where *group* is a group name, *last* and *first* are the last and first article numbers, and *flag* usually takes one of these values :

— y : Local postings and articles from peers are allowed.
— m : The group is moderated and all postings must be approved.
— n : No local postings are allowed, only articles from peers.
— j : Articles from peers are filed in the junk group instead.
— x : No local postings, and articles from peers are ignored.
— =foo.bar : Articles are filed in the foo.bar group instead.

If *flag* has another value, then the status of the newsgroup should be considered unknown.

This command can return very large results, especially if *group_pattern* is not specified. It is best to cache the results offline unless you really need to refresh them.

Modifié dans la version 3.2 : *group_pattern* was added.

NNTP.**descriptions**(*grouppattern*)

Send a LIST NEWSGROUPS command, where *grouppattern* is a wildmat string as specified in **RFC 3977** (it's essentially the same as DOS or UNIX shell wildcard strings). Return a pair (response, descriptions), where *descriptions* is a dictionary mapping group names to textual descriptions.

```
>>> resp, descs = s.descriptions('gmane.comp.python.*')
>>> len(descs)
295
>>> descs.popitem()
('gmane.comp.python.bio.general', 'BioPython discussion list (Moderated)')
```

NNTP.**description**(*group*)

Get a description for a single group *group*. If more than one group matches (if 'group' is a real wildmat string), return the first match. If no group matches, return an empty string.

This elides the response code from the server. If the response code is needed, use *descriptions()*.

NNTP.**group**(*name*)

Send a GROUP command, where *name* is the group name. The group is selected as the current group, if it

exists. Return a tuple `(response, count, first, last, name)` where *count* is the (estimated) number of articles in the group, *first* is the first article number in the group, *last* is the last article number in the group, and *name* is the group name.

NNTP.**over**(*message_spec*, *, *file=None*)

Send an `OVER` command, or an `XOVER` command on legacy servers. *message_spec* can be either a string representing a message id, or a `(first, last)` tuple of numbers indicating a range of articles in the current group, or a `(first, None)` tuple indicating a range of articles starting from *first* to the last article in the current group, or *None* to select the current article in the current group.

Return a pair `(response, overviews)`. *overviews* is a list of `(article_number, overview)` tuples, one for each article selected by *message_spec*. Each *overview* is a dictionary with the same number of items, but this number depends on the server. These items are either message headers (the key is then the lower-cased header name) or metadata items (the key is then the metadata name prepended with `":"`). The following items are guaranteed to be present by the NNTP specification :

— the `subject`, `from`, `date`, `message-id` and `references` headers

— the `:bytes` metadata : the number of bytes in the entire raw article (including headers and body)

— the `:lines` metadata : the number of lines in the article body

The value of each item is either a string, or *None* if not present.

It is advisable to use the *decode_header()* function on header values when they may contain non-ASCII characters :

```
>>> _, _, first, last, _ = s.group('gmane.comp.python.devel')
>>> resp, overviews = s.over((last, last))
>>> art_num, over = overviews[0]
>>> art_num
117216
>>> list(over.keys())
['xref', 'from', ':lines', ':bytes', 'references', 'date', 'message-id',
↪'subject']
>>> over['from']
'=?UTF-8?B?Ik1hcnRpbiB2LiBMw7Z3aXMi?= <martin@v.loewis.de>'
>>> nntplib.decode_header(over['from'])
'"Martin v. Löwis" <martin@v.loewis.de>'
```

Nouveau dans la version 3.2.

NNTP.**help**(*, *file=None*)

Send a `HELP` command. Return a pair `(response, list)` where *list* is a list of help strings.

NNTP.**stat**(*message_spec=None*)

Send a `STAT` command, where *message_spec* is either a message id (enclosed in `'<'` and `'>'`) or an article number in the current group. If *message_spec* is omitted or *None*, the current article in the current group is considered. Return a triple `(response, number, id)` where *number* is the article number and *id* is the message id.

```
>>> _, _, first, last, _ = s.group('gmane.comp.python.devel')
>>> resp, number, message_id = s.stat(first)
>>> number, message_id
(9099, '<20030112190404.GE29873@epoch.metaslash.com>')
```

NNTP.**next**()

Send a `NEXT` command. Return as for *stat()*.

NNTP.**last**()

Send a `LAST` command. Return as for *stat()*.

NNTP.**article**(*message_spec=None*, *, *file=None*)

Send an `ARTICLE` command, where *message_spec* has the same meaning as for *stat()*. Return a tuple `(response, info)` where *info* is a *namedtuple* with three attributes *number*, *message_id* and *lines* (in that order). *number* is the article number in the group (or 0 if the information is not available), *message_id* the message id as a string, and *lines* a list of lines (without terminating newlines) comprising the raw message including headers and body.

```
>>> resp, info = s.article('<20030112190404.GE29873@epoch.metaslash.com>')
>>> info.number
0
>>> info.message_id
'<20030112190404.GE29873@epoch.metaslash.com>'
>>> len(info.lines)
65
>>> info.lines[0]
b'Path: main.gmane.org!not-for-mail'
>>> info.lines[1]
b'From: Neal Norwitz <neal@metaslash.com>'
>>> info.lines[-3:]
[b'There is a patch for 2.3 as well as 2.2.', b'', b'Neal']
```

NNTP.**head**(*message_spec=None*, *, *file=None*)
Same as *article()*, but sends a HEAD command. The *lines* returned (or written to *file*) will only contain the message headers, not the body.

NNTP.**body**(*message_spec=None*, *, *file=None*)
Same as *article()*, but sends a BODY command. The *lines* returned (or written to *file*) will only contain the message body, not the headers.

NNTP.**post**(*data*)
Post an article using the POST command. The *data* argument is either a *file object* opened for binary reading, or any iterable of bytes objects (representing raw lines of the article to be posted). It should represent a well-formed news article, including the required headers. The *post()* method automatically escapes lines beginning with . and appends the termination line.
If the method succeeds, the server's response is returned. If the server refuses posting, a *NNTPReplyError* is raised.

NNTP.**ihave**(*message_id*, *data*)
Send an IHAVE command. *message_id* is the id of the message to send to the server (enclosed in '<' and '>'). The *data* parameter and the return value are the same as for *post()*.

NNTP.**date**()
Return a pair (response, date). *date* is a *datetime* object containing the current date and time of the server.

NNTP.**slave**()
Send a SLAVE command. Return the server's *response*.

NNTP.**set_debuglevel**(*level*)
Set the instance's debugging level. This controls the amount of debugging output printed. The default, 0, produces no debugging output. A value of 1 produces a moderate amount of debugging output, generally a single line per request or response. A value of 2 or higher produces the maximum amount of debugging output, logging each line sent and received on the connection (including message text).

The following are optional NNTP extensions defined in **RFC 2980**. Some of them have been superseded by newer commands in **RFC 3977**.

NNTP.**xhdr**(*hdr*, *str*, *, *file=None*)
Send an XHDR command. The *hdr* argument is a header keyword, e.g. 'subject'. The *str* argument should have the form 'first-last' where *first* and *last* are the first and last article numbers to search. Return a pair (response, list), where *list* is a list of pairs (id, text), where *id* is an article number (as a string) and *text* is the text of the requested header for that article. If the *file* parameter is supplied, then the output of the XHDR command is stored in a file. If *file* is a string, then the method will open a file with that name, write to it then close it. If *file* is a *file object*, then it will start calling write() on it to store the lines of the command output. If *file* is supplied, then the returned *list* is an empty list.

NNTP.**xover**(*start*, *end*, *, *file=None*)
Send an XOVER command. *start* and *end* are article numbers delimiting the range of articles to select. The return value is the same of for *over()*. It is recommended to use *over()* instead, since it will automatically use the newer OVER command if available.

NNTP.**xpath**(*id*)
Return a pair `(resp, path)`, where *path* is the directory path to the article with message ID *id*. Most of the time, this extension is not enabled by NNTP server administrators.
Obsolète depuis la version 3.3 : The XPATH extension is not actively used.

22.16.2 Fonctions utilitaires

The module also defines the following utility function :

nntplib.**decode_header**(*header_str*)
Decode a header value, un-escaping any escaped non-ASCII characters. *header_str* must be a *str* object. The unescaped value is returned. Using this function is recommended to display some headers in a human readable form :

```
>>> decode_header("Some subject")
'Some subject'
>>> decode_header("=?ISO-8859-15?Q?D=E9buter_en_Python?=")
'Débuter en Python'
>>> decode_header("Re: =?UTF-8?B?cHJvYmzDqG1lIGRlIG1hdHJpY2U=?=")
'Re: problème de matrice'
```

22.17 smtplib --- SMTP protocol client

Code source : Lib/smtplib.py

The *smtplib* module defines an SMTP client session object that can be used to send mail to any Internet machine with an SMTP or ESMTP listener daemon. For details of SMTP and ESMTP operation, consult **RFC 821** (Simple Mail Transfer Protocol) and **RFC 1869** (SMTP Service Extensions).

class smtplib.**SMTP**(*host=''*, *port=0*, *local_hostname=None*[, *timeout*], *source_address=None*)
An *SMTP* instance encapsulates an SMTP connection. It has methods that support a full repertoire of SMTP and ESMTP operations. If the optional host and port parameters are given, the SMTP *connect()* method is called with those parameters during initialization. If specified, *local_hostname* is used as the FQDN of the local host in the HELO/EHLO command. Otherwise, the local hostname is found using *socket.getfqdn()*. If the *connect()* call returns anything other than a success code, an *SMTPConnectError* is raised. The optional *timeout* parameter specifies a timeout in seconds for blocking operations like the connection attempt (if not specified, the global default timeout setting will be used). If the timeout expires, *socket.timeout* is raised. The optional source_address parameter allows binding to some specific source address in a machine with multiple network interfaces, and/or to some specific source TCP port. It takes a 2-tuple (host, port), for the socket to bind to as its source address before connecting. If omitted (or if host or port are `''` and/or 0 respectively) the OS default behavior will be used.
For normal use, you should only require the initialization/connect, *sendmail()*, and *SMTP.quit()* methods. An example is included below.
The *SMTP* class supports the `with` statement. When used like this, the SMTP `QUIT` command is issued automatically when the `with` statement exits. E.g. :

```
>>> from smtplib import SMTP
>>> with SMTP("domain.org") as smtp:
...     smtp.noop()
...
(250, b'Ok')
>>>
```

Modifié dans la version 3.3 : La prise en charge de l'instruction `with` a été ajoutée.
Modifié dans la version 3.3 : source_address argument was added.
Nouveau dans la version 3.5 : The SMTPUTF8 extension (**RFC 6531**) is now supported.

class smtplib.**SMTP_SSL**(*host=''*, *port=0*, *local_hostname=None*, *keyfile=None*, *certfile=None*[, *timeout*], *context=None*, *source_address=None*)

An *SMTP_SSL* instance behaves exactly the same as instances of *SMTP*. *SMTP_SSL* should be used for situations where SSL is required from the beginning of the connection and using `starttls()` is not appropriate. If *host* is not specified, the local host is used. If *port* is zero, the standard SMTP-over-SSL port (465) is used. The optional arguments *local_hostname*, *timeout* and *source_address* have the same meaning as they do in the *SMTP* class. *context*, also optional, can contain a *SSLContext* and allows configuring various aspects of the secure connection. Please read *Security considerations* for best practices.

keyfile and *certfile* are a legacy alternative to *context*, and can point to a PEM formatted private key and certificate chain file for the SSL connection.

Modifié dans la version 3.3 : *context* was added.

Modifié dans la version 3.3 : source_address argument was added.

Modifié dans la version 3.4 : The class now supports hostname check with *ssl.SSLContext.check_hostname* and *Server Name Indication* (see *ssl.HAS_SNI*).

Obsolète depuis la version 3.6 : *keyfile* and *certfile* are deprecated in favor of *context*. Please use *ssl.SSLContext.load_cert_chain()* instead, or let *ssl.create_default_context()* select the system's trusted CA certificates for you.

class smtplib.**LMTP**(*host=''*, *port=LMTP_PORT*, *local_hostname=None*, *source_address=None*)

The LMTP protocol, which is very similar to ESMTP, is heavily based on the standard SMTP client. It's common to use Unix sockets for LMTP, so our `connect()` method must support that as well as a regular host :port server. The optional arguments local_hostname and source_address have the same meaning as they do in the *SMTP* class. To specify a Unix socket, you must use an absolute path for *host*, starting with a '/'.

Authentication is supported, using the regular SMTP mechanism. When using a Unix socket, LMTP generally don't support or require any authentication, but your mileage might vary.

A nice selection of exceptions is defined as well :

exception smtplib.**SMTPException**

Subclass of *OSError* that is the base exception class for all the other exceptions provided by this module.

Modifié dans la version 3.4 : SMTPException became subclass of *OSError*

exception smtplib.**SMTPServerDisconnected**

This exception is raised when the server unexpectedly disconnects, or when an attempt is made to use the *SMTP* instance before connecting it to a server.

exception smtplib.**SMTPResponseException**

Base class for all exceptions that include an SMTP error code. These exceptions are generated in some instances when the SMTP server returns an error code. The error code is stored in the `smtp_code` attribute of the error, and the `smtp_error` attribute is set to the error message.

exception smtplib.**SMTPSenderRefused**

Sender address refused. In addition to the attributes set by on all *SMTPResponseException* exceptions, this sets 'sender' to the string that the SMTP server refused.

exception smtplib.**SMTPRecipientsRefused**

All recipient addresses refused. The errors for each recipient are accessible through the attribute `recipients`, which is a dictionary of exactly the same sort as *SMTP.sendmail()* returns.

exception smtplib.**SMTPDataError**

The SMTP server refused to accept the message data.

exception smtplib.**SMTPConnectError**

Error occurred during establishment of a connection with the server.

exception smtplib.**SMTPHeloError**

The server refused our `HELO` message.

exception smtplib.**SMTPNotSupportedError**

The command or option attempted is not supported by the server.

Nouveau dans la version 3.5.

exception smtplib.**SMTPAuthenticationError**
SMTP authentication went wrong. Most probably the server didn't accept the username/password combination provided.

Voir aussi :

RFC 821 - Simple Mail Transfer Protocol Protocol definition for SMTP. This document covers the model, operating procedure, and protocol details for SMTP.

RFC 1869 - SMTP Service Extensions Definition of the ESMTP extensions for SMTP. This describes a framework for extending SMTP with new commands, supporting dynamic discovery of the commands provided by the server, and defines a few additional commands.

22.17.1 SMTP Objects

An *SMTP* instance has the following methods :

SMTP.**set_debuglevel**(*level*)
Set the debug output level. A value of 1 or `True` for *level* results in debug messages for connection and for all messages sent to and received from the server. A value of 2 for *level* results in these messages being timestamped.

Modifié dans la version 3.5 : Added debuglevel 2.

SMTP.**docmd**(*cmd*, *args=''*)
Send a command *cmd* to the server. The optional argument *args* is simply concatenated to the command, separated by a space.

This returns a 2-tuple composed of a numeric response code and the actual response line (multiline responses are joined into one long line.)

In normal operation it should not be necessary to call this method explicitly. It is used to implement other methods and may be useful for testing private extensions.

If the connection to the server is lost while waiting for the reply, *SMTPServerDisconnected* will be raised.

SMTP.**connect**(*host='localhost'*, *port=0*)
Connect to a host on a given port. The defaults are to connect to the local host at the standard SMTP port (25). If the hostname ends with a colon (`':'`) followed by a number, that suffix will be stripped off and the number interpreted as the port number to use. This method is automatically invoked by the constructor if a host is specified during instantiation. Returns a 2-tuple of the response code and message sent by the server in its connection response.

SMTP.**helo**(*name=''*)
Identify yourself to the SMTP server using `HELO`. The hostname argument defaults to the fully qualified domain name of the local host. The message returned by the server is stored as the `helo_resp` attribute of the object.

In normal operation it should not be necessary to call this method explicitly. It will be implicitly called by the *sendmail()* when necessary.

SMTP.**ehlo**(*name=''*)
Identify yourself to an ESMTP server using `EHLO`. The hostname argument defaults to the fully qualified domain name of the local host. Examine the response for ESMTP option and store them for use by *has_extn()*. Also sets several informational attributes : the message returned by the server is stored as the `ehlo_resp` attribute, `does_esmtp` is set to true or false depending on whether the server supports ESMTP, and `esmtp_features` will be a dictionary containing the names of the SMTP service extensions this server supports, and their parameters (if any).

Unless you wish to use *has_extn()* before sending mail, it should not be necessary to call this method explicitly. It will be implicitly called by *sendmail()* when necessary.

SMTP.**ehlo_or_helo_if_needed**()
This method calls *ehlo()* and/or *helo()* if there has been no previous `EHLO` or `HELO` command this session. It tries ESMTP `EHLO` first.

SMTPHeloError The server didn't reply properly to the `HELO` greeting.

SMTP.**has_extn**(*name*)
Return *True* if *name* is in the set of SMTP service extensions returned by the server, *False* otherwise. Case is ignored.

SMTP.**verify**(*address*)
Check the validity of an address on this server using SMTP VRFY. Returns a tuple consisting of code 250 and a full **RFC 822** address (including human name) if the user address is valid. Otherwise returns an SMTP error code of 400 or greater and an error string.

Note : Many sites disable SMTP VRFY in order to foil spammers.

SMTP.**login**(*user*, *password*, *, *initial_response_ok=True*)
Log in on an SMTP server that requires authentication. The arguments are the username and the password to authenticate with. If there has been no previous EHLO or HELO command this session, this method tries ESMTP EHLO first. This method will return normally if the authentication was successful, or may raise the following exceptions :

SMTPHeloError The server didn't reply properly to the HELO greeting.

SMTPAuthenticationError The server didn't accept the username/password combination.

SMTPNotSupportedError The AUTH command is not supported by the server.

SMTPException No suitable authentication method was found.

Each of the authentication methods supported by *smtplib* are tried in turn if they are advertised as supported by the server. See *auth()* for a list of supported authentication methods. *initial_response_ok* is passed through to *auth()*.

Optional keyword argument *initial_response_ok* specifies whether, for authentication methods that support it, an "initial response" as specified in **RFC 4954** can be sent along with the AUTH command, rather than requiring a challenge/response.

Modifié dans la version 3.5 : *SMTPNotSupportedError* may be raised, and the *initial_response_ok* parameter was added.

SMTP.**auth**(*mechanism*, *authobject*, *, *initial_response_ok=True*)
Issue an SMTP AUTH command for the specified authentication *mechanism*, and handle the challenge response via *authobject*.

mechanism specifies which authentication mechanism is to be used as argument to the AUTH command; the valid values are those listed in the auth element of esmtp_features.

authobject must be a callable object taking an optional single argument :

data = authobject(challenge=None)

If optional keyword argument *initial_response_ok* is true, authobject() will be called first with no argument. It can return the **RFC 4954** "initial response" ASCII str which will be encoded and sent with the AUTH command as below. If the authobject() does not support an initial response (e.g. because it requires a challenge), it should return None when called with challenge=None. If *initial_response_ok* is false, then authobject() will not be called first with None.

If the initial response check returns None, or if *initial_response_ok* is false, authobject() will be called to process the server's challenge response; the *challenge* argument it is passed will be a bytes. It should return ASCII str *data* that will be base64 encoded and sent to the server.

The SMTP class provides authobjects for the CRAM-MD5, PLAIN, and LOGIN mechanisms; they are named SMTP.auth_cram_md5, SMTP.auth_plain, and SMTP.auth_login respectively. They all require that the user and password properties of the SMTP instance are set to appropriate values.

User code does not normally need to call auth directly, but can instead call the *login()* method, which will try each of the above mechanisms in turn, in the order listed. auth is exposed to facilitate the implementation of authentication methods not (or not yet) supported directly by *smtplib*.

Nouveau dans la version 3.5.

SMTP.**starttls**(*keyfile=None*, *certfile=None*, *context=None*)
Put the SMTP connection in TLS (Transport Layer Security) mode. All SMTP commands that follow will be encrypted. You should then call *ehlo()* again.

If *keyfile* and *certfile* are provided, they are used to create an *ssl.SSLContext*.

Optional *context* parameter is an *ssl.SSLContext* object; This is an alternative to using a keyfile and a certfile and if specified both *keyfile* and *certfile* should be None.

If there has been no previous EHLO or HELO command this session, this method tries ESMTP EHLO first.

Obsolète depuis la version 3.6 : *keyfile* and *certfile* are deprecated in favor of *context*. Please use *ssl.SSLContext.load_cert_chain()* instead, or let *ssl.create_default_context()* select the system's trusted CA certificates for you.

SMTPHeloError The server didn't reply properly to the HELO greeting.

SMTPNotSupportedError The server does not support the STARTTLS extension.

RuntimeError SSL/TLS support is not available to your Python interpreter.

Modifié dans la version 3.3 : *context* was added.

Modifié dans la version 3.4 : The method now supports hostname check with SSLContext.check_hostname and *Server Name Indicator* (see *HAS_SNI*).

Modifié dans la version 3.5 : The error raised for lack of STARTTLS support is now the *SMTPNotSupportedError* subclass instead of the base *SMTPException*.

SMTP.**sendmail**(*from_addr*, *to_addrs*, *msg*, *mail_options=()*, *rcpt_options=()*)

Send mail. The required arguments are an **RFC 822** from-address string, a list of **RFC 822** to-address strings (a bare string will be treated as a list with 1 address), and a message string. The caller may pass a list of ESMTP options (such as 8bitmime) to be used in MAIL FROM commands as *mail_options*. ESMTP options (such as DSN commands) that should be used with all RCPT commands can be passed as *rcpt_options*. (If you need to use different ESMTP options to different recipients you have to use the low-level methods such as mail(), rcpt() and data() to send the message.)

Note : The *from_addr* and *to_addrs* parameters are used to construct the message envelope used by the transport agents. sendmail does not modify the message headers in any way.

---

msg may be a string containing characters in the ASCII range, or a byte string. A string is encoded to bytes using the ascii codec, and lone \r and \n characters are converted to \r\n characters. A byte string is not modified.

If there has been no previous EHLO or HELO command this session, this method tries ESMTP EHLO first. If the server does ESMTP, message size and each of the specified options will be passed to it (if the option is in the feature set the server advertises). If EHLO fails, HELO will be tried and ESMTP options suppressed.

This method will return normally if the mail is accepted for at least one recipient. Otherwise it will raise an exception. That is, if this method does not raise an exception, then someone should get your mail. If this method does not raise an exception, it returns a dictionary, with one entry for each recipient that was refused. Each entry contains a tuple of the SMTP error code and the accompanying error message sent by the server.

If SMTPUTF8 is included in *mail_options*, and the server supports it, *from_addr* and *to_addrs* may contain non-ASCII characters.

This method may raise the following exceptions :

SMTPRecipientsRefused All recipients were refused. Nobody got the mail. The recipients attribute of the exception object is a dictionary with information about the refused recipients (like the one returned when at least one recipient was accepted).

SMTPHeloError The server didn't reply properly to the HELO greeting.

SMTPSenderRefused The server didn't accept the *from_addr*.

SMTPDataError The server replied with an unexpected error code (other than a refusal of a recipient).

SMTPNotSupportedError SMTPUTF8 was given in the *mail_options* but is not supported by the server.

Unless otherwise noted, the connection will be open even after an exception is raised.

Modifié dans la version 3.2 : *msg* may be a byte string.

Modifié dans la version 3.5 : SMTPUTF8 support added, and *SMTPNotSupportedError* may be raised if SMTPUTF8 is specified but the server does not support it.

SMTP.**send_message**(*msg*, *from_addr=None*, *to_addrs=None*, *mail_options=()*, *rcpt_options=()*)

This is a convenience method for calling *sendmail()* with the message represented by an *email.message.Message* object. The arguments have the same meaning as for *sendmail()*, except that *msg* is a Message object.

If *from_addr* is `None` or *to_addrs* is `None`, `send_message` fills those arguments with addresses extracted from the headers of *msg* as specified in **RFC 5322** : *from_addr* is set to the `Sender` field if it is present, and otherwise to the `From` field. *to_addrs* combines the values (if any) of the `To`, `Cc`, and `Bcc` fields from *msg*. If exactly one set of `Resent-*` headers appear in the message, the regular headers are ignored and the `Resent-*` headers are used instead. If the message contains more than one set of `Resent-*` headers, a `ValueError` is raised, since there is no way to unambiguously detect the most recent set of `Resent-` headers.

`send_message` serializes *msg* using `BytesGenerator` with `\r\n` as the *linesep*, and calls `sendmail()` to transmit the resulting message. Regardless of the values of *from_addr* and *to_addrs*, `send_message` does not transmit any `Bcc` or `Resent-Bcc` headers that may appear in *msg*. If any of the addresses in *from_addr* and *to_addrs* contain non-ASCII characters and the server does not advertise `SMTPUTF8` support, an `SMTPNotSupported` error is raised. Otherwise the `Message` is serialized with a clone of its `policy` with the `utf8` attribute set to `True`, and `SMTPUTF8` and `BODY=8BITMIME` are added to *mail_options*.

Nouveau dans la version 3.2.

Nouveau dans la version 3.5 : Support for internationalized addresses (`SMTPUTF8`).

`SMTP.`**`quit`**`()`

Terminate the SMTP session and close the connection. Return the result of the SMTP `QUIT` command.

Low-level methods corresponding to the standard SMTP/ESMTP commands `HELP`, `RSET`, `NOOP`, `MAIL`, `RCPT`, and `DATA` are also supported. Normally these do not need to be called directly, so they are not documented here. For details, consult the module code.

22.17.2 SMTP Example

This example prompts the user for addresses needed in the message envelope ('To' and 'From' addresses), and the message to be delivered. Note that the headers to be included with the message must be included in the message as entered ; this example doesn't do any processing of the **RFC 822** headers. In particular, the 'To' and 'From' addresses must be included in the message headers explicitly.

```
import smtplib

def prompt(prompt):
    return input(prompt).strip()

fromaddr = prompt("From: ")
toaddrs  = prompt("To: ").split()
print("Enter message, end with ^D (Unix) or ^Z (Windows):")

# Add the From: and To: headers at the start!
msg = ("From: %s\r\nTo: %s\r\n\r\n"
       % (fromaddr, ", ".join(toaddrs)))
while True:
    try:
        line = input()
    except EOFError:
        break
    if not line:
        break
    msg = msg + line

print("Message length is", len(msg))

server = smtplib.SMTP('localhost')
server.set_debuglevel(1)
server.sendmail(fromaddr, toaddrs, msg)
server.quit()
```

Note : In general, you will want to use the *email* package's features to construct an email message, which you can then send via *send_message()* ; see *email : Exemples*.

22.18 smtpd --- SMTP Server

Code source : Lib/smtpd.py

This module offers several classes to implement SMTP (email) servers.

Voir aussi :

The aiosmtpd package is a recommended replacement for this module. It is based on *asyncio* and provides a more straightforward API. *smtpd* should be considered deprecated.

Several server implementations are present ; one is a generic do-nothing implementation, which can be overridden, while the other two offer specific mail-sending strategies.

Additionally the SMTPChannel may be extended to implement very specific interaction behaviour with SMTP clients.

The code supports **RFC 5321**, plus the **RFC 1870** SIZE and **RFC 6531** SMTPUTF8 extensions.

22.18.1 SMTPServer Objects

class smtpd.**SMTPServer**(*localaddr*, *remoteaddr*, *data_size_limit=33554432*, *map=None*, *enable_SMTPUTF8=False*, *decode_data=False*)

Create a new *SMTPServer* object, which binds to local address *localaddr*. It will treat *remoteaddr* as an upstream SMTP relayer. Both *localaddr* and *remoteaddr* should be a *(host, port)* tuple. The object inherits from *asyncore.dispatcher*, and so will insert itself into *asyncore*'s event loop on instantiation.

data_size_limit specifies the maximum number of bytes that will be accepted in a `DATA` command. A value of `None` or `0` means no limit.

map is the socket map to use for connections (an initially empty dictionary is a suitable value). If not specified the *asyncore* global socket map is used.

enable_SMTPUTF8 determines whether the `SMTPUTF8` extension (as defined in **RFC 6531**) should be enabled. The default is `False`. When `True`, `SMTPUTF8` is accepted as a parameter to the `MAIL` command and when present is passed to *process_message()* in the `kwargs['mail_options']` list. *decode_data* and *enable_SMTPUTF8* cannot be set to `True` at the same time.

decode_data specifies whether the data portion of the SMTP transaction should be decoded using UTF-8. When *decode_data* is `False` (the default), the server advertises the `8BITMIME` extension (**RFC 6152**), accepts the `BODY=8BITMIME` parameter to the `MAIL` command, and when present passes it to *process_message()* in the `kwargs['mail_options']` list. *decode_data* and *enable_SMTPUTF8* cannot be set to `True` at the same time.

process_message(*peer*, *mailfrom*, *rcpttos*, *data*, ***kwargs*)

Raise a *NotImplementedError* exception. Override this in subclasses to do something useful with this message. Whatever was passed in the constructor as *remoteaddr* will be available as the `_remoteaddr` attribute. *peer* is the remote host's address, *mailfrom* is the envelope originator, *rcpttos* are the envelope recipients and *data* is a string containing the contents of the e-mail (which should be in **RFC 5321** format).

If the *decode_data* constructor keyword is set to `True`, the *data* argument will be a unicode string. If it is set to `False`, it will be a bytes object.

kwargs is a dictionary containing additional information. It is empty if `decode_data=True` was given as an init argument, otherwise it contains the following keys :

mail_options **:** a list of all received parameters to the `MAIL` command (the elements are uppercase strings ; example : `['BODY=8BITMIME', 'SMTPUTF8']`).

rcpt_options : same as *mail_options* but for the `RCPT` command. Currently no `RCPT TO` options are supported, so for now this will always be an empty list.

Implementations of `process_message` should use the `**kwargs` signature to accept arbitrary keyword arguments, since future feature enhancements may add keys to the kwargs dictionary.

Return `None` to request a normal `250 Ok` response; otherwise return the desired response string in **RFC 5321** format.

`channel_class`

Override this in subclasses to use a custom *`SMTPChannel`* for managing SMTP clients.

Nouveau dans la version 3.4 : The *map* constructor argument.

Modifié dans la version 3.5 : *localaddr* and *remoteaddr* may now contain IPv6 addresses.

Nouveau dans la version 3.5 : The *decode_data* and *enable_SMTPUTF8* constructor parameters, and the *kwargs* parameter to *`process_message()`* when *decode_data* is `False`.

Modifié dans la version 3.6 : *decode_data* is now `False` by default.

22.18.2 DebuggingServer Objects

class smtpd.**DebuggingServer**(*localaddr*, *remoteaddr*)

Create a new debugging server. Arguments are as per *`SMTPServer`*. Messages will be discarded, and printed on stdout.

22.18.3 PureProxy Objects

class smtpd.**PureProxy**(*localaddr*, *remoteaddr*)

Create a new pure proxy server. Arguments are as per *`SMTPServer`*. Everything will be relayed to *remoteaddr*. Note that running this has a good chance to make you into an open relay, so please be careful.

22.18.4 MailmanProxy Objects

class smtpd.**MailmanProxy**(*localaddr*, *remoteaddr*)

Create a new pure proxy server. Arguments are as per *`SMTPServer`*. Everything will be relayed to *remoteaddr*, unless local mailman configurations knows about an address, in which case it will be handled via mailman. Note that running this has a good chance to make you into an open relay, so please be careful.

22.18.5 SMTPChannel Objects

class smtpd.**SMTPChannel**(*server*, *conn*, *addr*, *data_size_limit=33554432*, *map=None*, *enable_SMTPUTF8=False*, *decode_data=False*)

Create a new *`SMTPChannel`* object which manages the communication between the server and a single SMTP client.

conn and *addr* are as per the instance variables described below.

data_size_limit specifies the maximum number of bytes that will be accepted in a `DATA` command. A value of `None` or `0` means no limit.

enable_SMTPUTF8 determines whether the `SMTPUTF8` extension (as defined in **RFC 6531**) should be enabled. The default is `False`. *decode_data* and *enable_SMTPUTF8* cannot be set to `True` at the same time.

A dictionary can be specified in *map* to avoid using a global socket map.

decode_data specifies whether the data portion of the SMTP transaction should be decoded using UTF-8. The default is `False`. *decode_data* and *enable_SMTPUTF8* cannot be set to `True` at the same time.

To use a custom SMTPChannel implementation you need to override the *`SMTPServer.channel_class`* of your *`SMTPServer`*.

Modifié dans la version 3.5 : The *decode_data* and *enable_SMTPUTF8* parameters were added.

Modifié dans la version 3.6 : *decode_data* is now `False` by default.

The *`SMTPChannel`* has the following instance variables :

smtp_server
Holds the *SMTPServer* that spawned this channel.

conn
Holds the socket object connecting to the client.

addr
Holds the address of the client, the second value returned by *socket.accept*

received_lines
Holds a list of the line strings (decoded using UTF-8) received from the client. The lines have their `"\r\n"` line ending translated to `"\n"`.

smtp_state
Holds the current state of the channel. This will be either `COMMAND` initially and then `DATA` after the client sends a "DATA" line.

seen_greeting
Holds a string containing the greeting sent by the client in its "HELO".

mailfrom
Holds a string containing the address identified in the "MAIL FROM :" line from the client.

rcpttos
Holds a list of strings containing the addresses identified in the "RCPT TO :" lines from the client.

received_data
Holds a string containing all of the data sent by the client during the DATA state, up to but not including the terminating `"\r\n.\r\n"`.

fqdn
Holds the fully-qualified domain name of the server as returned by *socket.getfqdn()*.

peer
Holds the name of the client peer as returned by `conn.getpeername()` where `conn` is *conn*.

The *SMTPChannel* operates by invoking methods named `smtp_<command>` upon reception of a command line from the client. Built into the base *SMTPChannel* class are methods for handling the following commands (and responding to them appropriately) :

Commande	Action taken
HELO	Accepts the greeting from the client and stores it in *seen_greeting*. Sets server to base command mode.
EHLO	Accepts the greeting from the client and stores it in *seen_greeting*. Sets server to extended command mode.
NOOP	Takes no action.
QUIT	Closes the connection cleanly.
MAIL	Accepts the "MAIL FROM :" syntax and stores the supplied address as *mailfrom*. In extended command mode, accepts the **RFC 1870** SIZE attribute and responds appropriately based on the value of *data_size_limit*.
RCPT	Accepts the "RCPT TO :" syntax and stores the supplied addresses in the *rcpttos* list.
RSET	Resets the *mailfrom*, *rcpttos*, and *received_data*, but not the greeting.
DATA	Sets the internal state to `DATA` and stores remaining lines from the client in *received_data* until the terminator `"\r\n.\r\n"` is received.
HELP	Returns minimal information on command syntax
VRFY	Returns code 252 (the server doesn't know if the address is valid)
EXPN	Reports that the command is not implemented.

22.19 telnetlib --- Telnet client

Code source : Lib/telnetlib.py

The *telnetlib* module provides a *Telnet* class that implements the Telnet protocol. See **RFC 854** for details about the protocol. In addition, it provides symbolic constants for the protocol characters (see below), and for the telnet options. The symbolic names of the telnet options follow the definitions in `arpa/telnet.h`, with the leading `TELOPT_` removed. For symbolic names of options which are traditionally not included in `arpa/telnet.h`, see the module source itself.

The symbolic constants for the telnet commands are : IAC, DONT, DO, WONT, WILL, SE (Subnegotiation End), NOP (No Operation), DM (Data Mark), BRK (Break), IP (Interrupt process), AO (Abort output), AYT (Are You There), EC (Erase Character), EL (Erase Line), GA (Go Ahead), SB (Subnegotiation Begin).

class telnetlib.**Telnet**(*host=None*, *port=0*[, *timeout*])

Telnet represents a connection to a Telnet server. The instance is initially not connected by default ; the *open()* method must be used to establish a connection. Alternatively, the host name and optional port number can be passed to the constructor too, in which case the connection to the server will be established before the constructor returns. The optional *timeout* parameter specifies a timeout in seconds for blocking operations like the connection attempt (if not specified, the global default timeout setting will be used).

Do not reopen an already connected instance.

This class has many `read_*()` methods. Note that some of them raise *EOFError* when the end of the connection is read, because they can return an empty string for other reasons. See the individual descriptions below.

A *Telnet* object is a context manager and can be used in a `with` statement. When the `with` block ends, the *close()* method is called :

```
>>> from telnetlib import Telnet
>>> with Telnet('localhost', 23) as tn:
...     tn.interact()
...
```

Modifié dans la version 3.6 : Context manager support added

Voir aussi :

RFC 854 - Telnet Protocol Specification Definition of the Telnet protocol.

22.19.1 Telnet Objects

Telnet instances have the following methods :

Telnet.**read_until**(*expected*, *timeout=None*)

Read until a given byte string, *expected*, is encountered or until *timeout* seconds have passed.

When no match is found, return whatever is available instead, possibly empty bytes. Raise *EOFError* if the connection is closed and no cooked data is available.

Telnet.**read_all**()

Read all data until EOF as bytes ; block until connection closed.

Telnet.**read_some**()

Read at least one byte of cooked data unless EOF is hit. Return `b''` if EOF is hit. Block if no data is immediately available.

Telnet.**read_very_eager**()

Read everything that can be without blocking in I/O (eager).

Raise *EOFError* if connection closed and no cooked data available. Return `b''` if no cooked data available otherwise. Do not block unless in the midst of an IAC sequence.

Telnet.**read_eager**()
Read readily available data.
Raise *EOFError* if connection closed and no cooked data available. Return `b''` if no cooked data available otherwise. Do not block unless in the midst of an IAC sequence.

Telnet.**read_lazy**()
Process and return data already in the queues (lazy).
Raise *EOFError* if connection closed and no data available. Return `b''` if no cooked data available otherwise. Do not block unless in the midst of an IAC sequence.

Telnet.**read_very_lazy**()
Return any data available in the cooked queue (very lazy).
Raise *EOFError* if connection closed and no data available. Return `b''` if no cooked data available otherwise. This method never blocks.

Telnet.**read_sb_data**()
Return the data collected between a SB/SE pair (suboption begin/end). The callback should access these data when it was invoked with a `SE` command. This method never blocks.

Telnet.**open**(*host*, *port=0*[, *timeout*])
Connect to a host. The optional second argument is the port number, which defaults to the standard Telnet port (23). The optional *timeout* parameter specifies a timeout in seconds for blocking operations like the connection attempt (if not specified, the global default timeout setting will be used).
Do not try to reopen an already connected instance.

Telnet.**msg**(*msg*, **args*)
Print a debug message when the debug level is > 0. If extra arguments are present, they are substituted in the message using the standard string formatting operator.

Telnet.**set_debuglevel**(*debuglevel*)
Set the debug level. The higher the value of *debuglevel*, the more debug output you get (on `sys.stdout`).

Telnet.**close**()
Ferme la connexion.

Telnet.**get_socket**()
Return the socket object used internally.

Telnet.**fileno**()
Return the file descriptor of the socket object used internally.

Telnet.**write**(*buffer*)
Write a byte string to the socket, doubling any IAC characters. This can block if the connection is blocked. May raise *OSError* if the connection is closed.
Modifié dans la version 3.3 : This method used to raise *socket.error*, which is now an alias of *OSError*.

Telnet.**interact**()
Interaction function, emulates a very dumb Telnet client.

Telnet.**mt_interact**()
Multithreaded version of *interact()*.

Telnet.**expect**(*list*, *timeout=None*)
Read until one from a list of a regular expressions matches.
The first argument is a list of regular expressions, either compiled (*regex objects*) or uncompiled (byte strings). The optional second argument is a timeout, in seconds ; the default is to block indefinitely.
Return a tuple of three items : the index in the list of the first regular expression that matches ; the match object returned ; and the bytes read up till and including the match.
If end of file is found and no bytes were read, raise *EOFError*. Otherwise, when nothing matches, return `(-1, None, data)` where *data* is the bytes received so far (may be empty bytes if a timeout happened).
If a regular expression ends with a greedy match (such as `.*`) or if more than one expression can match the same input, the results are non-deterministic, and may depend on the I/O timing.

Telnet.**set_option_negotiation_callback**(*callback*)
Each time a telnet option is read on the input flow, this *callback* (if set) is called with the following parameters : callback(telnet socket, command (DO/DONT/WILL/WONT), option). No other action is done afterwards by telnetlib.

22.19.2 Telnet Example

A simple example illustrating typical use :

```
import getpass
import telnetlib

HOST = "localhost"
user = input("Enter your remote account: ")
password = getpass.getpass()

tn = telnetlib.Telnet(HOST)

tn.read_until(b"login: ")
tn.write(user.encode('ascii') + b"\n")
if password:
    tn.read_until(b"Password: ")
    tn.write(password.encode('ascii') + b"\n")

tn.write(b"ls\n")
tn.write(b"exit\n")

print(tn.read_all().decode('ascii'))
```

22.20 `uuid` — Objets UUID d'après la RFC 4122

Code source : Lib/uuid.py

Ce module exporte des objets *UUID* immuables (de la classe *UUID*) et les fonctions *uuid1()*, *uuid3()*, *uuid4()*, *uuid5()* permettant de générer des UUID de version 1, 3, 4 et 5 tels que définis dans la **RFC 4122**.

Utilisez *uuid1()* ou *uuid4()* si votre but est de produire un identifiant unique. Notez que *uuid1()* peut dévoiler des informations personnelles car l'UUID produit contient l'adresse réseau de l'ordinateur. En revanche, *uuid4()* génère un UUID aléatoire.

En fonction du système d'exploitation, les UUID *uuid1()* peuvent ne pas être « sûrs ». Un UUID est considéré sûr s'il est généré avec des techniques de synchronisation qui garantissent que deux processus ne peuvent obtenir le même UUID. Toutes les instances de *UUID* possèdent un attribut `is_safe` qui indique le niveau de sûreté de l'UUID selon l'énumération suivante :

class uuid.**SafeUUID**
Nouveau dans la version 3.7.

safe
L'UUID a été généré par la plateforme en utilisant une méthode sûre dans un contexte de parallélisme par processus.

unsafe
L'UUID n'a pas été généré par une méthode sûre dans un contexte de parallélisme par processus.

unknown
La plateforme ne précise pas si l'UUID a été généré de façon sûre ou non.

class uuid.**UUID**(*hex=None*, *bytes=None*, *bytes_le=None*, *fields=None*, *int=None*, *version=None*, ***, *is_safe=SafeUUID.unknown*)

Produit un UUID à partir soit d'une chaîne de 32 chiffres hexadécimaux, soit une chaîne de 16 octets gros-boutiste (argument *bytes*), soit une chaîne de 16 octets petit-boutiste (argument *bytes_le*), soit un n-uplet de six entiers (32-bit *time_low*, 16-bit *time_mid*, 16-bit *time_hi_version*, 8-bit *clock_seq_hi_variant*, 8-bit *clock_seq_low*, 48-bit *node*) (argument *fields*), soit un unique entier sur 128 bits (argument *int*). Lorsque la fonction reçoit une chaîne de chiffres hexadécimaux, les accolades, les tirets et le préfixe URN sont facultatifs. Par exemple, toutes les expressions ci-dessous génèrent le même UUID :

```
UUID('{12345678-1234-5678-1234-567812345678}')
UUID('12345678123456781234567812345678')
UUID('urn:uuid:12345678-1234-5678-1234-567812345678')
UUID(bytes=b'\x12\x34\x56\x78'*4)
UUID(bytes_le=b'\x78\x56\x34\x12\x34\x12\x78\x56' +
              b'\x12\x34\x56\x78\x12\x34\x56\x78')
UUID(fields=(0x12345678, 0x1234, 0x5678, 0x12, 0x34, 0x567812345678))
UUID(int=0x12345678123456781234567812345678)
```

Un seul des arguments *hex*, *bytes*, *bytes_le*, *fields* ou *int* doit être spécifié. L'argument *version* est optionnel : s'il est spécifié, l'UUID généré aura pour numéro de version et de variante la valeur indiquée dans la **RFC 4122**, remplaçant les bits idoines de *hex*, *bytes*, *bytes_le*, *fields* ou *int*.

La comparaison de deux objets UUID se fait en comparant leurs attributs *UUID.int*. La comparaison avec un objet autre qu'un UUID lève une exception *TypeError*.

`str(uuid)` renvoie une chaîne de caractères de la forme `12345678-1234-5678-1234-567812345678` représentant l'UUID par une chaîne de 32 chiffres hexadécimaux.

Les instances de *UUID* possèdent les attributs suivants en lecture seule :

UUID.**bytes**
: L'UUID représenté comme une chaîne de 16 octets (contenant les six champs entiers dans l'ordre gros-boutiste).

UUID.**bytes_le**
: L'UUID représenté comme une chaîne de 16 octets (avec *time_low*, *time_mid* et *time_hi_version* dans l'ordre petit-boutiste).

UUID.**fields**
: Un n-uplet contenant les six champs entiers de l'UUID, également accessibles en tant que six attributs individuels et deux attributs dérivés :

Champ	Signification
`time_low`	les 32 premiers bits de l'UUID
`time_mid`	les 16 bits suivants de l'UUID
`time_hi_version`	les 16 bits suivants de l'UUID
`clock_seq_hi_variant`	les 8 bits suivants de l'UUID
`clock_seq_low`	les 8 bits suivants de l'UUID
`node`	les derniers 48 bits de l'UUID
time	l'horodatage sur 60 bits
`clock_seq`	le numéro de séquence sur 14 bits

UUID.**hex**
: Représentation de l'UUID sous forme d'une chaîne de 32 chiffres hexadécimaux.

UUID.**int**
: Représentation de l'UUId sous forme d'un entier de 128 bits.

UUID.**urn**
: Représentation de l'UUID sous forme d'URN tel que spécifié dans la **RFC 4122**.

UUID.**variant**
: Variante de l'UUID. Celle-ci détermine l'agencement interne de l'UUID. Les valeurs possibles sont les constantes suivantes : *RESERVED_NCS*, *RFC_4122*, *RESERVED_MICROSOFT* ou *RESERVED_FUTURE*.

UUID.**version**
Numéro de version de l'UUID (de 1 à 5). Cette valeur n'a de sens que dans le cas de la variante *RFC_4122*.

UUID.**is_safe**
Valeur de l'énumération *SafeUUID* indiquant si la plateforme a généré l'UUID d'une façon sûre dans un contexte de parallélisme par processus.

Nouveau dans la version 3.7.

Le module *uu* définit les fonctions suivantes :

uuid.**getnode**()
Renvoie l'adresse réseau matérielle sous forme d'un entier positif sur 48 bits. Cette fonction peut faire appel à un programme externe relativement lent lors de sa première exécution. Si toutes les tentatives d'obtenir l'adresse matérielle échouent, un nombre aléatoire sur 48 bit avec le bit de *multicast* (bit de poids faible du premier octet) à 1 est généré, comme recommandé par la **RFC 4122**. Ici, « adresse matérielle » correspond à l'adresse MAC d'une interface réseau. Sur une machine avec plusieurs interfaces réseau, les adresses MAC de type UUA (*universally administered address*, pour lesquelles le second bit de poids faible est à zéro) sont prioritaires par rapport aux autres adresses MAC. Aucune autre garantie n'est donnée sur l'ordre dans lequel les interfaces sont choisies.

Modifié dans la version 3.7 : Les adresses MAC de type UUA sont préférées par rapport aux adresses locales car ces dernières ne sont pas nécessairement uniques.

uuid.**uuid1**(*node=None*, *clock_seq=None*)
Génère un UUID à partir d'un identifiant hôte, d'un numéro de séquence et de l'heure actuelle. Si *node* n'est pas spécifié, la fonction *getnode()* est appelée pour obtenir l'adresse matérielle. *clock_seq* est utilisé comme numéro de séquence s'il est spécifié, sinon un numéro aléatoire sur 14 bits est utilisé à la place.

uuid.**uuid3**(*namespace*, *name*)
Génère un UUID à partir de l'empreinte MD5 de l'identifiant d'un espace de nom (un UUID) et d'un nom (une chaîne de caractères).

uuid.**uuid4**()
Génère un UUID aléatoire.

uuid.**uuid5**(*namespace*, *name*)
Génère un UUID à partir de l'empreinte SHA-1 de l'identifiant d'un espace de nom (un UUID) et d'un nom (une chaîne de caractères).

Le module *uuid* définit les identifiants d'espaces de noms suivants (pour *uuid3()* et *uuid5()*).

uuid.**NAMESPACE_DNS**
Lorsque cet espace de nom est spécifié, la chaîne *name* doit être un nom de domaine pleinement qualifié (souvent indiqué en anglais par *FQDN*).

uuid.**NAMESPACE_URL**
Lorsque cet espace de nom est spécifié, la chaîne *name* doit être une URL.

uuid.**NAMESPACE_OID**
Lorsque cet espace de nom est spécifié, la chaîne *name* doit être un OID ISO.

uuid.**NAMESPACE_X500**
Lorsque cet espace de nom est spécifié, la chaîne *name* doit être un DN X.500 au format texte ou DER.

Le module *uuid* définit les constantes suivantes correspondant aux valeurs autorisées pour l'attribut `variant` :

uuid.**RESERVED_NCS**
Réservé pour la compatibilité NCS.

uuid.**RFC_4122**
Utilise l'agencement des UUID de la **RFC 4122**.

uuid.**RESERVED_MICROSOFT**
Réservé pour la compatibilité Microsoft.

uuid.**RESERVED_FUTURE**
Réservé pour un usage futur.

Voir aussi :

RFC 4122 – *A Universally Unique IDentifier (UUID) URN Namespace* Cette spécification (en anglais) définit un espace de noms *Uniform Resource Name* pour les UUID, leur format interne et les méthodes permettant de les générer.

22.20.1 Exemple

Voici quelques exemples classiques d'utilisation du module `uuid` :

```
>>> import uuid

>>> # make a UUID based on the host ID and current time
>>> uuid.uuid1()
UUID('a8098c1a-f86e-11da-bd1a-00112444be1e')

>>> # make a UUID using an MD5 hash of a namespace UUID and a name
>>> uuid.uuid3(uuid.NAMESPACE_DNS, 'python.org')
UUID('6fa459ea-ee8a-3ca4-894e-db77e160355e')

>>> # make a random UUID
>>> uuid.uuid4()
UUID('16fd2706-8baf-433b-82eb-8c7fada847da')

>>> # make a UUID using a SHA-1 hash of a namespace UUID and a name
>>> uuid.uuid5(uuid.NAMESPACE_DNS, 'python.org')
UUID('886313e1-3b8a-5372-9b90-0c9aee199e5d')

>>> # make a UUID from a string of hex digits (braces and hyphens ignored)
>>> x = uuid.UUID('{00010203-0405-0607-0809-0a0b0c0d0e0f}')

>>> # convert a UUID to a string of hex digits in standard form
>>> str(x)
'00010203-0405-0607-0809-0a0b0c0d0e0f'

>>> # get the raw 16 bytes of the UUID
>>> x.bytes
b'\x00\x01\x02\x03\x04\x05\x06\x07\x08\t\n\x0b\x0c\r\x0e\x0f'

>>> # make a UUID from a 16-byte string
>>> uuid.UUID(bytes=x.bytes)
UUID('00010203-0405-0607-0809-0a0b0c0d0e0f')
```

22.21 `socketserver` --- A framework for network servers

Source code : Lib/socketserver.py

The `socketserver` module simplifies the task of writing network servers.

There are four basic concrete server classes :

class socketserver.**TCPServer**(*server_address*, *RequestHandlerClass*, *bind_and_activate=True*)
This uses the Internet TCP protocol, which provides for continuous streams of data between the client and server. If *bind_and_activate* is true, the constructor automatically attempts to invoke `server_bind()` and `server_activate()`. The other parameters are passed to the `BaseServer` base class.

class socketserver.**UDPServer**(*server_address*, *RequestHandlerClass*, *bind_and_activate=True*)
This uses datagrams, which are discrete packets of information that may arrive out of order or be lost while in transit. The parameters are the same as for `TCPServer`.

class socketserver.**UnixStreamServer**(*server_address*, *RequestHandlerClass*, *bind_and_activate=True*)
class socketserver.**UnixDatagramServer**(*server_address*, *RequestHandlerClass*, *bind_and_activate=True*)

These more infrequently used classes are similar to the TCP and UDP classes, but use Unix domain sockets; they're not available on non-Unix platforms. The parameters are the same as for *TCPServer*.

These four classes process requests *synchronously*; each request must be completed before the next request can be started. This isn't suitable if each request takes a long time to complete, because it requires a lot of computation, or because it returns a lot of data which the client is slow to process. The solution is to create a separate process or thread to handle each request; the *ForkingMixIn* and *ThreadingMixIn* mix-in classes can be used to support asynchronous behaviour.

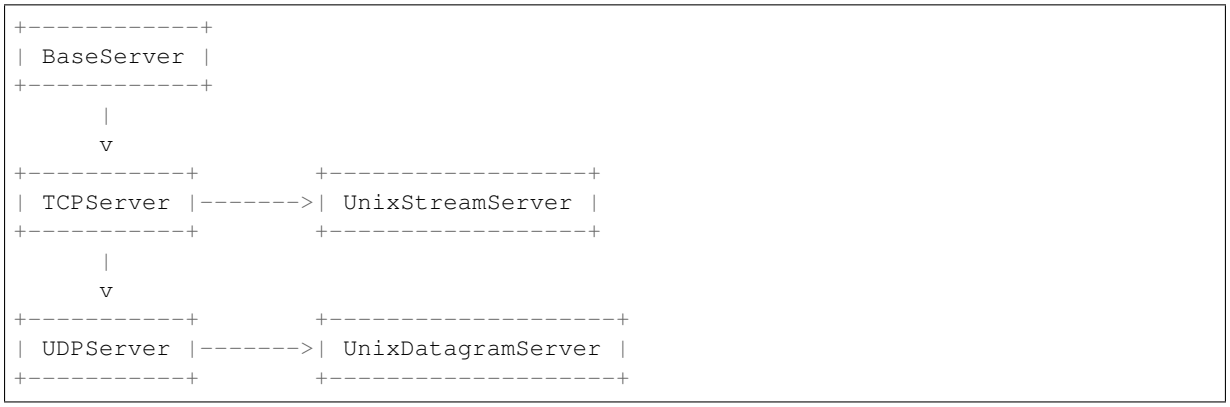
Creating a server requires several steps. First, you must create a request handler class by subclassing the *BaseRequestHandler* class and overriding its *handle()* method; this method will process incoming requests. Second, you must instantiate one of the server classes, passing it the server's address and the request handler class. It is recommended to use the server in a `with` statement. Then call the *handle_request()* or *serve_forever()* method of the server object to process one or many requests. Finally, call *server_close()* to close the socket (unless you used a `with` statement).

When inheriting from *ThreadingMixIn* for threaded connection behavior, you should explicitly declare how you want your threads to behave on an abrupt shutdown. The *ThreadingMixIn* class defines an attribute *daemon_threads*, which indicates whether or not the server should wait for thread termination. You should set the flag explicitly if you would like threads to behave autonomously; the default is *False*, meaning that Python will not exit until all threads created by *ThreadingMixIn* have exited.

Server classes have the same external methods and attributes, no matter what network protocol they use.

22.21.1 Server Creation Notes

There are five classes in an inheritance diagram, four of which represent synchronous servers of four types :



Note that *UnixDatagramServer* derives from *UDPServer*, not from *UnixStreamServer* --- the only difference between an IP and a Unix stream server is the address family, which is simply repeated in both Unix server classes.

class socketserver.**ForkingMixIn**
class socketserver.**ThreadingMixIn**

Forking and threading versions of each type of server can be created using these mix-in classes. For instance, *ThreadingUDPServer* is created as follows :

```
class ThreadingUDPServer(ThreadingMixIn, UDPServer):
    pass
```

The mix-in class comes first, since it overrides a method defined in *UDPServer*. Setting the various attributes also changes the behavior of the underlying server mechanism.

ForkingMixIn and the Forking classes mentioned below are only available on POSIX platforms that support *fork()*.

`socketserver.ForkingMixIn.server_close()` waits until all child processes complete, except if `socketserver.ForkingMixIn.block_on_close` attribute is false.

`socketserver.ThreadingMixIn.server_close()` waits until all non-daemon threads complete, except if `socketserver.ThreadingMixIn.block_on_close` attribute is false. Use daemonic threads by setting `ThreadingMixIn.daemon_threads` to `True` to not wait until threads complete.

Modifié dans la version 3.7 : `socketserver.ForkingMixIn.server_close()` and `socketserver.ThreadingMixIn.server_close()` now waits until all child processes and non-daemonic threads complete. Add a new `socketserver.ForkingMixIn.block_on_close` class attribute to opt-in for the pre-3.7 behaviour.

class socketserver.**ForkingTCPServer**
class socketserver.**ForkingUDPServer**
class socketserver.**ThreadingTCPServer**
class socketserver.**ThreadingUDPServer**

These classes are pre-defined using the mix-in classes.

To implement a service, you must derive a class from *BaseRequestHandler* and redefine its *handle()* method. You can then run various versions of the service by combining one of the server classes with your request handler class. The request handler class must be different for datagram or stream services. This can be hidden by using the handler subclasses *StreamRequestHandler* or *DatagramRequestHandler*.

Of course, you still have to use your head ! For instance, it makes no sense to use a forking server if the service contains state in memory that can be modified by different requests, since the modifications in the child process would never reach the initial state kept in the parent process and passed to each child. In this case, you can use a threading server, but you will probably have to use locks to protect the integrity of the shared data.

On the other hand, if you are building an HTTP server where all data is stored externally (for instance, in the file system), a synchronous class will essentially render the service ”deaf” while one request is being handled -- which may be for a very long time if a client is slow to receive all the data it has requested. Here a threading or forking server is appropriate.

In some cases, it may be appropriate to process part of a request synchronously, but to finish processing in a forked child depending on the request data. This can be implemented by using a synchronous server and doing an explicit fork in the request handler class *handle()* method.

Another approach to handling multiple simultaneous requests in an environment that supports neither threads nor *fork()* (or where these are too expensive or inappropriate for the service) is to maintain an explicit table of partially finished requests and to use *selectors* to decide which request to work on next (or whether to handle a new incoming request). This is particularly important for stream services where each client can potentially be connected for a long time (if threads or subprocesses cannot be used). See *asyncore* for another way to manage this.

22.21.2 Objets Serveur

class socketserver.**BaseServer**(*server_address*, *RequestHandlerClass*)

This is the superclass of all Server objects in the module. It defines the interface, given below, but does not implement most of the methods, which is done in subclasses. The two parameters are stored in the respective *server_address* and *RequestHandlerClass* attributes.

fileno()

Return an integer file descriptor for the socket on which the server is listening. This function is most commonly passed to *selectors*, to allow monitoring multiple servers in the same process.

handle_request()

Process a single request. This function calls the following methods in order : *get_request()*, *verify_request()*, and *process_request()*. If the user-provided *handle()* method of the handler class raises an exception, the server's *handle_error()* method will be called. If no request is received within *timeout* seconds, *handle_timeout()* will be called and *handle_request()* will return.

serve_forever(*poll_interval=0.5*)

Handle requests until an explicit *shutdown()* request. Poll for shutdown every *poll_interval* seconds. Ignores the *timeout* attribute. It also calls *service_actions()*, which may be used by a subclass

or mixin to provide actions specific to a given service. For example, the *ForkingMixIn* class uses *service_actions()* to clean up zombie child processes.

Modifié dans la version 3.3 : Added `service_actions` call to the `serve_forever` method.

service_actions()
This is called in the *serve_forever()* loop. This method can be overridden by subclasses or mixin classes to perform actions specific to a given service, such as cleanup actions.

Nouveau dans la version 3.3.

shutdown()
Tell the *serve_forever()* loop to stop and wait until it does. *shutdown()* must be called while *serve_forever()* is running in a different thread otherwise it will deadlock.

server_close()
Clean up the server. May be overridden.

address_family
The family of protocols to which the server's socket belongs. Common examples are *socket.AF_INET* and *socket.AF_UNIX*.

RequestHandlerClass
The user-provided request handler class ; an instance of this class is created for each request.

server_address
The address on which the server is listening. The format of addresses varies depending on the protocol family ; see the documentation for the *socket* module for details. For Internet protocols, this is a tuple containing a string giving the address, and an integer port number : `('127.0.0.1', 80)`, for example.

socket
The socket object on which the server will listen for incoming requests.

The server classes support the following class variables :

allow_reuse_address
Whether the server will allow the reuse of an address. This defaults to *False*, and can be set in subclasses to change the policy.

request_queue_size
The size of the request queue. If it takes a long time to process a single request, any requests that arrive while the server is busy are placed into a queue, up to *request_queue_size* requests. Once the queue is full, further requests from clients will get a "Connection denied" error. The default value is usually 5, but this can be overridden by subclasses.

socket_type
The type of socket used by the server ; *socket.SOCK_STREAM* and *socket.SOCK_DGRAM* are two common values.

timeout
Timeout duration, measured in seconds, or *None* if no timeout is desired. If *handle_request()* receives no incoming requests within the timeout period, the *handle_timeout()* method is called.

There are various server methods that can be overridden by subclasses of base server classes like *TCPServer* ; these methods aren't useful to external users of the server object.

finish_request(*request*, *client_address*)
Actually processes the request by instantiating *RequestHandlerClass* and calling its *handle()* method.

get_request()
Must accept a request from the socket, and return a 2-tuple containing the *new* socket object to be used to communicate with the client, and the client's address.

handle_error(*request*, *client_address*)
This function is called if the *handle()* method of a *RequestHandlerClass* instance raises an exception. The default action is to print the traceback to standard error and continue handling further requests.

Modifié dans la version 3.6 : Now only called for exceptions derived from the *Exception* class.

handle_timeout()
This function is called when the *timeout* attribute has been set to a value other than *None* and the timeout period has passed with no requests being received. The default action for forking servers is to

collect the status of any child processes that have exited, while in threading servers this method does nothing.

process_request(*request*, *client_address*)
Calls *finish_request()* to create an instance of the *RequestHandlerClass*. If desired, this function can create a new process or thread to handle the request; the *ForkingMixIn* and *ThreadingMixIn* classes do this.

server_activate()
Called by the server's constructor to activate the server. The default behavior for a TCP server just invokes *listen()* on the server's socket. May be overridden.

server_bind()
Called by the server's constructor to bind the socket to the desired address. May be overridden.

verify_request(*request*, *client_address*)
Must return a Boolean value; if the value is *True*, the request will be processed, and if it's *False*, the request will be denied. This function can be overridden to implement access controls for a server. The default implementation always returns *True*.

Modifié dans la version 3.6 : Support for the *context manager* protocol was added. Exiting the context manager is equivalent to calling *server_close()*.

22.21.3 Request Handler Objects

class socketserver.**BaseRequestHandler**
This is the superclass of all request handler objects. It defines the interface, given below. A concrete request handler subclass must define a new *handle()* method, and can override any of the other methods. A new instance of the subclass is created for each request.

setup()
Called before the *handle()* method to perform any initialization actions required. The default implementation does nothing.

handle()
This function must do all the work required to service a request. The default implementation does nothing. Several instance attributes are available to it; the request is available as `self.request`; the client address as `self.client_address`; and the server instance as `self.server`, in case it needs access to per-server information.

The type of `self.request` is different for datagram or stream services. For stream services, `self.request` is a socket object; for datagram services, `self.request` is a pair of string and socket.

finish()
Called after the *handle()* method to perform any clean-up actions required. The default implementation does nothing. If *setup()* raises an exception, this function will not be called.

class socketserver.**StreamRequestHandler**
class socketserver.**DatagramRequestHandler**
These *BaseRequestHandler* subclasses override the *setup()* and *finish()* methods, and provide `self.rfile` and `self.wfile` attributes. The `self.rfile` and `self.wfile` attributes can be read or written, respectively, to get the request data or return data to the client.

The `rfile` attributes of both classes support the *io.BufferedIOBase* readable interface, and `DatagramRequestHandler.wfile` supports the *io.BufferedIOBase* writable interface.

Modifié dans la version 3.6 : `StreamRequestHandler.wfile` also supports the *io.BufferedIOBase* writable interface.

22.21.4 Exemples

socketserver.TCPServer Example

This is the server side :

```
import socketserver

class MyTCPHandler(socketserver.BaseRequestHandler):
    """
    The request handler class for our server.

    It is instantiated once per connection to the server, and must
    override the handle() method to implement communication to the
    client.
    """

    def handle(self):
        # self.request is the TCP socket connected to the client
        self.data = self.request.recv(1024).strip()
        print("{} wrote:".format(self.client_address[0]))
        print(self.data)
        # just send back the same data, but upper-cased
        self.request.sendall(self.data.upper())

if __name__ == "__main__":
    HOST, PORT = "localhost", 9999

    # Create the server, binding to localhost on port 9999
    with socketserver.TCPServer((HOST, PORT), MyTCPHandler) as server:
        # Activate the server; this will keep running until you
        # interrupt the program with Ctrl-C
        server.serve_forever()
```

An alternative request handler class that makes use of streams (file-like objects that simplify communication by providing the standard file interface) :

```
class MyTCPHandler(socketserver.StreamRequestHandler):

    def handle(self):
        # self.rfile is a file-like object created by the handler;
        # we can now use e.g. readline() instead of raw recv() calls
        self.data = self.rfile.readline().strip()
        print("{} wrote:".format(self.client_address[0]))
        print(self.data)
        # Likewise, self.wfile is a file-like object used to write back
        # to the client
        self.wfile.write(self.data.upper())
```

The difference is that the `readline()` call in the second handler will call `recv()` multiple times until it encounters a newline character, while the single `recv()` call in the first handler will just return what has been sent from the client in one `sendall()` call.

This is the client side :

```
import socket
import sys

HOST, PORT = "localhost", 9999
data = " ".join(sys.argv[1:])

# Create a socket (SOCK_STREAM means a TCP socket)
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
with socket.socket(socket.AF_INET, socket.SOCK_STREAM) as sock:
    # Connect to server and send data
    sock.connect((HOST, PORT))
    sock.sendall(bytes(data + "\n", "utf-8"))

    # Receive data from the server and shut down
    received = str(sock.recv(1024), "utf-8")

print("Sent:     {}".format(data))
print("Received: {}".format(received))
```

The output of the example should look something like this :

Serveur :

```
$ python TCPServer.py
127.0.0.1 wrote:
b'hello world with TCP'
127.0.0.1 wrote:
b'python is nice'
```

Client :

```
$ python TCPClient.py hello world with TCP
Sent:     hello world with TCP
Received: HELLO WORLD WITH TCP
$ python TCPClient.py python is nice
Sent:     python is nice
Received: PYTHON IS NICE
```

`socketserver.UDPServer` Example

This is the server side :

```
import socketserver

class MyUDPHandler(socketserver.BaseRequestHandler):
    """
    This class works similar to the TCP handler class, except that
    self.request consists of a pair of data and client socket, and since
    there is no connection the client address must be given explicitly
    when sending data back via sendto().
    """

    def handle(self):
        data = self.request[0].strip()
        socket = self.request[1]
        print("{} wrote:".format(self.client_address[0]))
        print(data)
        socket.sendto(data.upper(), self.client_address)

if __name__ == "__main__":
    HOST, PORT = "localhost", 9999
    with socketserver.UDPServer((HOST, PORT), MyUDPHandler) as server:
        server.serve_forever()
```

This is the client side :

```
import socket
import sys
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
HOST, PORT = "localhost", 9999
data = " ".join(sys.argv[1:])

# SOCK_DGRAM is the socket type to use for UDP sockets
sock = socket.socket(socket.AF_INET, socket.SOCK_DGRAM)

# As you can see, there is no connect() call; UDP has no connections.
# Instead, data is directly sent to the recipient via sendto().
sock.sendto(bytes(data + "\n", "utf-8"), (HOST, PORT))
received = str(sock.recv(1024), "utf-8")

print("Sent:     {}".format(data))
print("Received: {}".format(received))
```

The output of the example should look exactly like for the TCP server example.

Asynchronous Mixins

To build asynchronous handlers, use the *ThreadingMixIn* and *ForkingMixIn* classes.

An example for the *ThreadingMixIn* class :

```
import socket
import threading
import socketserver

class ThreadedTCPRequestHandler(socketserver.BaseRequestHandler):

    def handle(self):
        data = str(self.request.recv(1024), 'ascii')
        cur_thread = threading.current_thread()
        response = bytes("{}: {}".format(cur_thread.name, data), 'ascii')
        self.request.sendall(response)

class ThreadedTCPServer(socketserver.ThreadingMixIn, socketserver.TCPServer):
    pass

def client(ip, port, message):
    with socket.socket(socket.AF_INET, socket.SOCK_STREAM) as sock:
        sock.connect((ip, port))
        sock.sendall(bytes(message, 'ascii'))
        response = str(sock.recv(1024), 'ascii')
        print("Received: {}".format(response))

if __name__ == "__main__":
    # Port 0 means to select an arbitrary unused port
    HOST, PORT = "localhost", 0

    server = ThreadedTCPServer((HOST, PORT), ThreadedTCPRequestHandler)
    with server:
        ip, port = server.server_address

        # Start a thread with the server -- that thread will then start one
        # more thread for each request
        server_thread = threading.Thread(target=server.serve_forever)
        # Exit the server thread when the main thread terminates
        server_thread.daemon = True
        server_thread.start()
        print("Server loop running in thread:", server_thread.name)
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
        client(ip, port, "Hello World 1")
        client(ip, port, "Hello World 2")
        client(ip, port, "Hello World 3")

        server.shutdown()
```

The output of the example should look something like this :

```
$ python ThreadedTCPServer.py
Server loop running in thread: Thread-1
Received: Thread-2: Hello World 1
Received: Thread-3: Hello World 2
Received: Thread-4: Hello World 3
```

The *ForkingMixIn* class is used in the same way, except that the server will spawn a new process for each request. Available only on POSIX platforms that support *fork()*.

22.22 http.server --- HTTP servers

Source code : Lib/http/server.py

This module defines classes for implementing HTTP servers (Web servers).

Avertissement : *http.server* is not recommended for production. It only implements *basic security checks*.

One class, *HTTPServer*, is a *socketserver.TCPServer* subclass. It creates and listens at the HTTP socket, dispatching the requests to a handler. Code to create and run the server looks like this :

```
def run(server_class=HTTPServer, handler_class=BaseHTTPRequestHandler):
    server_address = ('', 8000)
    httpd = server_class(server_address, handler_class)
    httpd.serve_forever()
```

class http.server.**HTTPServer**(*server_address*, *RequestHandlerClass*)

This class builds on the *TCPServer* class by storing the server address as instance variables named `server_name` and `server_port`. The server is accessible by the handler, typically through the handler's `server` instance variable.

class http.server.**ThreadingHTTPServer**(*server_address*, *RequestHandlerClass*)

This class is identical to HTTPServer but uses threads to handle requests by using the *ThreadingMixIn*. This is useful to handle web browsers pre-opening sockets, on which *HTTPServer* would wait indefinitely.

Nouveau dans la version 3.7.

The *HTTPServer* and *ThreadingHTTPServer* must be given a *RequestHandlerClass* on instantiation, of which this module provides three different variants :

class http.server.**BaseHTTPRequestHandler**(*request*, *client_address*, *server*)

This class is used to handle the HTTP requests that arrive at the server. By itself, it cannot respond to any actual HTTP requests; it must be subclassed to handle each request method (e.g. GET or POST). *BaseHTTPRequestHandler* provides a number of class and instance variables, and methods for use by subclasses.

The handler will parse the request and the headers, then call a method specific to the request type. The method name is constructed from the request. For example, for the request method `SPAM`, the `do_SPAM()` method will be called with no arguments. All of the relevant information is stored in instance variables of the handler. Subclasses should not need to override or extend the `__init__()` method.

BaseHTTPRequestHandler has the following instance variables :

client_address
Contains a tuple of the form `(host, port)` referring to the client's address.

server
Contains the server instance.

close_connection
Boolean that should be set before *handle_one_request()* returns, indicating if another request may be expected, or if the connection should be shut down.

requestline
Contains the string representation of the HTTP request line. The terminating CRLF is stripped. This attribute should be set by *handle_one_request()*. If no valid request line was processed, it should be set to the empty string.

command
Contains the command (request type). For example, `'GET'`.

path
Contains the request path.

request_version
Contains the version string from the request. For example, `'HTTP/1.0'`.

headers
Holds an instance of the class specified by the *MessageClass* class variable. This instance parses and manages the headers in the HTTP request. The `parse_headers()` function from *http.client* is used to parse the headers and it requires that the HTTP request provide a valid **RFC 2822** style header.

rfile
An *io.BufferedIOBase* input stream, ready to read from the start of the optional input data.

wfile
Contains the output stream for writing a response back to the client. Proper adherence to the HTTP protocol must be used when writing to this stream in order to achieve successful interoperation with HTTP clients.

Modifié dans la version 3.6 : This is an *io.BufferedIOBase* stream.

BaseHTTPRequestHandler has the following attributes :

server_version
Specifies the server software version. You may want to override this. The format is multiple whitespace-separated strings, where each string is of the form name[/version]. For example, `'BaseHTTP/0.2'`.

sys_version
Contains the Python system version, in a form usable by the *version_string* method and the *server_version* class variable. For example, `'Python/1.4'`.

error_message_format
Specifies a format string that should be used by *send_error()* method for building an error response to the client. The string is filled by default with variables from *responses* based on the status code that passed to *send_error()*.

error_content_type
Specifies the Content-Type HTTP header of error responses sent to the client. The default value is `'text/html'`.

protocol_version
This specifies the HTTP protocol version used in responses. If set to `'HTTP/1.1'`, the server will permit HTTP persistent connections ; however, your server *must* then include an accurate `Content-Length` header (using *send_header()*) in all of its responses to clients. For backwards compatibility, the setting defaults to `'HTTP/1.0'`.

MessageClass
Specifies an *email.message.Message*-like class to parse HTTP headers. Typically, this is not overridden, and it defaults to `http.client.HTTPMessage`.

responses
This attribute contains a mapping of error code integers to two-element tuples containing a short and long message. For example, `{code: (shortmessage, longmessage)}`. The *shortmessage* is usually used as the *message* key in an error response, and *longmessage* as the *explain* key. It is used by *send_response_only()* and *send_error()* methods.

A *BaseHTTPRequestHandler* instance has the following methods :

handle()
Calls *handle_one_request()* once (or, if persistent connections are enabled, multiple times) to handle incoming HTTP requests. You should never need to override it ; instead, implement appropriate do_*() methods.

handle_one_request()
This method will parse and dispatch the request to the appropriate do_*() method. You should never need to override it.

handle_expect_100()
When a HTTP/1.1 compliant server receives an Expect: 100-continue request header it responds back with a 100 Continue followed by 200 OK headers. This method can be overridden to raise an error if the server does not want the client to continue. For e.g. server can chose to send 417 Expectation Failed as a response header and return False.
Nouveau dans la version 3.2.

send_error(*code*, *message=None*, *explain=None*)
Sends and logs a complete error reply to the client. The numeric *code* specifies the HTTP error code, with *message* as an optional, short, human readable description of the error. The *explain* argument can be used to provide more detailed information about the error ; it will be formatted using the *error_message_format* attribute and emitted, after a complete set of headers, as the response body. The *responses* attribute holds the default values for *message* and *explain* that will be used if no value is provided ; for unknown codes the default value for both is the string ???. The body will be empty if the method is HEAD or the response code is one of the following : 1xx, 204 No Content, 205 Reset Content, 304 Not Modified.
Modifié dans la version 3.4 : The error response includes a Content-Length header. Added the *explain* argument.

send_response(*code*, *message=None*)
Adds a response header to the headers buffer and logs the accepted request. The HTTP response line is written to the internal buffer, followed by *Server* and *Date* headers. The values for these two headers are picked up from the *version_string()* and *date_time_string()* methods, respectively. If the server does not intend to send any other headers using the *send_header()* method, then *send_response()* should be followed by an *end_headers()* call.
Modifié dans la version 3.3 : Headers are stored to an internal buffer and *end_headers()* needs to be called explicitly.

send_header(*keyword*, *value*)
Adds the HTTP header to an internal buffer which will be written to the output stream when either *end_headers()* or *flush_headers()* is invoked. *keyword* should specify the header keyword, with *value* specifying its value. Note that, after the send_header calls are done, *end_headers()* MUST BE called in order to complete the operation.
Modifié dans la version 3.2 : Headers are stored in an internal buffer.

send_response_only(*code*, *message=None*)
Sends the response header only, used for the purposes when 100 Continue response is sent by the server to the client. The headers not buffered and sent directly the output stream.If the *message* is not specified, the HTTP message corresponding the response *code* is sent.
Nouveau dans la version 3.2.

end_headers()
Adds a blank line (indicating the end of the HTTP headers in the response) to the headers buffer and calls *flush_headers()*.
Modifié dans la version 3.2 : The buffered headers are written to the output stream.

flush_headers()
Finally send the headers to the output stream and flush the internal headers buffer.
Nouveau dans la version 3.3.

log_request(*code='-'*, *size='-'*)
Logs an accepted (successful) request. *code* should specify the numeric HTTP code associated with the response. If a size of the response is available, then it should be passed as the *size* parameter.

log_error(...)
Logs an error when a request cannot be fulfilled. By default, it passes the message to *log_message()*, so it takes the same arguments (*format* and additional values).

log_message(*format*, ...)
Logs an arbitrary message to `sys.stderr`. This is typically overridden to create custom error logging mechanisms. The *format* argument is a standard printf-style format string, where the additional arguments to *log_message()* are applied as inputs to the formatting. The client ip address and current date and time are prefixed to every message logged.

version_string()
Returns the server software's version string. This is a combination of the *server_version* and *sys_version* attributes.

date_time_string(*timestamp=None*)
Returns the date and time given by *timestamp* (which must be `None` or in the format returned by *time.time()*), formatted for a message header. If *timestamp* is omitted, it uses the current date and time.

The result looks like `'Sun, 06 Nov 1994 08:49:37 GMT'`.

log_date_time_string()
Returns the current date and time, formatted for logging.

address_string()
Returns the client address.

Modifié dans la version 3.3 : Previously, a name lookup was performed. To avoid name resolution delays, it now always returns the IP address.

class http.server.**SimpleHTTPRequestHandler**(*request*, *client_address*, *server*, *directory=None*)
This class serves files from the current directory and below, directly mapping the directory structure to HTTP requests.

A lot of the work, such as parsing the request, is done by the base class *BaseHTTPRequestHandler*. This class implements the *do_GET()* and *do_HEAD()* functions.

The following are defined as class-level attributes of *SimpleHTTPRequestHandler* :

server_version
This will be `"SimpleHTTP/" + __version__`, where `__version__` is defined at the module level.

extensions_map
A dictionary mapping suffixes into MIME types. The default is signified by an empty string, and is considered to be `application/octet-stream`. The mapping is used case-insensitively, and so should contain only lower-cased keys.

directory
If not specified, the directory to serve is the current working directory.

The *SimpleHTTPRequestHandler* class defines the following methods :

do_HEAD()
This method serves the `'HEAD'` request type : it sends the headers it would send for the equivalent `GET` request. See the *do_GET()* method for a more complete explanation of the possible headers.

do_GET()
The request is mapped to a local file by interpreting the request as a path relative to the current working directory.

If the request was mapped to a directory, the directory is checked for a file named `index.html` or `index.htm` (in that order). If found, the file's contents are returned ; otherwise a directory listing is generated by calling the `list_directory()` method. This method uses *os.listdir()* to scan the directory, and returns a `404` error response if the *listdir()* fails.

If the request was mapped to a file, it is opened. Any *OSError* exception in opening the requested file is mapped to a `404`, `'File not found'` error. If there was a `'If-Modified-Since'` header in the request, and the file was not modified after this time, a `304`, `'Not Modified'` response is sent. Otherwise, the content type is guessed by calling the `guess_type()` method, which in turn uses the *extensions_map* variable, and the file contents are returned.

A `'Content-type:'` header with the guessed content type is output, followed by a `'Content-Length:'` header with the file's size and a `'Last-Modified:'` header with the file's modification time.

Then follows a blank line signifying the end of the headers, and then the contents of the file are output. If the file's MIME type starts with `text/` the file is opened in text mode ; otherwise binary mode is used.

For example usage, see the implementation of the *test()* function invocation in the *http.server* module.

Modifié dans la version 3.7 : Support of the `'If-Modified-Since'` header.

The *SimpleHTTPRequestHandler* class can be used in the following manner in order to create a very basic webserver serving files relative to the current directory :

```
import http.server
import socketserver

PORT = 8000

Handler = http.server.SimpleHTTPRequestHandler

with socketserver.TCPServer(("", PORT), Handler) as httpd:
    print("serving at port", PORT)
    httpd.serve_forever()
```

http.server can also be invoked directly using the `-m` switch of the interpreter with a `port number` argument. Similar to the previous example, this serves files relative to the current directory :

```
python -m http.server 8000
```

By default, server binds itself to all interfaces. The option `-b/--bind` specifies a specific address to which it should bind. For example, the following command causes the server to bind to localhost only :

```
python -m http.server 8000 --bind 127.0.0.1
```

Nouveau dans la version 3.4 : `--bind` argument was introduced.

By default, server uses the current directory. The option `-d/--directory` specifies a directory to which it should serve the files. For example, the following command uses a specific directory :

```
python -m http.server --directory /tmp/
```

Nouveau dans la version 3.7 : `--directory` specify alternate directory

class `http.server.`**CGIHTTPRequestHandler**(*request*, *client_address*, *server*)

This class is used to serve either files or output of CGI scripts from the current directory and below. Note that mapping HTTP hierarchic structure to local directory structure is exactly as in *SimpleHTTPRequestHandler*.

Note : CGI scripts run by the *CGIHTTPRequestHandler* class cannot execute redirects (HTTP code 302), because code 200 (script output follows) is sent prior to execution of the CGI script. This pre-empts the status code.

The class will however, run the CGI script, instead of serving it as a file, if it guesses it to be a CGI script. Only directory-based CGI are used --- the other common server configuration is to treat special extensions as denoting CGI scripts.

The `do_GET()` and `do_HEAD()` functions are modified to run CGI scripts and serve the output, instead of serving files, if the request leads to somewhere below the `cgi_directories` path.

The *CGIHTTPRequestHandler* defines the following data member :

cgi_directories

This defaults to `['/cgi-bin', '/htbin']` and describes directories to treat as containing CGI scripts.

The *CGIHTTPRequestHandler* defines the following method :

do_POST()

This method serves the `'POST'` request type, only allowed for CGI scripts. Error 501, "Can only POST to CGI scripts", is output when trying to POST to a non-CGI url.

Note that CGI scripts will be run with UID of user nobody, for security reasons. Problems with the CGI script will be translated to error 403.

CGIHTTPRequestHandler can be enabled in the command line by passing the `--cgi` option :

```
python -m http.server --cgi 8000
```

22.22.1 Security Considerations

SimpleHTTPRequestHandler will follow symbolic links when handling requests, this makes it possible for files outside of the specified directory to be served.

Earlier versions of Python did not scrub control characters from the log messages emitted to stderr from `python -m http.server` or the default *BaseHTTPRequestHandler* `.log_message` implementation. This could allow remote clients connecting to your server to send nefarious control codes to your terminal.

Nouveau dans la version 3.7.16 : scrubbing control characters from log messages

22.23 `http.cookies` — gestion d'état pour HTTP

Code source : Lib/http/cookies.py

Le module *http.cookies* définit des classes abstrayant le concept de témoin web (cookie), un mécanisme de gestion d'état pour HTTP. Il fournit une abstraction gérant des données textuelles et tout type de données sérialisable comme valeur de témoin.

Auparavant, le module appliquait strictement les règles d'analyse décrites dans les spécifications **RFC 2109** et **RFC 2068**. Entre temps, il a été découvert que Internet Explorer 3.0 ne suit pas les règles liées aux caractères précisées dans ces spécifications. De plus, plusieurs navigateurs et serveurs dans leur versions récentes ont assoupli les règles d'analyse quant à la gestion des témoins. En conséquence, les règles d'analyse utilisées sont un peu moins strictes que les spécifications initiales.

Les jeux de caractères *string.ascii_letters*, *string.digits* et `!#$%&'*+-.^_`|~:` définissent l'ensemble des caractères autorisés par ce module pour le nom du témoin (comme *key*).

Modifié dans la version 3.3 : Ajouté « : » comme caractère autorisé pour les noms de témoin.

Note : Quand un témoin invalide est rencontré, l'exception *CookieError* est levée. Si les données du témoin proviennent d'un navigateur il faut impérativement gérer les données invalides en attrapant *CookieError*.

---

exception http.cookies.**CookieError**
Exception levée pour cause d'incompatibilité avec la **RFC 2109**. Exemples : attributs incorrects, en-tête `Set-Cookie` incorrect, etc.

class http.cookies.**BaseCookie**([*input*])
Cette classe définit un dictionnaire dont les clés sont des chaines de caractères et dont les valeurs sont des instances de *Morsel*. Notez qu'à l'assignation d'une valeur à une clé, la valeur est transformée en *Morsel* contenant la clé et la valeur.
Si l'argument *input* est donné, il est passé à la méthode *load()*.

class http.cookies.**SimpleCookie**([*input*])
Cette classe dérive de *BaseCookie*. Elle surcharge les méthodes `value_decode()` et `value_encode()`. **SimpleCookie** gère les chaines de caractères pour spécifier des valeurs de cookies. Lorsque la valeur est définie, **SimpleCookie** appelle la fonction native *str()* pour convertir la valeur en chaine de caractères. Les valeurs reçues par HTTP sont gardées comme chaines.

Voir aussi :

Module *http.cookiejar* Gestion de témoins HTTP pour *clients* web. Les modules *http.cookiejar* et *http.cookies* ne dépendent pas l'un de l'autre.

RFC 2109 - HTTP State Management Mechanism Spécification de gestion d'états implantée par ce module.

22.23.1 Objets *Cookie*

BaseCookie.**value_decode**(*val*)
Renvoie une paire `(real_value, coded_value)` depuis une représentation de chaine. `real_value` peut être de n'importe quel type. Cette méthode ne décode rien dans *BaseCookie* – elle existe pour être surchargée.

BaseCookie.**value_encode**(*val*)
Renvoie une paire `(real_value, coded_value)`. *val* peut être de n'importe quel type, mais `coded_value` est toujours converti en chaine de caractères. Cette méthode n'encode pas dans *BaseCookie* – elle existe pour être surchargée.

Généralement, les méthodes *value_encode()* et *value_decode()* doivent être inverses l'une de l'autre, c'est-à-dire qu'en envoyant la sortie de l'un dans l'entrée de l'autre la valeur finale doit être égale à la valeur initiale.

BaseCookie.**output**(*attrs=None*, *header='Set-Cookie :'*, *sep='\r\n'*)
Renvoie une représentation textuelle compatible avec les en-têtes HTTP. *attrs et *header* sont envoyés à la méthode *output()* de chaque classe *Morsel*. *sep* est le séparateur à utiliser pour joindre les valeurs d'en-têtes. Sa valeur par défaut est `'\r\n'` (CRLF).

BaseCookie.**js_output**(*attrs=None*)
Renvoie un extrait de code JavaScript qui, lorsque exécuté par un navigateur qui supporte le JavaScript, va fonctionner de la même manière que si les en-têtes HTTP avaient été envoyés.

attrs a la même signification que dans la méthode *output()*.

BaseCookie.**load**(*rawdata*)
Si *rawdata* est une chaine de caractères, l'analyser comme étant un `HTTP_COOKIE` et ajouter les valeurs trouvées en tant que *Morsel*s. S'il s'agit d'un dictionnaire, cela est équivalent à :

```
for k, v in rawdata.items():
    cookie[k] = v
```

22.23.2 Objets *Morsel*

class http.cookies.**Morsel**
Abstraction de paire clé / valeur, accompagnée d'attributs provenant de la spécification **RFC 2109**.

Les objets *Morsel* sont des objets compatibles dictionnaire, dont l'ensemble des clés est fixe et égal aux attributs **RFC 2109** valides, qui sont
— `expires`
— `path`
— `comment`
— `domain`
— `max-age`
— `secure`
— `version`
— `httponly`

L'attribut `httponly` spécifie que le témoin transféré dans les requêtes HTTP n'est pas accessible par le biais de JavaScript. Il s'agit d'une contremesure à certaines attaques de scripts inter-sites (*XSS*).

Les clés ne sont pas sensibles à la casse, leur valeur par défaut est `''`.

Modifié dans la version 3.5 : Dorénavant, `__eq__()` prend en compte *key* et *value*.

Modifié dans la version 3.7 : Les attributs *key*, *value* et *coded_value* sont en lecture seule. Utilisez *set()* pour les assigner.

Morsel.**value**
La valeur du témoin.

Morsel.**coded_value**
La valeur codée du témoin. C'est celle qui doit être transférée.

Morsel.**key**
Le nom du témoin.

Morsel.**set**(*key*, *value*, *coded_value*)
Assigne les attributs *key*, *value* et *coded_value*.

Morsel.**isReservedKey**(*K*)
Renvoie si *K* est membre des clés d'un *Morsel*.

Morsel.**output**(*attrs=None*, *header='Set-Cookie :'*)
Renvoie une représentation textuelle du *Morsel* compatible avec les en-têtes HTTP. Par défaut, tous les attributs sont inclus, à moins que *attrs* ne soit renseigné. Dans ce cas la valeur doit être une liste d'attributs à utiliser. Par défaut, *header* a la valeur `"Set-Cookie:"`.

Morsel.**js_output**(*attrs=None*)
Renvoie un extrait de code JavaScript qui, lorsque exécuté par un navigateur qui supporte le JavaScript, va fonctionner de la même manière que si les en-têtes HTTP avaient été envoyés.
attrs a la même signification que dans la méthode *output()*.

Morsel.**OutputString**(*attrs=None*)
Renvoie une chaine de caractères représentant le *Morsel*, nettoyé de son contexte HTTP ou JavaScript.
attrs a la même signification que dans la méthode *output()*.

Morsel.**update**(*values*)
Met à jour les valeurs du dictionnaire du *Morsel* avec les valeurs provenant du dictionnaire *values*. Lève une erreur si une des clés n'est pas un attribut **RFC 2109** valide.
Modifié dans la version 3.5 : une erreur est levée pour les clés invalides.

Morsel.**copy**(*value*)
Renvoie une copie superficielle de l'objet *Morsel*.
Modifié dans la version 3.5 : renvoie un objet *Morsel* au lieu d'un `dict`.

Morsel.**setdefault**(*key*, *value=None*)
Lève une erreur si la clé n'est pas un attribut **RFC 2109** valide, sinon fonctionne de la même manière que *dict.setdefault()*.

22.23.3 Exemple

L'exemple suivant montre comment utiliser le module *http.cookies*.

```
>>> from http import cookies
>>> C = cookies.SimpleCookie()
>>> C["fig"] = "newton"
>>> C["sugar"] = "wafer"
>>> print(C) # generate HTTP headers
Set-Cookie: fig=newton
Set-Cookie: sugar=wafer
>>> print(C.output()) # same thing
Set-Cookie: fig=newton
Set-Cookie: sugar=wafer
>>> C = cookies.SimpleCookie()
>>> C["rocky"] = "road"
>>> C["rocky"]["path"] = "/cookie"
>>> print(C.output(header="Cookie:"))
Cookie: rocky=road; Path=/cookie
>>> print(C.output(attrs=[], header="Cookie:"))
Cookie: rocky=road
>>> C = cookies.SimpleCookie()
>>> C.load("chips=ahoy; vienna=finger") # load from a string (HTTP header)
>>> print(C)
Set-Cookie: chips=ahoy
Set-Cookie: vienna=finger
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
>>> C = cookies.SimpleCookie()
>>> C.load('keebler="E=everybody; L=\\"Loves\\"; fudge=\\012;";')
>>> print(C)
Set-Cookie: keebler="E=everybody; L=\"Loves\"; fudge=\012;"
>>> C = cookies.SimpleCookie()
>>> C["oreo"] = "doublestuff"
>>> C["oreo"]["path"] = "/"
>>> print(C)
Set-Cookie: oreo=doublestuff; Path=/
>>> C = cookies.SimpleCookie()
>>> C["twix"] = "none for you"
>>> C["twix"].value
'none for you'
>>> C = cookies.SimpleCookie()
>>> C["number"] = 7 # equivalent to C["number"] = str(7)
>>> C["string"] = "seven"
>>> C["number"].value
'7'
>>> C["string"].value
'seven'
>>> print(C)
Set-Cookie: number=7
Set-Cookie: string=seven
```

22.24 `http.cookiejar` --- Cookie handling for HTTP clients

Source code : Lib/http/cookiejar.py

The *http.cookiejar* module defines classes for automatic handling of HTTP cookies. It is useful for accessing web sites that require small pieces of data -- *cookies* -- to be set on the client machine by an HTTP response from a web server, and then returned to the server in later HTTP requests.

Both the regular Netscape cookie protocol and the protocol defined by **RFC 2965** are handled. RFC 2965 handling is switched off by default. **RFC 2109** cookies are parsed as Netscape cookies and subsequently treated either as Netscape or RFC 2965 cookies according to the 'policy' in effect. Note that the great majority of cookies on the Internet are Netscape cookies. *http.cookiejar* attempts to follow the de-facto Netscape cookie protocol (which differs substantially from that set out in the original Netscape specification), including taking note of the `max-age` and `port` cookie-attributes introduced with RFC 2965.

Note : The various named parameters found in *Set-Cookie* and *Set-Cookie2* headers (eg. `domain` and `expires`) are conventionally referred to as *attributes*. To distinguish them from Python attributes, the documentation for this module uses the term *cookie-attribute* instead.

The module defines the following exception :

exception `http.cookiejar.`**LoadError**

Instances of *FileCookieJar* raise this exception on failure to load cookies from a file. *LoadError* is a subclass of *OSError*.

Modifié dans la version 3.3 : LoadError was made a subclass of *OSError* instead of *IOError*.

The following classes are provided :

class `http.cookiejar.`**CookieJar**(*policy=None*)

policy is an object implementing the *CookiePolicy* interface.

The *CookieJar* class stores HTTP cookies. It extracts cookies from HTTP requests, and returns them in HTTP responses. *CookieJar* instances automatically expire contained cookies when necessary. Subclasses are also responsible for storing and retrieving cookies from a file or database.

class http.cookiejar.**FileCookieJar**(*filename*, *delayload=None*, *policy=None*)
policy is an object implementing the `CookiePolicy` interface. For the other arguments, see the documentation for the corresponding attributes.

A `CookieJar` which can load cookies from, and perhaps save cookies to, a file on disk. Cookies are **NOT** loaded from the named file until either the `load()` or `revert()` method is called. Subclasses of this class are documented in section *FileCookieJar subclasses and co-operation with web browsers*.

class http.cookiejar.**CookiePolicy**
This class is responsible for deciding whether each cookie should be accepted from / returned to the server.

class http.cookiejar.**DefaultCookiePolicy**(*blocked_domains=None*, *allowed_domains=None*, *netscape=True*, *rfc2965=False*, *rfc2109_as_netscape=None*, *hide_cookie2=False*, *strict_domain=False*, *strict_rfc2965_unverifiable=True*, *strict_ns_unverifiable=False*, *strict_ns_domain=DefaultCookiePolicy.DomainLiberal*, *strict_ns_set_initial_dollar=False*, *strict_ns_set_path=False*)
Constructor arguments should be passed as keyword arguments only. *blocked_domains* is a sequence of domain names that we never accept cookies from, nor return cookies to. *allowed_domains* if not `None`, this is a sequence of the only domains for which we accept and return cookies. For all other arguments, see the documentation for `CookiePolicy` and `DefaultCookiePolicy` objects.

`DefaultCookiePolicy` implements the standard accept / reject rules for Netscape and **RFC 2965** cookies. By default, **RFC 2109** cookies (ie. cookies received in a `Set-Cookie` header with a version cookie-attribute of 1) are treated according to the RFC 2965 rules. However, if RFC 2965 handling is turned off or `rfc2109_as_netscape` is `True`, RFC 2109 cookies are 'downgraded' by the `CookieJar` instance to Netscape cookies, by setting the `version` attribute of the `Cookie` instance to 0. `DefaultCookiePolicy` also provides some parameters to allow some fine-tuning of policy.

class http.cookiejar.**Cookie**
This class represents Netscape, **RFC 2109** and **RFC 2965** cookies. It is not expected that users of `http.cookiejar` construct their own `Cookie` instances. Instead, if necessary, call `make_cookies()` on a `CookieJar` instance.

Voir aussi :

Module `urllib.request` URL opening with automatic cookie handling.

Module `http.cookies` HTTP cookie classes, principally useful for server-side code. The `http.cookiejar` and `http.cookies` modules do not depend on each other.

https://curl.haxx.se/rfc/cookie_spec.html The specification of the original Netscape cookie protocol. Though this is still the dominant protocol, the 'Netscape cookie protocol' implemented by all the major browsers (and `http.cookiejar`) only bears a passing resemblance to the one sketched out in `cookie_spec.html`.

RFC 2109 - HTTP State Management Mechanism Obsoleted by **RFC 2965**. Uses `Set-Cookie` with version=1.

RFC 2965 - HTTP State Management Mechanism The Netscape protocol with the bugs fixed. Uses `Set-Cookie2` in place of `Set-Cookie`. Not widely used.

http://kristol.org/cookie/errata.html Unfinished errata to **RFC 2965**.

RFC 2964 - Use of HTTP State Management

22.24.1 CookieJar and FileCookieJar Objects

CookieJar objects support the *iterator* protocol for iterating over contained *Cookie* objects.

CookieJar has the following methods :

CookieJar.**add_cookie_header**(*request*)
Add correct *Cookie* header to *request*.

If policy allows (ie. the rfc2965 and hide_cookie2 attributes of the *CookieJar*'s *CookiePolicy* instance are true and false respectively), the *Cookie2* header is also added when appropriate.

The *request* object (usually a *urllib.request.Request* instance) must support the methods get_full_url(), get_host(), get_type(), unverifiable(), has_header(), get_header(), header_items(), add_unredirected_header() and origin_req_host attribute as documented by *urllib.request*.

Modifié dans la version 3.3 : *request* object needs origin_req_host attribute. Dependency on a deprecated method get_origin_req_host() has been removed.

CookieJar.**extract_cookies**(*response*, *request*)
Extract cookies from HTTP *response* and store them in the *CookieJar*, where allowed by policy.

The *CookieJar* will look for allowable *Set-Cookie* and *Set-Cookie2* headers in the *response* argument, and store cookies as appropriate (subject to the *CookiePolicy.set_ok()* method's approval).

The *response* object (usually the result of a call to *urllib.request.urlopen()*, or similar) should support an info() method, which returns an *email.message.Message* instance.

The *request* object (usually a *urllib.request.Request* instance) must support the methods get_full_url(), get_host(), unverifiable(), and origin_req_host attribute, as documented by *urllib.request*. The request is used to set default values for cookie-attributes as well as for checking that the cookie is allowed to be set.

Modifié dans la version 3.3 : *request* object needs origin_req_host attribute. Dependency on a deprecated method get_origin_req_host() has been removed.

CookieJar.**set_policy**(*policy*)
Set the *CookiePolicy* instance to be used.

CookieJar.**make_cookies**(*response*, *request*)
Return sequence of *Cookie* objects extracted from *response* object.

See the documentation for *extract_cookies()* for the interfaces required of the *response* and *request* arguments.

CookieJar.**set_cookie_if_ok**(*cookie*, *request*)
Set a *Cookie* if policy says it's OK to do so.

CookieJar.**set_cookie**(*cookie*)
Set a *Cookie*, without checking with policy to see whether or not it should be set.

CookieJar.**clear**([*domain*[, *path*[, *name*]]])
Clear some cookies.

If invoked without arguments, clear all cookies. If given a single argument, only cookies belonging to that *domain* will be removed. If given two arguments, cookies belonging to the specified *domain* and URL *path* are removed. If given three arguments, then the cookie with the specified *domain*, *path* and *name* is removed.

Raises *KeyError* if no matching cookie exists.

CookieJar.**clear_session_cookies**()
Discard all session cookies.

Discards all contained cookies that have a true discard attribute (usually because they had either no max-age or expires cookie-attribute, or an explicit discard cookie-attribute). For interactive browsers, the end of a session usually corresponds to closing the browser window.

Note that the save() method won't save session cookies anyway, unless you ask otherwise by passing a true *ignore_discard* argument.

FileCookieJar implements the following additional methods :

FileCookieJar.**save**(*filename=None*, *ignore_discard=False*, *ignore_expires=False*)
Save cookies to a file.

This base class raises *NotImplementedError*. Subclasses may leave this method unimplemented.

filename is the name of file in which to save cookies. If *filename* is not specified, `self.filename` is used (whose default is the value passed to the constructor, if any); if `self.filename` is *None*, *ValueError* is raised.

ignore_discard : save even cookies set to be discarded. *ignore_expires* : save even cookies that have expired

The file is overwritten if it already exists, thus wiping all the cookies it contains. Saved cookies can be restored later using the *load()* or *revert()* methods.

FileCookieJar.**load**(*filename=None*, *ignore_discard=False*, *ignore_expires=False*)
Load cookies from a file.

Old cookies are kept unless overwritten by newly loaded ones.

Arguments are as for *save()*.

The named file must be in the format understood by the class, or *LoadError* will be raised. Also, *OSError* may be raised, for example if the file does not exist.

Modifié dans la version 3.3 : *IOError* était normalement levée, elle est maintenant un alias de *OSError*.

FileCookieJar.**revert**(*filename=None*, *ignore_discard=False*, *ignore_expires=False*)
Clear all cookies and reload cookies from a saved file.

revert() can raise the same exceptions as *load()*. If there is a failure, the object's state will not be altered.

FileCookieJar instances have the following public attributes :

FileCookieJar.**filename**
Filename of default file in which to keep cookies. This attribute may be assigned to.

FileCookieJar.**delayload**
If true, load cookies lazily from disk. This attribute should not be assigned to. This is only a hint, since this only affects performance, not behaviour (unless the cookies on disk are changing). A *CookieJar* object may ignore it. None of the *FileCookieJar* classes included in the standard library lazily loads cookies.

22.24.2 FileCookieJar subclasses and co-operation with web browsers

The following *CookieJar* subclasses are provided for reading and writing.

class http.cookiejar.**MozillaCookieJar**(*filename*, *delayload=None*, *policy=None*)
A *FileCookieJar* that can load from and save cookies to disk in the Mozilla `cookies.txt` file format (which is also used by the Lynx and Netscape browsers).

Note : This loses information about **RFC 2965** cookies, and also about newer or non-standard cookie-attributes such as `port`.

> **Avertissement :** Back up your cookies before saving if you have cookies whose loss / corruption would be inconvenient (there are some subtleties which may lead to slight changes in the file over a load / save round-trip).

Also note that cookies saved while Mozilla is running will get clobbered by Mozilla.

class http.cookiejar.**LWPCookieJar**(*filename*, *delayload=None*, *policy=None*)
A *FileCookieJar* that can load from and save cookies to disk in format compatible with the libwww-perl library's `Set-Cookie3` file format. This is convenient if you want to store cookies in a human-readable file.

22.24.3 CookiePolicy Objects

Objects implementing the *CookiePolicy* interface have the following methods :

CookiePolicy.**set_ok**(*cookie*, *request*)
Return boolean value indicating whether cookie should be accepted from server.

cookie is a *Cookie* instance. *request* is an object implementing the interface defined by the documentation for *CookieJar.extract_cookies()*.

CookiePolicy.**return_ok**(*cookie*, *request*)
Return boolean value indicating whether cookie should be returned to server.

cookie is a *Cookie* instance. *request* is an object implementing the interface defined by the documentation for *CookieJar.add_cookie_header()*.

CookiePolicy.**domain_return_ok**(*domain*, *request*)
Return `False` if cookies should not be returned, given cookie domain.

This method is an optimization. It removes the need for checking every cookie with a particular domain (which might involve reading many files). Returning true from *domain_return_ok()* and *path_return_ok()* leaves all the work to *return_ok()*.

If *domain_return_ok()* returns true for the cookie domain, *path_return_ok()* is called for the cookie path. Otherwise, *path_return_ok()* and *return_ok()* are never called for that cookie domain. If *path_return_ok()* returns true, *return_ok()* is called with the *Cookie* object itself for a full check. Otherwise, *return_ok()* is never called for that cookie path.

Note that *domain_return_ok()* is called for every *cookie* domain, not just for the *request* domain. For example, the function might be called with both `".example.com"` and `"www.example.com"` if the request domain is `"www.example.com"`. The same goes for *path_return_ok()*.

The *request* argument is as documented for *return_ok()*.

CookiePolicy.**path_return_ok**(*path*, *request*)
Return `False` if cookies should not be returned, given cookie path.

See the documentation for *domain_return_ok()*.

In addition to implementing the methods above, implementations of the *CookiePolicy* interface must also supply the following attributes, indicating which protocols should be used, and how. All of these attributes may be assigned to.

CookiePolicy.**netscape**
Implement Netscape protocol.

CookiePolicy.**rfc2965**
Implement **RFC 2965** protocol.

CookiePolicy.**hide_cookie2**
Don't add *Cookie2* header to requests (the presence of this header indicates to the server that we understand **RFC 2965** cookies).

The most useful way to define a *CookiePolicy* class is by subclassing from *DefaultCookiePolicy* and overriding some or all of the methods above. *CookiePolicy* itself may be used as a 'null policy' to allow setting and receiving any and all cookies (this is unlikely to be useful).

22.24.4 DefaultCookiePolicy Objects

Implements the standard rules for accepting and returning cookies.

Both **RFC 2965** and Netscape cookies are covered. RFC 2965 handling is switched off by default.

The easiest way to provide your own policy is to override this class and call its methods in your overridden implementations before adding your own additional checks :

```
import http.cookiejar
class MyCookiePolicy(http.cookiejar.DefaultCookiePolicy):
    def set_ok(self, cookie, request):
        if not http.cookiejar.DefaultCookiePolicy.set_ok(self, cookie, request):
            return False
        if i_dont_want_to_store_this_cookie(cookie):
            return False
        return True
```

In addition to the features required to implement the *CookiePolicy* interface, this class allows you to block and allow domains from setting and receiving cookies. There are also some strictness switches that allow you to tighten up the rather loose Netscape protocol rules a little bit (at the cost of blocking some benign cookies).

A domain blacklist and whitelist is provided (both off by default). Only domains not in the blacklist and present in the whitelist (if the whitelist is active) participate in cookie setting and returning. Use the *blocked_domains* constructor argument, and `blocked_domains()` and `set_blocked_domains()` methods (and the corresponding argument and methods for *allowed_domains*). If you set a whitelist, you can turn it off again by setting it to *None*.

Domains in block or allow lists that do not start with a dot must equal the cookie domain to be matched. For example, `"example.com"` matches a blacklist entry of `"example.com"`, but `"www.example.com"` does not. Domains that do start with a dot are matched by more specific domains too. For example, both `"www.example.com"` and `"www.coyote.example.com"` match `".example.com"` (but `"example.com"` itself does not). IP addresses are an exception, and must match exactly. For example, if blocked_domains contains `"192.168.1.2"` and `".168.1.2"`, 192.168.1.2 is blocked, but 193.168.1.2 is not.

DefaultCookiePolicy implements the following additional methods :

`DefaultCookiePolicy.`**`blocked_domains`**`()`
Return the sequence of blocked domains (as a tuple).

`DefaultCookiePolicy.`**`set_blocked_domains`**`(`*blocked_domains*`)`
Set the sequence of blocked domains.

`DefaultCookiePolicy.`**`is_blocked`**`(`*domain*`)`
Return whether *domain* is on the blacklist for setting or receiving cookies.

`DefaultCookiePolicy.`**`allowed_domains`**`()`
Return *None*, or the sequence of allowed domains (as a tuple).

`DefaultCookiePolicy.`**`set_allowed_domains`**`(`*allowed_domains*`)`
Set the sequence of allowed domains, or *None*.

`DefaultCookiePolicy.`**`is_not_allowed`**`(`*domain*`)`
Return whether *domain* is not on the whitelist for setting or receiving cookies.

DefaultCookiePolicy instances have the following attributes, which are all initialised from the constructor arguments of the same name, and which may all be assigned to.

`DefaultCookiePolicy.`**`rfc2109_as_netscape`**
If true, request that the *CookieJar* instance downgrade **RFC 2109** cookies (ie. cookies received in a *Set-Cookie* header with a version cookie-attribute of 1) to Netscape cookies by setting the version attribute of the *Cookie* instance to 0. The default value is *None*, in which case RFC 2109 cookies are downgraded if and only if **RFC 2965** handling is turned off. Therefore, RFC 2109 cookies are downgraded by default.

General strictness switches :

`DefaultCookiePolicy.`**`strict_domain`**
Don't allow sites to set two-component domains with country-code top-level domains like `.co.uk`, `.gov.uk`, `.co.nz`.etc. This is far from perfect and isn't guaranteed to work !

RFC 2965 protocol strictness switches :

`DefaultCookiePolicy.`**`strict_rfc2965_unverifiable`**
Follow **RFC 2965** rules on unverifiable transactions (usually, an unverifiable transaction is one resulting from a redirect or a request for an image hosted on another site). If this is false, cookies are *never* blocked on the basis of verifiability

Netscape protocol strictness switches :

`DefaultCookiePolicy.`**`strict_ns_unverifiable`**
Apply **RFC 2965** rules on unverifiable transactions even to Netscape cookies.

`DefaultCookiePolicy.`**`strict_ns_domain`**
Flags indicating how strict to be with domain-matching rules for Netscape cookies. See below for acceptable values.

`DefaultCookiePolicy.`**`strict_ns_set_initial_dollar`**
Ignore cookies in Set-Cookie : headers that have names starting with `'$'`.

`DefaultCookiePolicy.`**`strict_ns_set_path`**
Don't allow setting cookies whose path doesn't path-match request URI.

`strict_ns_domain` is a collection of flags. Its value is constructed by or-ing together (for example, `DomainStrictNoDots|DomainStrictNonDomain` means both flags are set).

`DefaultCookiePolicy.`**`DomainStrictNoDots`**
When setting cookies, the 'host prefix' must not contain a dot (eg. `www.foo.bar.com` can't set a cookie for `.bar.com`, because `www.foo` contains a dot).

`DefaultCookiePolicy.`**`DomainStrictNonDomain`**
Cookies that did not explicitly specify a `domain` cookie-attribute can only be returned to a domain equal to the domain that set the cookie (eg. `spam.example.com` won't be returned cookies from `example.com` that had no `domain` cookie-attribute).

`DefaultCookiePolicy.`**`DomainRFC2965Match`**
When setting cookies, require a full **RFC 2965** domain-match.

The following attributes are provided for convenience, and are the most useful combinations of the above flags :

`DefaultCookiePolicy.`**`DomainLiberal`**
Equivalent to 0 (ie. all of the above Netscape domain strictness flags switched off).

`DefaultCookiePolicy.`**`DomainStrict`**
Equivalent to `DomainStrictNoDots|DomainStrictNonDomain`.

22.24.5 Objets *Cookie*

`Cookie` instances have Python attributes roughly corresponding to the standard cookie-attributes specified in the various cookie standards. The correspondence is not one-to-one, because there are complicated rules for assigning default values, because the `max-age` and `expires` cookie-attributes contain equivalent information, and because **RFC 2109** cookies may be 'downgraded' by *`http.cookiejar`* from version 1 to version 0 (Netscape) cookies.

Assignment to these attributes should not be necessary other than in rare circumstances in a *`CookiePolicy`* method. The class does not enforce internal consistency, so you should know what you're doing if you do that.

`Cookie.`**`version`**
Integer or *`None`*. Netscape cookies have *`version`* 0. **RFC 2965** and **RFC 2109** cookies have a `version` cookie-attribute of 1. However, note that *`http.cookiejar`* may 'downgrade' RFC 2109 cookies to Netscape cookies, in which case *`version`* is 0.

`Cookie.`**`name`**
Cookie name (a string).

`Cookie.`**`value`**
Cookie value (a string), or *`None`*.

`Cookie.`**`port`**
String representing a port or a set of ports (eg. '80', or '80,8080'), or *`None`*.

`Cookie.`**`path`**
Cookie path (a string, eg. `'/acme/rocket_launchers'`).

Cookie.**secure**
: `True` if cookie should only be returned over a secure connection.

Cookie.**expires**
: Integer expiry date in seconds since epoch, or *None*. See also the *is_expired()* method.

Cookie.**discard**
: `True` if this is a session cookie.

Cookie.**comment**
: String comment from the server explaining the function of this cookie, or *None*.

Cookie.**comment_url**
: URL linking to a comment from the server explaining the function of this cookie, or *None*.

Cookie.**rfc2109**
: `True` if this cookie was received as an **RFC 2109** cookie (ie. the cookie arrived in a *Set-Cookie* header, and the value of the Version cookie-attribute in that header was 1). This attribute is provided because *http.cookiejar* may 'downgrade' RFC 2109 cookies to Netscape cookies, in which case *version* is 0.

Cookie.**port_specified**
: `True` if a port or set of ports was explicitly specified by the server (in the *Set-Cookie* / *Set-Cookie2* header).

Cookie.**domain_specified**
: `True` if a domain was explicitly specified by the server.

Cookie.**domain_initial_dot**
: `True` if the domain explicitly specified by the server began with a dot (`'.'`).

Cookies may have additional non-standard cookie-attributes. These may be accessed using the following methods :

Cookie.**has_nonstandard_attr**(*name*)
: Return `True` if cookie has the named cookie-attribute.

Cookie.**get_nonstandard_attr**(*name*, *default=None*)
: If cookie has the named cookie-attribute, return its value. Otherwise, return *default*.

Cookie.**set_nonstandard_attr**(*name*, *value*)
: Set the value of the named cookie-attribute.

The *Cookie* class also defines the following method :

Cookie.**is_expired**(*now=None*)
: `True` if cookie has passed the time at which the server requested it should expire. If *now* is given (in seconds since the epoch), return whether the cookie has expired at the specified time.

22.24.6 Exemples

The first example shows the most common usage of *http.cookiejar* :

```
import http.cookiejar, urllib.request
cj = http.cookiejar.CookieJar()
opener = urllib.request.build_opener(urllib.request.HTTPCookieProcessor(cj))
r = opener.open("http://example.com/")
```

This example illustrates how to open a URL using your Netscape, Mozilla, or Lynx cookies (assumes Unix/Netscape convention for location of the cookies file) :

```
import os, http.cookiejar, urllib.request
cj = http.cookiejar.MozillaCookieJar()
cj.load(os.path.join(os.path.expanduser("~"), ".netscape", "cookies.txt"))
opener = urllib.request.build_opener(urllib.request.HTTPCookieProcessor(cj))
r = opener.open("http://example.com/")
```

The next example illustrates the use of *DefaultCookiePolicy*. Turn on **RFC 2965** cookies, be more strict about domains when setting and returning Netscape cookies, and block some domains from setting cookies or having them returned :

```
import urllib.request
from http.cookiejar import CookieJar, DefaultCookiePolicy
policy = DefaultCookiePolicy(
    rfc2965=True, strict_ns_domain=Policy.DomainStrict,
    blocked_domains=["ads.net", ".ads.net"])
cj = CookieJar(policy)
opener = urllib.request.build_opener(urllib.request.HTTPCookieProcessor(cj))
r = opener.open("http://example.com/")
```

22.25 `xmlrpc` — Modules Serveur et Client XMLRPC

XML-RPC est une méthode pour appeler des procédures distantes utilisant XML via HTTP. XML-RPC permet à un client d'appeler des fonctions avec leurs arguments sur un serveur distant (désigné par une URI), et recevoir en retour des données structurées.

`xmlrpc` est un paquet rassemblant un client et un serveur XML-RPC. Ces modules sont :

- *xmlrpc.client*
- *xmlrpc.server*

22.26 `xmlrpc.client` --- XML-RPC client access

Source code : Lib/xmlrpc/client.py

XML-RPC is a Remote Procedure Call method that uses XML passed via HTTP(S) as a transport. With it, a client can call methods with parameters on a remote server (the server is named by a URI) and get back structured data. This module supports writing XML-RPC client code ; it handles all the details of translating between conformable Python objects and XML on the wire.

> **Avertissement :** The *xmlrpc.client* module is not secure against maliciously constructed data. If you need to parse untrusted or unauthenticated data see *Vulnérabilités XML*.

Modifié dans la version 3.5 : For HTTPS URIs, *xmlrpc.client* now performs all the necessary certificate and hostname checks by default.

class xmlrpc.client.**ServerProxy**(*uri*, *transport=None*, *encoding=None*, *verbose=False*, *allow_none=False*, *use_datetime=False*, *use_builtin_types=False*, *, *context=None*)

Modifié dans la version 3.3 : The *use_builtin_types* flag was added.

A *ServerProxy* instance is an object that manages communication with a remote XML-RPC server. The required first argument is a URI (Uniform Resource Indicator), and will normally be the URL of the server. The optional second argument is a transport factory instance ; by default it is an internal `SafeTransport` instance for https : URLs and an internal HTTP `Transport` instance otherwise. The optional third argument is an encoding, by default UTF-8. The optional fourth argument is a debugging flag.

The following parameters govern the use of the returned proxy instance. If *allow_none* is true, the Python constant `None` will be translated into XML ; the default behaviour is for `None` to raise a *TypeError*. This is a commonly-used extension to the XML-RPC specification, but isn't supported by all clients and servers ; see http ://ontosys.com/xml-rpc/extensions.php for a description. The *use_builtin_types* flag can be used to cause date/time values to be presented as *datetime.datetime* objects and binary data to be presented as *bytes* objects ; this flag is false by default. *datetime.datetime*, *bytes* and *bytearray* objects may

be passed to calls. The obsolete *use_datetime* flag is similar to *use_builtin_types* but it applies only to date/time values.

Both the HTTP and HTTPS transports support the URL syntax extension for HTTP Basic Authentication : `http://user:pass@host:port/path`. The `user:pass` portion will be base64-encoded as an HTTP 'Authorization' header, and sent to the remote server as part of the connection process when invoking an XML-RPC method. You only need to use this if the remote server requires a Basic Authentication user and password. If an HTTPS URL is provided, *context* may be *ssl.SSLContext* and configures the SSL settings of the underlying HTTPS connection.

The returned instance is a proxy object with methods that can be used to invoke corresponding RPC calls on the remote server. If the remote server supports the introspection API, the proxy can also be used to query the remote server for the methods it supports (service discovery) and fetch other server-associated metadata.

Types that are conformable (e.g. that can be marshalled through XML), include the following (and except where noted, they are unmarshalled as the same Python type) :

XML-RPC type	Type Python
`boolean`	*bool*
`int`, `i1`, `i2`, `i4`, `i8` or `biginteger`	*int* in range from -2147483648 to 2147483647. Values get the `<int>` tag.
`double` or `float`	*float*. Values get the `<double>` tag.
`string`	*str*
`array`	*list* or *tuple* containing conformable elements. Arrays are returned as *lists*.
`struct`	*dict*. Keys must be strings, values may be any conformable type. Objects of user-defined classes can be passed in ; only their *__dict__* attribute is transmitted.
`dateTime.iso8601`	*DateTime* or *datetime.datetime*. Returned type depends on values of *use_builtin_types* and *use_datetime* flags.
`base64`	*Binary*, *bytes* or *bytearray*. Returned type depends on the value of the *use_builtin_types* flag.
`nil`	The `None` constant. Passing is allowed only if *allow_none* is true.
`bigdecimal`	*decimal.Decimal*. Returned type only.

This is the full set of data types supported by XML-RPC. Method calls may also raise a special *Fault* instance, used to signal XML-RPC server errors, or *ProtocolError* used to signal an error in the HTTP/HTTPS transport layer. Both *Fault* and *ProtocolError* derive from a base class called `Error`. Note that the xmlrpc client module currently does not marshal instances of subclasses of built-in types.

When passing strings, characters special to XML such as <, >, and `&` will be automatically escaped. However, it's the caller's responsibility to ensure that the string is free of characters that aren't allowed in XML, such as the control characters with ASCII values between 0 and 31 (except, of course, tab, newline and carriage return) ; failing to do this will result in an XML-RPC request that isn't well-formed XML. If you have to pass arbitrary bytes via XML-RPC, use *bytes* or *bytearray* classes or the *Binary* wrapper class described below.

`Server` is retained as an alias for *ServerProxy* for backwards compatibility. New code should use *ServerProxy*.

Modifié dans la version 3.5 : Added the *context* argument.

Modifié dans la version 3.6 : Added support of type tags with prefixes (e.g. `ex:nil`). Added support of unmarshalling additional types used by Apache XML-RPC implementation for numerics : `i1`, `i2`, `i8`, `biginteger`, `float` and `bigdecimal`. See http://ws.apache.org/xmlrpc/types.html for a description.

Voir aussi :

XML-RPC HOWTO A good description of XML-RPC operation and client software in several languages. Contains pretty much everything an XML-RPC client developer needs to know.

XML-RPC Introspection Describes the XML-RPC protocol extension for introspection.

XML-RPC Specification The official specification.

Unofficial XML-RPC Errata Fredrik Lundh's "unofficial errata, intended to clarify certain details in the XML-RPC specification, as well as hint at 'best practices' to use when designing your own XML-RPC implementations."

22.26.1 ServerProxy Objects

A *ServerProxy* instance has a method corresponding to each remote procedure call accepted by the XML-RPC server. Calling the method performs an RPC, dispatched by both name and argument signature (e.g. the same method name can be overloaded with multiple argument signatures). The RPC finishes by returning a value, which may be either returned data in a conformant type or a *Fault* or *ProtocolError* object indicating an error.

Servers that support the XML introspection API support some common methods grouped under the reserved `system` attribute :

`ServerProxy.system.`**`listMethods`**`()`
This method returns a list of strings, one for each (non-system) method supported by the XML-RPC server.

`ServerProxy.system.`**`methodSignature`**`(`*name*`)`
This method takes one parameter, the name of a method implemented by the XML-RPC server. It returns an array of possible signatures for this method. A signature is an array of types. The first of these types is the return type of the method, the rest are parameters.

Because multiple signatures (ie. overloading) is permitted, this method returns a list of signatures rather than a singleton.

Signatures themselves are restricted to the top level parameters expected by a method. For instance if a method expects one array of structs as a parameter, and it returns a string, its signature is simply "string, array". If it expects three integers and returns a string, its signature is "string, int, int, int".

If no signature is defined for the method, a non-array value is returned. In Python this means that the type of the returned value will be something other than list.

`ServerProxy.system.`**`methodHelp`**`(`*name*`)`
This method takes one parameter, the name of a method implemented by the XML-RPC server. It returns a documentation string describing the use of that method. If no such string is available, an empty string is returned. The documentation string may contain HTML markup.

Modifié dans la version 3.5 : Instances of *ServerProxy* support the *context manager* protocol for closing the underlying transport.

A working example follows. The server code :

```
from xmlrpc.server import SimpleXMLRPCServer

def is_even(n):
    return n % 2 == 0

server = SimpleXMLRPCServer(("localhost", 8000))
print("Listening on port 8000...")
server.register_function(is_even, "is_even")
server.serve_forever()
```

The client code for the preceding server :

```
import xmlrpc.client

with xmlrpc.client.ServerProxy("http://localhost:8000/") as proxy:
    print("3 is even: %s" % str(proxy.is_even(3)))
    print("100 is even: %s" % str(proxy.is_even(100)))
```

22.26.2 Objets DateTime

class xmlrpc.client.**DateTime**

This class may be initialized with seconds since the epoch, a time tuple, an ISO 8601 time/date string, or a *datetime.datetime* instance. It has the following methods, supported mainly for internal use by the marshalling/unmarshalling code :

decode(*string*)

Accept a string as the instance's new time value.

encode(*out*)

Write the XML-RPC encoding of this *DateTime* item to the *out* stream object.

It also supports certain of Python's built-in operators through rich comparison and __repr__() methods.

A working example follows. The server code :

```
import datetime
from xmlrpc.server import SimpleXMLRPCServer
import xmlrpc.client

def today():
    today = datetime.datetime.today()
    return xmlrpc.client.DateTime(today)

server = SimpleXMLRPCServer(("localhost", 8000))
print("Listening on port 8000...")
server.register_function(today, "today")
server.serve_forever()
```

The client code for the preceding server :

```
import xmlrpc.client
import datetime

proxy = xmlrpc.client.ServerProxy("http://localhost:8000/")

today = proxy.today()
# convert the ISO8601 string to a datetime object
converted = datetime.datetime.strptime(today.value, "%Y%m%dT%H:%M:%S")
print("Today: %s" % converted.strftime("%d.%m.%Y, %H:%M"))
```

22.26.3 Binary Objects

class xmlrpc.client.**Binary**

This class may be initialized from bytes data (which may include NULs). The primary access to the content of a *Binary* object is provided by an attribute :

data

The binary data encapsulated by the *Binary* instance. The data is provided as a *bytes* object.

Binary objects have the following methods, supported mainly for internal use by the marshalling/unmarshalling code :

decode(*bytes*)

Accept a base64 *bytes* object and decode it as the instance's new data.

encode(*out*)

Write the XML-RPC base 64 encoding of this binary item to the *out* stream object.

The encoded data will have newlines every 76 characters as per **RFC 2045 section 6.8**, which was the de facto standard base64 specification when the XML-RPC spec was written.

It also supports certain of Python's built-in operators through __eq__() and __ne__() methods.

Example usage of the binary objects. We're going to transfer an image over XMLRPC :

```
from xmlrpc.server import SimpleXMLRPCServer
import xmlrpc.client

def python_logo():
    with open("python_logo.jpg", "rb") as handle:
        return xmlrpc.client.Binary(handle.read())

server = SimpleXMLRPCServer(("localhost", 8000))
print("Listening on port 8000...")
server.register_function(python_logo, 'python_logo')

server.serve_forever()
```

The client gets the image and saves it to a file :

```
import xmlrpc.client

proxy = xmlrpc.client.ServerProxy("http://localhost:8000/")
with open("fetched_python_logo.jpg", "wb") as handle:
    handle.write(proxy.python_logo().data)
```

22.26.4 Fault Objects

class xmlrpc.client.**Fault**
A *Fault* object encapsulates the content of an XML-RPC fault tag. Fault objects have the following attributes :

faultCode
A string indicating the fault type.

faultString
A string containing a diagnostic message associated with the fault.

In the following example we're going to intentionally cause a *Fault* by returning a complex type object. The server code :

```
from xmlrpc.server import SimpleXMLRPCServer

# A marshalling error is going to occur because we're returning a
# complex number
def add(x, y):
    return x+y+0j

server = SimpleXMLRPCServer(("localhost", 8000))
print("Listening on port 8000...")
server.register_function(add, 'add')

server.serve_forever()
```

The client code for the preceding server :

```
import xmlrpc.client

proxy = xmlrpc.client.ServerProxy("http://localhost:8000/")
try:
    proxy.add(2, 5)
except xmlrpc.client.Fault as err:
    print("A fault occurred")
    print("Fault code: %d" % err.faultCode)
    print("Fault string: %s" % err.faultString)
```

22.26.5 ProtocolError Objects

class xmlrpc.client.**ProtocolError**
A *ProtocolError* object describes a protocol error in the underlying transport layer (such as a 404 'not found' error if the server named by the URI does not exist). It has the following attributes :

url
The URI or URL that triggered the error.

errcode
The error code.

errmsg
The error message or diagnostic string.

headers
A dict containing the headers of the HTTP/HTTPS request that triggered the error.

In the following example we're going to intentionally cause a *ProtocolError* by providing an invalid URI :

```
import xmlrpc.client

# create a ServerProxy with a URI that doesn't respond to XMLRPC requests
proxy = xmlrpc.client.ServerProxy("http://google.com/")

try:
    proxy.some_method()
except xmlrpc.client.ProtocolError as err:
    print("A protocol error occurred")
    print("URL: %s" % err.url)
    print("HTTP/HTTPS headers: %s" % err.headers)
    print("Error code: %d" % err.errcode)
    print("Error message: %s" % err.errmsg)
```

22.26.6 MultiCall Objects

The *MultiCall* object provides a way to encapsulate multiple calls to a remote server into a single request [1].

class xmlrpc.client.**MultiCall**(*server*)
Create an object used to boxcar method calls. *server* is the eventual target of the call. Calls can be made to the result object, but they will immediately return `None`, and only store the call name and parameters in the *MultiCall* object. Calling the object itself causes all stored calls to be transmitted as a single `system.multicall` request. The result of this call is a *generator*; iterating over this generator yields the individual results.

A usage example of this class follows. The server code :

```
from xmlrpc.server import SimpleXMLRPCServer

def add(x, y):
    return x + y

def subtract(x, y):
    return x - y

def multiply(x, y):
    return x * y

def divide(x, y):
    return x // y

# A simple server with simple arithmetic functions
```

(suite sur la page suivante)

1. This approach has been first presented in a discussion on xmlrpc.com.

(suite de la page précédente)

```
server = SimpleXMLRPCServer(("localhost", 8000))
print("Listening on port 8000...")
server.register_multicall_functions()
server.register_function(add, 'add')
server.register_function(subtract, 'subtract')
server.register_function(multiply, 'multiply')
server.register_function(divide, 'divide')
server.serve_forever()
```

The client code for the preceding server :

```
import xmlrpc.client

proxy = xmlrpc.client.ServerProxy("http://localhost:8000/")
multicall = xmlrpc.client.MultiCall(proxy)
multicall.add(7, 3)
multicall.subtract(7, 3)
multicall.multiply(7, 3)
multicall.divide(7, 3)
result = multicall()

print("7+3=%d, 7-3=%d, 7*3=%d, 7//3=%d" % tuple(result))
```

22.26.7 Convenience Functions

xmlrpc.client.**dumps**(*params*, *methodname=None*, *methodresponse=None*, *encoding=None*, *allow_none=False*)

Convert *params* into an XML-RPC request. or into a response if *methodresponse* is true. *params* can be either a tuple of arguments or an instance of the `Fault` exception class. If *methodresponse* is true, only a single value can be returned, meaning that *params* must be of length 1. *encoding*, if supplied, is the encoding to use in the generated XML ; the default is UTF-8. Python's `None` value cannot be used in standard XML-RPC ; to allow using it via an extension, provide a true value for *allow_none*.

xmlrpc.client.**loads**(*data*, *use_datetime=False*, *use_builtin_types=False*)

Convert an XML-RPC request or response into Python objects, a `(params, methodname)`. *params* is a tuple of argument ; *methodname* is a string, or `None` if no method name is present in the packet. If the XML-RPC packet represents a fault condition, this function will raise a `Fault` exception. The *use_builtin_types* flag can be used to cause date/time values to be presented as `datetime.datetime` objects and binary data to be presented as `bytes` objects ; this flag is false by default.

The obsolete *use_datetime* flag is similar to *use_builtin_types* but it applies only to date/time values.

Modifié dans la version 3.3 : The *use_builtin_types* flag was added.

22.26.8 Example of Client Usage

```
# simple test program (from the XML-RPC specification)
from xmlrpc.client import ServerProxy, Error

# server = ServerProxy("http://localhost:8000") # local server
with ServerProxy("http://betty.userland.com") as proxy:

    print(proxy)

    try:
        print(proxy.examples.getStateName(41))
    except Error as v:
        print("ERROR", v)
```

To access an XML-RPC server through a HTTP proxy, you need to define a custom transport. The following example shows how :

```
import http.client
import xmlrpc.client

class ProxiedTransport(xmlrpc.client.Transport):

    def set_proxy(self, host, port=None, headers=None):
        self.proxy = host, port
        self.proxy_headers = headers

    def make_connection(self, host):
        connection = http.client.HTTPConnection(*self.proxy)
        connection.set_tunnel(host, headers=self.proxy_headers)
        self._connection = host, connection
        return connection

transport = ProxiedTransport()
transport.set_proxy('proxy-server', 8080)
server = xmlrpc.client.ServerProxy('http://betty.userland.com',␣
↪transport=transport)
print(server.examples.getStateName(41))
```

22.26.9 Example of Client and Server Usage

See *SimpleXMLRPCServer Example*.

Notes

22.27 `xmlrpc.server` --- Basic XML-RPC servers

Source code : Lib/xmlrpc/server.py

The `xmlrpc.server` module provides a basic server framework for XML-RPC servers written in Python. Servers can either be free standing, using `SimpleXMLRPCServer`, or embedded in a CGI environment, using `CGIXMLRPCRequestHandler`.

Avertissement : The `xmlrpc.server` module is not secure against maliciously constructed data. If you need to parse untrusted or unauthenticated data see *Vulnérabilités XML*.

class xmlrpc.server.**SimpleXMLRPCServer**(*addr*, *requestHandler=SimpleXMLRPCRequestHandler*, *logRequests=True*, *allow_none=False*, *encoding=None*, *bind_and_activate=True*, *use_builtin_types=False*)

Create a new server instance. This class provides methods for registration of functions that can be called by the XML-RPC protocol. The *requestHandler* parameter should be a factory for request handler instances; it defaults to `SimpleXMLRPCRequestHandler`. The *addr* and *requestHandler* parameters are passed to the `socketserver.TCPServer` constructor. If *logRequests* is true (the default), requests will be logged; setting this parameter to false will turn off logging. The *allow_none* and *encoding* parameters are passed on to `xmlrpc.client` and control the XML-RPC responses that will be returned from the server. The *bind_and_activate* parameter controls whether `server_bind()` and `server_activate()` are called immediately by the constructor; it defaults to true. Setting it to false allows code to manipulate the *allow_reuse_address* class variable before the address is bound. The *use_builtin_types* parameter is passed to the

loads() function and controls which types are processed when date/times values or binary data are received ; it defaults to false.

Modifié dans la version 3.3 : The *use_builtin_types* flag was added.

class xmlrpc.server.**CGIXMLRPCRequestHandler**(*allow_none=False*, *encoding=None*, *use_builtin_types=False*)

Create a new instance to handle XML-RPC requests in a CGI environment. The *allow_none* and *encoding* parameters are passed on to *xmlrpc.client* and control the XML-RPC responses that will be returned from the server. The *use_builtin_types* parameter is passed to the *loads()* function and controls which types are processed when date/times values or binary data are received ; it defaults to false.

Modifié dans la version 3.3 : The *use_builtin_types* flag was added.

class xmlrpc.server.**SimpleXMLRPCRequestHandler**

Create a new request handler instance. This request handler supports `POST` requests and modifies logging so that the *logRequests* parameter to the *SimpleXMLRPCServer* constructor parameter is honored.

22.27.1 SimpleXMLRPCServer Objects

The *SimpleXMLRPCServer* class is based on *socketserver.TCPServer* and provides a means of creating simple, stand alone XML-RPC servers.

SimpleXMLRPCServer.**register_function**(*function=None*, *name=None*)

Register a function that can respond to XML-RPC requests. If *name* is given, it will be the method name associated with *function*, otherwise `function.__name__` will be used. *name* is a string, and may contain characters not legal in Python identifiers, including the period character.

This method can also be used as a decorator. When used as a decorator, *name* can only be given as a keyword argument to register *function* under *name*. If no *name* is given, `function.__name__` will be used.

Modifié dans la version 3.7 : *register_function()* can be used as a decorator.

SimpleXMLRPCServer.**register_instance**(*instance*, *allow_dotted_names=False*)

Register an object which is used to expose method names which have not been registered using *register_function()*. If *instance* contains a `_dispatch()` method, it is called with the requested method name and the parameters from the request. Its API is `def _dispatch(self, method, params)` (note that *params* does not represent a variable argument list). If it calls an underlying function to perform its task, that function is called as `func(*params)`, expanding the parameter list. The return value from `_dispatch()` is returned to the client as the result. If *instance* does not have a `_dispatch()` method, it is searched for an attribute matching the name of the requested method.

If the optional *allow_dotted_names* argument is true and the instance does not have a `_dispatch()` method, then if the requested method name contains periods, each component of the method name is searched for individually, with the effect that a simple hierarchical search is performed. The value found from this search is then called with the parameters from the request, and the return value is passed back to the client.

> **Avertissement :** Enabling the *allow_dotted_names* option allows intruders to access your module's global variables and may allow intruders to execute arbitrary code on your machine. Only use this option on a secure, closed network.

SimpleXMLRPCServer.**register_introspection_functions**()

Registers the XML-RPC introspection functions `system.listMethods`, `system.methodHelp` and `system.methodSignature`.

SimpleXMLRPCServer.**register_multicall_functions**()

Registers the XML-RPC multicall function system.multicall.

SimpleXMLRPCRequestHandler.**rpc_paths**

An attribute value that must be a tuple listing valid path portions of the URL for receiving XML-RPC requests. Requests posted to other paths will result in a 404 "no such page" HTTP error. If this tuple is empty, all paths will be considered valid. The default value is `('/', '/RPC2')`.

SimpleXMLRPCServer Example

Server code :

```
from xmlrpc.server import SimpleXMLRPCServer
from xmlrpc.server import SimpleXMLRPCRequestHandler

# Restrict to a particular path.
class RequestHandler(SimpleXMLRPCRequestHandler):
    rpc_paths = ('/RPC2',)

# Create server
with SimpleXMLRPCServer(('localhost', 8000),
                        requestHandler=RequestHandler) as server:
    server.register_introspection_functions()

    # Register pow() function; this will use the value of
    # pow.__name__ as the name, which is just 'pow'.
    server.register_function(pow)

    # Register a function under a different name
    def adder_function(x, y):
        return x + y
    server.register_function(adder_function, 'add')

    # Register an instance; all the methods of the instance are
    # published as XML-RPC methods (in this case, just 'mul').
    class MyFuncs:
        def mul(self, x, y):
            return x * y

    server.register_instance(MyFuncs())

    # Run the server's main loop
    server.serve_forever()
```

The following client code will call the methods made available by the preceding server :

```
import xmlrpc.client

s = xmlrpc.client.ServerProxy('http://localhost:8000')
print(s.pow(2,3))  # Returns 2**3 = 8
print(s.add(2,3))  # Returns 5
print(s.mul(5,2))  # Returns 5*2 = 10

# Print list of available methods
print(s.system.listMethods())
```

`register_function()` can also be used as a decorator. The previous server example can register functions in a decorator way :

```
from xmlrpc.server import SimpleXMLRPCServer
from xmlrpc.server import SimpleXMLRPCRequestHandler

class RequestHandler(SimpleXMLRPCRequestHandler):
    rpc_paths = ('/RPC2',)

with SimpleXMLRPCServer(('localhost', 8000),
                        requestHandler=RequestHandler) as server:
    server.register_introspection_functions()

    # Register pow() function; this will use the value of
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
    # pow.__name__ as the name, which is just 'pow'.
    server.register_function(pow)

    # Register a function under a different name, using
    # register_function as a decorator. *name* can only be given
    # as a keyword argument.
    @server.register_function(name='add')
    def adder_function(x, y):
        return x + y

    # Register a function under function.__name__.
    @server.register_function
    def mul(x, y):
        return x * y

    server.serve_forever()
```

The following example included in the `Lib/xmlrpc/server.py` module shows a server allowing dotted names and registering a multicall function.

Avertissement : Enabling the *allow_dotted_names* option allows intruders to access your module's global variables and may allow intruders to execute arbitrary code on your machine. Only use this example only within a secure, closed network.

```
import datetime

class ExampleService:
    def getData(self):
        return '42'

    class currentTime:
        @staticmethod
        def getCurrentTime():
            return datetime.datetime.now()

with SimpleXMLRPCServer(("localhost", 8000)) as server:
    server.register_function(pow)
    server.register_function(lambda x,y: x+y, 'add')
    server.register_instance(ExampleService(), allow_dotted_names=True)
    server.register_multicall_functions()
    print('Serving XML-RPC on localhost port 8000')
    try:
        server.serve_forever()
    except KeyboardInterrupt:
        print("\nKeyboard interrupt received, exiting.")
        sys.exit(0)
```

This ExampleService demo can be invoked from the command line :

```
python -m xmlrpc.server
```

The client that interacts with the above server is included in *Lib/xmlrpc/client.py* :

```
server = ServerProxy("http://localhost:8000")

try:
    print(server.currentTime.getCurrentTime())
except Error as v:
    print("ERROR", v)
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
multi = MultiCall(server)
multi.getData()
multi.pow(2,9)
multi.add(1,2)
try:
    for response in multi():
        print(response)
except Error as v:
    print("ERROR", v)
```

This client which interacts with the demo XMLRPC server can be invoked as :

```
python -m xmlrpc.client
```

22.27.2 CGIXMLRPCRequestHandler

The *CGIXMLRPCRequestHandler* class can be used to handle XML-RPC requests sent to Python CGI scripts.

CGIXMLRPCRequestHandler.**register_function**(*function=None*, *name=None*)
Register a function that can respond to XML-RPC requests. If *name* is given, it will be the method name associated with *function*, otherwise `function.__name__` will be used. *name* is a string, and may contain characters not legal in Python identifiers, including the period character.

This method can also be used as a decorator. When used as a decorator, *name* can only be given as a keyword argument to register *function* under *name*. If no *name* is given, `function.__name__` will be used.

Modifié dans la version 3.7 : *register_function()* can be used as a decorator.

CGIXMLRPCRequestHandler.**register_instance**(*instance*)
Register an object which is used to expose method names which have not been registered using *register_function()*. If instance contains a `_dispatch()` method, it is called with the requested method name and the parameters from the request; the return value is returned to the client as the result. If instance does not have a `_dispatch()` method, it is searched for an attribute matching the name of the requested method; if the requested method name contains periods, each component of the method name is searched for individually, with the effect that a simple hierarchical search is performed. The value found from this search is then called with the parameters from the request, and the return value is passed back to the client.

CGIXMLRPCRequestHandler.**register_introspection_functions**()
Register the XML-RPC introspection functions `system.listMethods`, `system.methodHelp` and `system.methodSignature`.

CGIXMLRPCRequestHandler.**register_multicall_functions**()
Register the XML-RPC multicall function `system.multicall`.

CGIXMLRPCRequestHandler.**handle_request**(*request_text=None*)
Handle an XML-RPC request. If *request_text* is given, it should be the POST data provided by the HTTP server, otherwise the contents of stdin will be used.

Exemple :

```
class MyFuncs:
    def mul(self, x, y):
        return x * y


handler = CGIXMLRPCRequestHandler()
handler.register_function(pow)
handler.register_function(lambda x,y: x+y, 'add')
handler.register_introspection_functions()
handler.register_instance(MyFuncs())
handler.handle_request()
```

22.27.3 Documenting XMLRPC server

These classes extend the above classes to serve HTML documentation in response to HTTP GET requests. Servers can either be free standing, using *DocXMLRPCServer*, or embedded in a CGI environment, using *DocCGIXMLRPCRequestHandler*.

class xmlrpc.server.**DocXMLRPCServer**(*addr*, *requestHandler=DocXMLRPCRequestHandler*, *logRequests=True*, *allow_none=False*, *encoding=None*, *bind_and_activate=True*, *use_builtin_types=True*)

Create a new server instance. All parameters have the same meaning as for *SimpleXMLRPCServer*; *requestHandler* defaults to *DocXMLRPCRequestHandler*.

Modifié dans la version 3.3 : The *use_builtin_types* flag was added.

class xmlrpc.server.**DocCGIXMLRPCRequestHandler**

Create a new instance to handle XML-RPC requests in a CGI environment.

class xmlrpc.server.**DocXMLRPCRequestHandler**

Create a new request handler instance. This request handler supports XML-RPC POST requests, documentation GET requests, and modifies logging so that the *logRequests* parameter to the *DocXMLRPCServer* constructor parameter is honored.

22.27.4 DocXMLRPCServer Objects

The *DocXMLRPCServer* class is derived from *SimpleXMLRPCServer* and provides a means of creating self-documenting, stand alone XML-RPC servers. HTTP POST requests are handled as XML-RPC method calls. HTTP GET requests are handled by generating pydoc-style HTML documentation. This allows a server to provide its own web-based documentation.

DocXMLRPCServer.**set_server_title**(*server_title*)

Set the title used in the generated HTML documentation. This title will be used inside the HTML ”title” element.

DocXMLRPCServer.**set_server_name**(*server_name*)

Set the name used in the generated HTML documentation. This name will appear at the top of the generated documentation inside a ”h1” element.

DocXMLRPCServer.**set_server_documentation**(*server_documentation*)

Set the description used in the generated HTML documentation. This description will appear as a paragraph, below the server name, in the documentation.

22.27.5 DocCGIXMLRPCRequestHandler

The *DocCGIXMLRPCRequestHandler* class is derived from *CGIXMLRPCRequestHandler* and provides a means of creating self-documenting, XML-RPC CGI scripts. HTTP POST requests are handled as XML-RPC method calls. HTTP GET requests are handled by generating pydoc-style HTML documentation. This allows a server to provide its own web-based documentation.

DocCGIXMLRPCRequestHandler.**set_server_title**(*server_title*)

Set the title used in the generated HTML documentation. This title will be used inside the HTML ”title” element.

DocCGIXMLRPCRequestHandler.**set_server_name**(*server_name*)

Set the name used in the generated HTML documentation. This name will appear at the top of the generated documentation inside a ”h1” element.

DocCGIXMLRPCRequestHandler.**set_server_documentation**(*server_documentation*)

Set the description used in the generated HTML documentation. This description will appear as a paragraph, below the server name, in the documentation.

22.28 `ipaddress` --- IPv4/IPv6 manipulation library

Code source : Lib/ipaddress.py

---

ipaddress provides the capabilities to create, manipulate and operate on IPv4 and IPv6 addresses and networks.

The functions and classes in this module make it straightforward to handle various tasks related to IP addresses, including checking whether or not two hosts are on the same subnet, iterating over all hosts in a particular subnet, checking whether or not a string represents a valid IP address or network definition, and so on.

This is the full module API reference—for an overview and introduction, see ipaddress-howto.

Nouveau dans la version 3.3.

22.28.1 Convenience factory functions

The *ipaddress* module provides factory functions to conveniently create IP addresses, networks and interfaces :

ipaddress.**ip_address**(*address*)
Return an *IPv4Address* or *IPv6Address* object depending on the IP address passed as argument. Either IPv4 or IPv6 addresses may be supplied ; integers less than 2**32 will be considered to be IPv4 by default. A *ValueError* is raised if *address* does not represent a valid IPv4 or IPv6 address.

```
>>> ipaddress.ip_address('192.168.0.1')
IPv4Address('192.168.0.1')
>>> ipaddress.ip_address('2001:db8::')
IPv6Address('2001:db8::')
```

ipaddress.**ip_network**(*address*, *strict=True*)
Return an *IPv4Network* or *IPv6Network* object depending on the IP address passed as argument. *address* is a string or integer representing the IP network. Either IPv4 or IPv6 networks may be supplied ; integers less than 2**32 will be considered to be IPv4 by default. *strict* is passed to *IPv4Network* or *IPv6Network* constructor. A *ValueError* is raised if *address* does not represent a valid IPv4 or IPv6 address, or if the network has host bits set.

```
>>> ipaddress.ip_network('192.168.0.0/28')
IPv4Network('192.168.0.0/28')
```

ipaddress.**ip_interface**(*address*)
Return an *IPv4Interface* or *IPv6Interface* object depending on the IP address passed as argument. *address* is a string or integer representing the IP address. Either IPv4 or IPv6 addresses may be supplied ; integers less than 2**32 will be considered to be IPv4 by default. A *ValueError* is raised if *address* does not represent a valid IPv4 or IPv6 address.

One downside of these convenience functions is that the need to handle both IPv4 and IPv6 formats means that error messages provide minimal information on the precise error, as the functions don't know whether the IPv4 or IPv6 format was intended. More detailed error reporting can be obtained by calling the appropriate version specific class constructors directly.

22.28.2 IP Addresses

Address objects

The *IPv4Address* and *IPv6Address* objects share a lot of common attributes. Some attributes that are only meaningful for IPv6 addresses are also implemented by *IPv4Address* objects, in order to make it easier to write code that handles both IP versions correctly. Address objects are *hashable*, so they can be used as keys in dictionaries.

class ipaddress.**IPv4Address**(*address*)

Construct an IPv4 address. An *AddressValueError* is raised if *address* is not a valid IPv4 address.

The following constitutes a valid IPv4 address :

1. A string in decimal-dot notation, consisting of four decimal integers in the inclusive range 0--255, separated by dots (e.g. `192.168.0.1`). Each integer represents an octet (byte) in the address. Leading zeroes are tolerated only for values less than 8 (as there is no ambiguity between the decimal and octal interpretations of such strings).
2. An integer that fits into 32 bits.
3. An integer packed into a *bytes* object of length 4 (most significant octet first).

```
>>> ipaddress.IPv4Address('192.168.0.1')
IPv4Address('192.168.0.1')
>>> ipaddress.IPv4Address(3232235521)
IPv4Address('192.168.0.1')
>>> ipaddress.IPv4Address(b'\xC0\xA8\x00\x01')
IPv4Address('192.168.0.1')
```

version

The appropriate version number : `4` for IPv4, `6` for IPv6.

max_prefixlen

The total number of bits in the address representation for this version : `32` for IPv4, `128` for IPv6.

The prefix defines the number of leading bits in an address that are compared to determine whether or not an address is part of a network.

compressed

exploded

The string representation in dotted decimal notation. Leading zeroes are never included in the representation.

As IPv4 does not define a shorthand notation for addresses with octets set to zero, these two attributes are always the same as `str(addr)` for IPv4 addresses. Exposing these attributes makes it easier to write display code that can handle both IPv4 and IPv6 addresses.

packed

The binary representation of this address - a *bytes* object of the appropriate length (most significant octet first). This is 4 bytes for IPv4 and 16 bytes for IPv6.

reverse_pointer

The name of the reverse DNS PTR record for the IP address, e.g. :

```
>>> ipaddress.ip_address("127.0.0.1").reverse_pointer
'1.0.0.127.in-addr.arpa'
>>> ipaddress.ip_address("2001:db8::1").reverse_pointer
'1.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.8.b.d.0.1.0.0.2.ip6.arpa'
```

This is the name that could be used for performing a PTR lookup, not the resolved hostname itself.

Nouveau dans la version 3.5.

is_multicast

`True` if the address is reserved for multicast use. See **RFC 3171** (for IPv4) or **RFC 2373** (for IPv6).

is_private

`True` if the address is allocated for private networks. See iana-ipv4-special-registry (for IPv4) or iana-ipv6-special-registry (for IPv6).

is_global
`True` if the address is allocated for public networks. See iana-ipv4-special-registry (for IPv4) or iana-ipv6-special-registry (for IPv6).

Nouveau dans la version 3.4.

is_unspecified
`True` if the address is unspecified. See **RFC 5735** (for IPv4) or **RFC 2373** (for IPv6).

is_reserved
`True` if the address is otherwise IETF reserved.

is_loopback
`True` if this is a loopback address. See **RFC 3330** (for IPv4) or **RFC 2373** (for IPv6).

is_link_local
`True` if the address is reserved for link-local usage. See **RFC 3927**.

class `ipaddress.`**IPv6Address**(*address*)
Construct an IPv6 address. An *AddressValueError* is raised if *address* is not a valid IPv6 address.

The following constitutes a valid IPv6 address :

1. A string consisting of eight groups of four hexadecimal digits, each group representing 16 bits. The groups are separated by colons. This describes an *exploded* (longhand) notation. The string can also be *compressed* (shorthand notation) by various means. See **RFC 4291** for details. For example, `"0000:0000:0000:0000:0000:0abc:0007:0def"` can be compressed to `"::abc:7:def"`.
2. An integer that fits into 128 bits.
3. An integer packed into a *bytes* object of length 16, big-endian.

```
>>> ipaddress.IPv6Address('2001:db8::1000')
IPv6Address('2001:db8::1000')
```

compressed
The short form of the address representation, with leading zeroes in groups omitted and the longest sequence of groups consisting entirely of zeroes collapsed to a single empty group.

This is also the value returned by `str(addr)` for IPv6 addresses.

exploded
The long form of the address representation, with all leading zeroes and groups consisting entirely of zeroes included.

For the following attributes, see the corresponding documentation of the *IPv4Address* class :

packed
reverse_pointer
version
max_prefixlen
is_multicast
is_private
is_global
is_unspecified
is_reserved
is_loopback
is_link_local
Nouveau dans la version 3.4 : is_global

is_site_local
`True` if the address is reserved for site-local usage. Note that the site-local address space has been deprecated by **RFC 3879**. Use *is_private* to test if this address is in the space of unique local addresses as defined by **RFC 4193**.

ipv4_mapped
For addresses that appear to be IPv4 mapped addresses (starting with `::FFFF/96`), this property will report the embedded IPv4 address. For any other address, this property will be `None`.

sixtofour
For addresses that appear to be 6to4 addresses (starting with `2002::/16`) as defined by **RFC 3056**, this property will report the embedded IPv4 address. For any other address, this property will be `None`.

teredo
For addresses that appear to be Teredo addresses (starting with `2001::/32`) as defined by **RFC 4380**, this property will report the embedded `(server, client)` IP address pair. For any other address, this property will be `None`.

Conversion to Strings and Integers

To interoperate with networking interfaces such as the socket module, addresses must be converted to strings or integers. This is handled using the *str()* and *int()* builtin functions :

```
>>> str(ipaddress.IPv4Address('192.168.0.1'))
'192.168.0.1'
>>> int(ipaddress.IPv4Address('192.168.0.1'))
3232235521
>>> str(ipaddress.IPv6Address('::1'))
'::1'
>>> int(ipaddress.IPv6Address('::1'))
1
```

Opérateurs

Address objects support some operators. Unless stated otherwise, operators can only be applied between compatible objects (i.e. IPv4 with IPv4, IPv6 with IPv6).

Comparison operators

Address objects can be compared with the usual set of comparison operators. Some examples :

```
>>> IPv4Address('127.0.0.2') > IPv4Address('127.0.0.1')
True
>>> IPv4Address('127.0.0.2') == IPv4Address('127.0.0.1')
False
>>> IPv4Address('127.0.0.2') != IPv4Address('127.0.0.1')
True
```

Arithmetic operators

Integers can be added to or subtracted from address objects. Some examples :

```
>>> IPv4Address('127.0.0.2') + 3
IPv4Address('127.0.0.5')
>>> IPv4Address('127.0.0.2') - 3
IPv4Address('126.255.255.255')
>>> IPv4Address('255.255.255.255') + 1
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
ipaddress.AddressValueError: 4294967296 (>= 2**32) is not permitted as an IPv4␣
↪address
```

22.28.3 IP Network definitions

The *IPv4Network* and *IPv6Network* objects provide a mechanism for defining and inspecting IP network definitions. A network definition consists of a *mask* and a *network address*, and as such defines a range of IP addresses that equal the network address when masked (binary AND) with the mask. For example, a network definition with the mask `255.255.255.0` and the network address `192.168.1.0` consists of IP addresses in the inclusive range `192.168.1.0` to `192.168.1.255`.

Prefix, net mask and host mask

There are several equivalent ways to specify IP network masks. A *prefix* `/<nbits>` is a notation that denotes how many high-order bits are set in the network mask. A *net mask* is an IP address with some number of high-order bits set. Thus the prefix `/24` is equivalent to the net mask `255.255.255.0` in IPv4, or `ffff:ff00::` in IPv6. In addition, a *host mask* is the logical inverse of a *net mask*, and is sometimes used (for example in Cisco access control lists) to denote a network mask. The host mask equivalent to `/24` in IPv4 is `0.0.0.255`.

Network objects

All attributes implemented by address objects are implemented by network objects as well. In addition, network objects implement additional attributes. All of these are common between *IPv4Network* and *IPv6Network*, so to avoid duplication they are only documented for *IPv4Network*. Network objects are *hashable*, so they can be used as keys in dictionaries.

class ipaddress.**IPv4Network**(*address*, *strict=True*)

Construct an IPv4 network definition. *address* can be one of the following :

1. A string consisting of an IP address and an optional mask, separated by a slash (`/`). The IP address is the network address, and the mask can be either a single number, which means it's a *prefix*, or a string representation of an IPv4 address. If it's the latter, the mask is interpreted as a *net mask* if it starts with a non-zero field, or as a *host mask* if it starts with a zero field, with the single exception of an all-zero mask which is treated as a *net mask*. If no mask is provided, it's considered to be `/32`.

   For example, the following *address* specifications are equivalent : `192.168.1.0/24`, `192.168.1.0/255.255.255.0` and `192.168.1.0/0.0.0.255`.
2. An integer that fits into 32 bits. This is equivalent to a single-address network, with the network address being *address* and the mask being `/32`.
3. An integer packed into a *bytes* object of length 4, big-endian. The interpretation is similar to an integer *address*.
4. A two-tuple of an address description and a netmask, where the address description is either a string, a 32-bits integer, a 4-bytes packed integer, or an existing IPv4Address object ; and the netmask is either an integer representing the prefix length (e.g. `24`) or a string representing the prefix mask (e.g. `255.255.255.0`).

An *AddressValueError* is raised if *address* is not a valid IPv4 address. A *NetmaskValueError* is raised if the mask is not valid for an IPv4 address.

If *strict* is `True` and host bits are set in the supplied address, then *ValueError* is raised. Otherwise, the host bits are masked out to determine the appropriate network address.

Unless stated otherwise, all network methods accepting other network/address objects will raise *TypeError* if the argument's IP version is incompatible to `self`.

Modifié dans la version 3.5 : Added the two-tuple form for the *address* constructor parameter.

version

max_prefixlen

Refer to the corresponding attribute documentation in *IPv4Address*.

is_multicast

is_private

is_unspecified

is_reserved

is_loopback

is_link_local

These attributes are true for the network as a whole if they are true for both the network address and the broadcast address.

network_address

The network address for the network. The network address and the prefix length together uniquely define a network.

broadcast_address

The broadcast address for the network. Packets sent to the broadcast address should be received by every host on the network.

hostmask

The host mask, as an *IPv4Address* object.

netmask

The net mask, as an *IPv4Address* object.

with_prefixlen

compressed

exploded

A string representation of the network, with the mask in prefix notation.

`with_prefixlen` and `compressed` are always the same as `str(network)`. `exploded` uses the exploded form the network address.

with_netmask

A string representation of the network, with the mask in net mask notation.

with_hostmask

A string representation of the network, with the mask in host mask notation.

num_addresses

The total number of addresses in the network.

prefixlen

Length of the network prefix, in bits.

hosts()

Returns an iterator over the usable hosts in the network. The usable hosts are all the IP addresses that belong to the network, except the network address itself and the network broadcast address. For networks with a mask length of 31, the network address and network broadcast address are also included in the result.

```
>>> list(ip_network('192.0.2.0/29').hosts())
[IPv4Address('192.0.2.1'), IPv4Address('192.0.2.2'),
 IPv4Address('192.0.2.3'), IPv4Address('192.0.2.4'),
 IPv4Address('192.0.2.5'), IPv4Address('192.0.2.6')]
>>> list(ip_network('192.0.2.0/31').hosts())
[IPv4Address('192.0.2.0'), IPv4Address('192.0.2.1')]
```

overlaps(*other*)

`True` if this network is partly or wholly contained in *other* or *other* is wholly contained in this network.

address_exclude(*network*)

Computes the network definitions resulting from removing the given *network* from this one. Returns an iterator of network objects. Raises *ValueError* if *network* is not completely contained in this network.

```
>>> n1 = ip_network('192.0.2.0/28')
>>> n2 = ip_network('192.0.2.1/32')
>>> list(n1.address_exclude(n2))
[IPv4Network('192.0.2.8/29'), IPv4Network('192.0.2.4/30'),
 IPv4Network('192.0.2.2/31'), IPv4Network('192.0.2.0/32')]
```

subnets(*prefixlen_diff=1*, *new_prefix=None*)

The subnets that join to make the current network definition, depending on the argument values. *prefixlen_diff* is the amount our prefix length should be increased by. *new_prefix* is the desired new prefix of the subnets; it must be larger than our prefix. One and only one of *prefixlen_diff* and *new_prefix* must be set. Returns an iterator of network objects.

```
>>> list(ip_network('192.0.2.0/24').subnets())
[IPv4Network('192.0.2.0/25'), IPv4Network('192.0.2.128/25')]
>>> list(ip_network('192.0.2.0/24').subnets(prefixlen_diff=2))
[IPv4Network('192.0.2.0/26'), IPv4Network('192.0.2.64/26'),
 IPv4Network('192.0.2.128/26'), IPv4Network('192.0.2.192/26')]
>>> list(ip_network('192.0.2.0/24').subnets(new_prefix=26))
[IPv4Network('192.0.2.0/26'), IPv4Network('192.0.2.64/26'),
 IPv4Network('192.0.2.128/26'), IPv4Network('192.0.2.192/26')]
>>> list(ip_network('192.0.2.0/24').subnets(new_prefix=23))
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
    raise ValueError('new prefix must be longer')
ValueError: new prefix must be longer
>>> list(ip_network('192.0.2.0/24').subnets(new_prefix=25))
[IPv4Network('192.0.2.0/25'), IPv4Network('192.0.2.128/25')]
```

supernet (*prefixlen_diff=1*, *new_prefix=None*)

The supernet containing this network definition, depending on the argument values. *prefixlen_diff* is the amount our prefix length should be decreased by. *new_prefix* is the desired new prefix of the supernet ; it must be smaller than our prefix. One and only one of *prefixlen_diff* and *new_prefix* must be set. Returns a single network object.

```
>>> ip_network('192.0.2.0/24').supernet()
IPv4Network('192.0.2.0/23')
>>> ip_network('192.0.2.0/24').supernet(prefixlen_diff=2)
IPv4Network('192.0.0.0/22')
>>> ip_network('192.0.2.0/24').supernet(new_prefix=20)
IPv4Network('192.0.0.0/20')
```

subnet_of (*other*)

Return `True` if this network is a subnet of *other*.

```
>>> a = ip_network('192.168.1.0/24')
>>> b = ip_network('192.168.1.128/30')
>>> b.subnet_of(a)
True
```

Nouveau dans la version 3.7.

supernet_of (*other*)

Return `True` if this network is a supernet of *other*.

```
>>> a = ip_network('192.168.1.0/24')
>>> b = ip_network('192.168.1.128/30')
>>> a.supernet_of(b)
True
```

Nouveau dans la version 3.7.

compare_networks (*other*)

Compare this network to *other*. In this comparison only the network addresses are considered ; host bits aren't. Returns either `-1`, `0` or `1`.

```
>>> ip_network('192.0.2.1/32').compare_networks(ip_network('192.0.2.2/32'))
-1
>>> ip_network('192.0.2.1/32').compare_networks(ip_network('192.0.2.0/32'))
1
>>> ip_network('192.0.2.1/32').compare_networks(ip_network('192.0.2.1/32'))
0
```

Obsolète depuis la version 3.7 : It uses the same ordering and comparison algorithm as "<", "==", and ">"

class ipaddress.**IPv6Network** (*address*, *strict=True*)

Construct an IPv6 network definition. *address* can be one of the following :

1. A string consisting of an IP address and an optional prefix length, separated by a slash (`/`). The IP address is the network address, and the prefix length must be a single number, the *prefix*. If no prefix length is provided, it's considered to be `/128`.

   Note that currently expanded netmasks are not supported. That means `2001:db00::0/24` is a valid argument while `2001:db00::0/ffff:ff00::` not.

2. An integer that fits into 128 bits. This is equivalent to a single-address network, with the network address being *address* and the mask being `/128`.

3. An integer packed into a *bytes* object of length 16, big-endian. The interpretation is similar to an integer *address*.

4. A two-tuple of an address description and a netmask, where the address description is either a string, a 128-bits integer, a 16-bytes packed integer, or an existing IPv6Address object; and the netmask is an integer representing the prefix length.

An *AddressValueError* is raised if *address* is not a valid IPv6 address. A *NetmaskValueError* is raised if the mask is not valid for an IPv6 address.

If *strict* is `True` and host bits are set in the supplied address, then *ValueError* is raised. Otherwise, the host bits are masked out to determine the appropriate network address.

Modifié dans la version 3.5 : Added the two-tuple form for the *address* constructor parameter.

version

max_prefixlen

is_multicast

is_private

is_unspecified

is_reserved

is_loopback

is_link_local

network_address

broadcast_address

hostmask

netmask

with_prefixlen

compressed

exploded

with_netmask

with_hostmask

num_addresses

prefixlen

hosts()

Returns an iterator over the usable hosts in the network. The usable hosts are all the IP addresses that belong to the network, except the Subnet-Router anycast address. For networks with a mask length of 127, the Subnet-Router anycast address is also included in the result.

overlaps(*other*)

address_exclude(*network*)

subnets(*prefixlen_diff=1*, *new_prefix=None*)

supernet(*prefixlen_diff=1*, *new_prefix=None*)

subnet_of(*other*)

supernet_of(*other*)

compare_networks(*other*)

Refer to the corresponding attribute documentation in *IPv4Network*.

is_site_local

These attribute is true for the network as a whole if it is true for both the network address and the broadcast address.

Opérateurs

Network objects support some operators. Unless stated otherwise, operators can only be applied between compatible objects (i.e. IPv4 with IPv4, IPv6 with IPv6).

Logical operators

Network objects can be compared with the usual set of logical operators. Network objects are ordered first by network address, then by net mask.

Itération

Network objects can be iterated to list all the addresses belonging to the network. For iteration, *all* hosts are returned, including unusable hosts (for usable hosts, use the `hosts()` method). An example :

```
>>> for addr in IPv4Network('192.0.2.0/28'):
...     addr
...
IPv4Address('192.0.2.0')
IPv4Address('192.0.2.1')
IPv4Address('192.0.2.2')
IPv4Address('192.0.2.3')
IPv4Address('192.0.2.4')
IPv4Address('192.0.2.5')
IPv4Address('192.0.2.6')
IPv4Address('192.0.2.7')
IPv4Address('192.0.2.8')
IPv4Address('192.0.2.9')
IPv4Address('192.0.2.10')
IPv4Address('192.0.2.11')
IPv4Address('192.0.2.12')
IPv4Address('192.0.2.13')
IPv4Address('192.0.2.14')
IPv4Address('192.0.2.15')
```

Networks as containers of addresses

Network objects can act as containers of addresses. Some examples :

```
>>> IPv4Network('192.0.2.0/28')[0]
IPv4Address('192.0.2.0')
>>> IPv4Network('192.0.2.0/28')[15]
IPv4Address('192.0.2.15')
>>> IPv4Address('192.0.2.6') in IPv4Network('192.0.2.0/28')
True
>>> IPv4Address('192.0.3.6') in IPv4Network('192.0.2.0/28')
False
```

22.28.4 Interface objects

Interface objects are *hashable*, so they can be used as keys in dictionaries.

class ipaddress.**IPv4Interface**(*address*)

Construct an IPv4 interface. The meaning of *address* is as in the constructor of *IPv4Network*, except that arbitrary host addresses are always accepted.

IPv4Interface is a subclass of *IPv4Address*, so it inherits all the attributes from that class. In addition, the following attributes are available :

ip

The address (*IPv4Address*) without network information.

```
>>> interface = IPv4Interface('192.0.2.5/24')
>>> interface.ip
IPv4Address('192.0.2.5')
```

network

The network (*IPv4Network*) this interface belongs to.

```
>>> interface = IPv4Interface('192.0.2.5/24')
>>> interface.network
IPv4Network('192.0.2.0/24')
```

with_prefixlen

A string representation of the interface with the mask in prefix notation.

```
>>> interface = IPv4Interface('192.0.2.5/24')
>>> interface.with_prefixlen
'192.0.2.5/24'
```

with_netmask

A string representation of the interface with the network as a net mask.

```
>>> interface = IPv4Interface('192.0.2.5/24')
>>> interface.with_netmask
'192.0.2.5/255.255.255.0'
```

with_hostmask

A string representation of the interface with the network as a host mask.

```
>>> interface = IPv4Interface('192.0.2.5/24')
>>> interface.with_hostmask
'192.0.2.5/0.0.0.255'
```

class ipaddress.**IPv6Interface**(*address*)

Construct an IPv6 interface. The meaning of *address* is as in the constructor of *IPv6Network*, except that arbitrary host addresses are always accepted.

IPv6Interface is a subclass of *IPv6Address*, so it inherits all the attributes from that class. In addition, the following attributes are available :

ip

network

with_prefixlen

with_netmask

with_hostmask

Refer to the corresponding attribute documentation in *IPv4Interface*.

Opérateurs

Interface objects support some operators. Unless stated otherwise, operators can only be applied between compatible objects (i.e. IPv4 with IPv4, IPv6 with IPv6).

Logical operators

Interface objects can be compared with the usual set of logical operators.

For equality comparison (== and !=), both the IP address and network must be the same for the objects to be equal. An interface will not compare equal to any address or network object.

For ordering (<, >, etc) the rules are different. Interface and address objects with the same IP version can be compared, and the address objects will always sort before the interface objects. Two interface objects are first compared by their networks and, if those are the same, then by their IP addresses.

22.28.5 Other Module Level Functions

The module also provides the following module level functions :

ipaddress.**v4_int_to_packed**(*address*)
Represent an address as 4 packed bytes in network (big-endian) order. *address* is an integer representation of an IPv4 IP address. A *ValueError* is raised if the integer is negative or too large to be an IPv4 IP address.

```
>>> ipaddress.ip_address(3221225985)
IPv4Address('192.0.2.1')
>>> ipaddress.v4_int_to_packed(3221225985)
b'\xc0\x00\x02\x01'
```

ipaddress.**v6_int_to_packed**(*address*)
Represent an address as 16 packed bytes in network (big-endian) order. *address* is an integer representation of an IPv6 IP address. A *ValueError* is raised if the integer is negative or too large to be an IPv6 IP address.

ipaddress.**summarize_address_range**(*first*, *last*)
Return an iterator of the summarized network range given the first and last IP addresses. *first* is the first *IPv4Address* or *IPv6Address* in the range and *last* is the last *IPv4Address* or *IPv6Address* in the range. A *TypeError* is raised if *first* or *last* are not IP addresses or are not of the same version. A *ValueError* is raised if *last* is not greater than *first* or if *first* address version is not 4 or 6.

```
>>> [ipaddr for ipaddr in ipaddress.summarize_address_range(
...     ipaddress.IPv4Address('192.0.2.0'),
...     ipaddress.IPv4Address('192.0.2.130'))]
[IPv4Network('192.0.2.0/25'), IPv4Network('192.0.2.128/31'), IPv4Network('192.
↪0.2.130/32')]
```

ipaddress.**collapse_addresses**(*addresses*)
Return an iterator of the collapsed *IPv4Network* or *IPv6Network* objects. *addresses* is an iterator of *IPv4Network* or *IPv6Network* objects. A *TypeError* is raised if *addresses* contains mixed version objects.

```
>>> [ipaddr for ipaddr in
... ipaddress.collapse_addresses([ipaddress.IPv4Network('192.0.2.0/25'),
... ipaddress.IPv4Network('192.0.2.128/25')])]
[IPv4Network('192.0.2.0/24')]
```

ipaddress.**get_mixed_type_key**(*obj*)
Return a key suitable for sorting between networks and addresses. Address and Network objects are not sortable by default ; they're fundamentally different, so the expression :

```
IPv4Address('192.0.2.0') <= IPv4Network('192.0.2.0/24')
```

doesn't make sense. There are some times however, where you may wish to have *ipaddress* sort these anyway. If you need to do this, you can use this function as the *key* argument to *sorted()*.

obj is either a network or address object.

22.28.6 Custom Exceptions

To support more specific error reporting from class constructors, the module defines the following exceptions :

exception ipaddress.**AddressValueError**(*ValueError*)
Any value error related to the address.

exception ipaddress.**NetmaskValueError**(*ValueError*)
Any value error related to the net mask.

CHAPITRE 23

Services multimédia

Les modules documentés dans ce chapitre implémentent divers algorithmes ou interfaces principalement utiles pour les applications multimédia. Ils peuvent ne pas être disponibles sur votre installation. En voici un aperçu :

23.1 `audioloop` — Manipulation de données audio brutes

The *audioop* module contains some useful operations on sound fragments. It operates on sound fragments consisting of signed integer samples 8, 16, 24 or 32 bits wide, stored in *bytes-like objects*. All scalar items are integers, unless specified otherwise.

Modifié dans la version 3.4 : Support for 24-bit samples was added. All functions now accept any *bytes-like object*. String input now results in an immediate error.

This module provides support for a-LAW, u-LAW and Intel/DVI ADPCM encodings.

A few of the more complicated operations only take 16-bit samples, otherwise the sample size (in bytes) is always a parameter of the operation.

The module defines the following variables and functions :

exception audioop.**error**
This exception is raised on all errors, such as unknown number of bytes per sample, etc.

audioop.**add**(*fragment1*, *fragment2*, *width*)
Return a fragment which is the addition of the two samples passed as parameters. *width* is the sample width in bytes, either `1`, `2`, `3` or `4`. Both fragments should have the same length. Samples are truncated in case of overflow.

audioop.**adpcm2lin**(*adpcmfragment*, *width*, *state*)
Decode an Intel/DVI ADPCM coded fragment to a linear fragment. See the description of *lin2adpcm()* for details on ADPCM coding. Return a tuple `(sample, newstate)` where the sample has the width specified in *width*.

audioop.**alaw2lin**(*fragment*, *width*)
Convert sound fragments in a-LAW encoding to linearly encoded sound fragments. a-LAW encoding always uses 8 bits samples, so *width* refers only to the sample width of the output fragment here.

audioop.**avg**(*fragment*, *width*)
Return the average over all samples in the fragment.

audioop.**avgpp**(*fragment*, *width*)
Return the average peak-peak value over all samples in the fragment. No filtering is done, so the usefulness of this routine is questionable.

audioop.**bias**(*fragment*, *width*, *bias*)
Return a fragment that is the original fragment with a bias added to each sample. Samples wrap around in case of overflow.

audioop.**byteswap**(*fragment*, *width*)
"Byteswap" all samples in a fragment and returns the modified fragment. Converts big-endian samples to little-endian and vice versa.

Nouveau dans la version 3.4.

audioop.**cross**(*fragment*, *width*)
Return the number of zero crossings in the fragment passed as an argument.

audioop.**findfactor**(*fragment*, *reference*)
Return a factor *F* such that `rms(add(fragment, mul(reference, -F)))` is minimal, i.e., return the factor with which you should multiply *reference* to make it match as well as possible to *fragment*. The fragments should both contain 2-byte samples.

The time taken by this routine is proportional to `len(fragment)`.

audioop.**findfit**(*fragment*, *reference*)
Try to match *reference* as well as possible to a portion of *fragment* (which should be the longer fragment). This is (conceptually) done by taking slices out of *fragment*, using *findfactor()* to compute the best match, and minimizing the result. The fragments should both contain 2-byte samples. Return a tuple `(offset, factor)` where *offset* is the (integer) offset into *fragment* where the optimal match started and *factor* is the (floating-point) factor as per *findfactor()*.

audioop.**findmax**(*fragment*, *length*)
Search *fragment* for a slice of length *length* samples (not bytes!) with maximum energy, i.e., return *i* for which `rms(fragment[i*2:(i+length)*2])` is maximal. The fragments should both contain 2-byte samples.

The routine takes time proportional to `len(fragment)`.

audioop.**getsample**(*fragment*, *width*, *index*)
Return the value of sample *index* from the fragment.

audioop.**lin2adpcm**(*fragment*, *width*, *state*)
Convert samples to 4 bit Intel/DVI ADPCM encoding. ADPCM coding is an adaptive coding scheme, whereby each 4 bit number is the difference between one sample and the next, divided by a (varying) step. The Intel/DVI ADPCM algorithm has been selected for use by the IMA, so it may well become a standard.

state is a tuple containing the state of the coder. The coder returns a tuple `(adpcmfrag, newstate)`, and the *newstate* should be passed to the next call of *lin2adpcm()*. In the initial call, `None` can be passed as the state. *adpcmfrag* is the ADPCM coded fragment packed 2 4-bit values per byte.

audioop.**lin2alaw**(*fragment*, *width*)
Convert samples in the audio fragment to a-LAW encoding and return this as a bytes object. a-LAW is an audio encoding format whereby you get a dynamic range of about 13 bits using only 8 bit samples. It is used by the Sun audio hardware, among others.

audioop.**lin2lin**(*fragment*, *width*, *newwidth*)
Convert samples between 1-, 2-, 3- and 4-byte formats.

Note : In some audio formats, such as .WAV files, 16, 24 and 32 bit samples are signed, but 8 bit samples are unsigned. So when converting to 8 bit wide samples for these formats, you need to also add 128 to the result :

```
new_frames = audioop.lin2lin(frames, old_width, 1)
new_frames = audioop.bias(new_frames, 1, 128)
```

The same, in reverse, has to be applied when converting from 8 to 16, 24 or 32 bit width samples.

audioop.**lin2ulaw**(*fragment*, *width*)
Convert samples in the audio fragment to u-LAW encoding and return this as a bytes object. u-LAW is an audio encoding format whereby you get a dynamic range of about 14 bits using only 8 bit samples. It is used by the Sun audio hardware, among others.

audioop.**max**(*fragment*, *width*)
Return the maximum of the *absolute value* of all samples in a fragment.

audioop.**maxpp**(*fragment*, *width*)
Return the maximum peak-peak value in the sound fragment.

audioop.**minmax**(*fragment*, *width*)
Return a tuple consisting of the minimum and maximum values of all samples in the sound fragment.

audioop.**mul**(*fragment*, *width*, *factor*)
Return a fragment that has all samples in the original fragment multiplied by the floating-point value *factor*. Samples are truncated in case of overflow.

audioop.**ratecv**(*fragment*, *width*, *nchannels*, *inrate*, *outrate*, *state*[, *weightA*[, *weightB*]])
Convert the frame rate of the input fragment.
state is a tuple containing the state of the converter. The converter returns a tuple `(newfragment, newstate)`, and *newstate* should be passed to the next call of *`ratecv()`*. The initial call should pass `None` as the state.
The *weightA* and *weightB* arguments are parameters for a simple digital filter and default to `1` and `0` respectively.

audioop.**reverse**(*fragment*, *width*)
Reverse the samples in a fragment and returns the modified fragment.

audioop.**rms**(*fragment*, *width*)
Return the root-mean-square of the fragment, i.e. `sqrt(sum(S_i^2)/n)`.
C'est une mesure de la puissance dans un signal audio.

audioop.**tomono**(*fragment*, *width*, *lfactor*, *rfactor*)
Convert a stereo fragment to a mono fragment. The left channel is multiplied by *lfactor* and the right channel by *rfactor* before adding the two channels to give a mono signal.

audioop.**tostereo**(*fragment*, *width*, *lfactor*, *rfactor*)
Generate a stereo fragment from a mono fragment. Each pair of samples in the stereo fragment are computed from the mono sample, whereby left channel samples are multiplied by *lfactor* and right channel samples by *rfactor*.

audioop.**ulaw2lin**(*fragment*, *width*)
Convert sound fragments in u-LAW encoding to linearly encoded sound fragments. u-LAW encoding always uses 8 bits samples, so *width* refers only to the sample width of the output fragment here.

Note that operations such as *`mul()`* or *`max()`* make no distinction between mono and stereo fragments, i.e. all samples are treated equal. If this is a problem the stereo fragment should be split into two mono fragments first and recombined later. Here is an example of how to do that :

```
def mul_stereo(sample, width, lfactor, rfactor):
    lsample = audioop.tomono(sample, width, 1, 0)
    rsample = audioop.tomono(sample, width, 0, 1)
    lsample = audioop.mul(lsample, width, lfactor)
    rsample = audioop.mul(rsample, width, rfactor)
    lsample = audioop.tostereo(lsample, width, 1, 0)
    rsample = audioop.tostereo(rsample, width, 0, 1)
    return audioop.add(lsample, rsample, width)
```

If you use the ADPCM coder to build network packets and you want your protocol to be stateless (i.e. to be able to tolerate packet loss) you should not only transmit the data but also the state. Note that you should send the *initial* state (the one you passed to *`lin2adpcm()`*) along to the decoder, not the final state (as returned by the coder). If you

want to use *struct.Struct* to store the state in binary you can code the first element (the predicted value) in 16 bits and the second (the delta index) in 8.

The ADPCM coders have never been tried against other ADPCM coders, only against themselves. It could well be that I misinterpreted the standards in which case they will not be interoperable with the respective standards.

The `find*()` routines might look a bit funny at first sight. They are primarily meant to do echo cancellation. A reasonably fast way to do this is to pick the most energetic piece of the output sample, locate that in the input sample and subtract the whole output sample from the input sample :

```
def echocancel(outputdata, inputdata):
    pos = audioop.findmax(outputdata, 800)    # one tenth second
    out_test = outputdata[pos*2:]
    in_test = inputdata[pos*2:]
    ipos, factor = audioop.findfit(in_test, out_test)
    # Optional (for better cancellation):
    # factor = audioop.findfactor(in_test[ipos*2:ipos*2+len(out_test)],
    #              out_test)
    prefill = '\0'*(pos+ipos)*2
    postfill = '\0'*(len(inputdata)-len(prefill)-len(outputdata))
    outputdata = prefill + audioop.mul(outputdata, 2, -factor) + postfill
    return audioop.add(inputdata, outputdata, 2)
```

23.2 `aifc` — Lis et écrit dans les fichiers AIFF et AIFC

Code source : Lib/aifc.py

This module provides support for reading and writing AIFF and AIFF-C files. AIFF is Audio Interchange File Format, a format for storing digital audio samples in a file. AIFF-C is a newer version of the format that includes the ability to compress the audio data.

Audio files have a number of parameters that describe the audio data. The sampling rate or frame rate is the number of times per second the sound is sampled. The number of channels indicate if the audio is mono, stereo, or quadro. Each frame consists of one sample per channel. The sample size is the size in bytes of each sample. Thus a frame consists of `nchannels * samplesize` bytes, and a second's worth of audio consists of `nchannels * samplesize * framerate` bytes.

For example, CD quality audio has a sample size of two bytes (16 bits), uses two channels (stereo) and has a frame rate of 44,100 frames/second. This gives a frame size of 4 bytes (2*2), and a second's worth occupies 2*2*44100 bytes (176,400 bytes).

Le module *aifc* définit les fonctions suivantes :

`aifc.`**`open`**(*file*, *mode=None*)
: Open an AIFF or AIFF-C file and return an object instance with methods that are described below. The argument *file* is either a string naming a file or a *file object*. *mode* must be `'r'` or `'rb'` when the file must be opened for reading, or `'w'` or `'wb'` when the file must be opened for writing. If omitted, `file.mode` is used if it exists, otherwise `'rb'` is used. When used for writing, the file object should be seekable, unless you know ahead of time how many samples you are going to write in total and use `writeframesraw()` and `setnframes()`. The *open()* function may be used in a `with` statement. When the `with` block completes, the *close()* method is called.

  Modifié dans la version 3.4 : La prise en charge de l'instruction `with` a été ajoutée.

Objects returned by *open()* when a file is opened for reading have the following methods :

`aifc.`**`getnchannels`**`()`
: Return the number of audio channels (1 for mono, 2 for stereo).

`aifc.`**`getsampwidth`**`()`
: Donne la taille en octets des échantillons, individuellement.

aifc.**getframerate**()
Return the sampling rate (number of audio frames per second).

aifc.**getnframes**()
Donne le nombre de trames (*frames*) audio du fichier.

aifc.**getcomptype**()
Return a bytes array of length 4 describing the type of compression used in the audio file. For AIFF files, the returned value is `b'NONE'`.

aifc.**getcompname**()
Return a bytes array convertible to a human-readable description of the type of compression used in the audio file. For AIFF files, the returned value is `b'not compressed'`.

aifc.**getparams**()
Renvoie une *namedtuple()* `(nchannels, sampwidth, framerate, nframes, comptype, compname)`, équivalent à la sortie des méthodes `get*()`.

aifc.**getmarkers**()
Return a list of markers in the audio file. A marker consists of a tuple of three elements. The first is the mark ID (an integer), the second is the mark position in frames from the beginning of the data (an integer), the third is the name of the mark (a string).

aifc.**getmark**(*id*)
Return the tuple as described in *getmarkers()* for the mark with the given *id*.

aifc.**readframes**(*nframes*)
Read and return the next *nframes* frames from the audio file. The returned data is a string containing for each frame the uncompressed samples of all channels.

aifc.**rewind**()
Rewind the read pointer. The next *readframes()* will start from the beginning.

aifc.**setpos**(*pos*)
Va à la trame de numéro donné.

aifc.**tell**()
Donne le numéro de la trame courante.

aifc.**close**()
Close the AIFF file. After calling this method, the object can no longer be used.

Objects returned by *open()* when a file is opened for writing have all the above methods, except for `readframes()` and `setpos()`. In addition the following methods exist. The `get*()` methods can only be called after the corresponding `set*()` methods have been called. Before the first `writeframes()` or `writeframesraw()`, all parameters except for the number of frames must be filled in.

aifc.**aiff**()
Create an AIFF file. The default is that an AIFF-C file is created, unless the name of the file ends in `'.aiff'` in which case the default is an AIFF file.

aifc.**aifc**()
Create an AIFF-C file. The default is that an AIFF-C file is created, unless the name of the file ends in `'.aiff'` in which case the default is an AIFF file.

aifc.**setnchannels**(*nchannels*)
Définit le nombre de canaux du fichier audio.

aifc.**setsampwidth**(*width*)
Définit la taille en octets des échantillons audio.

aifc.**setframerate**(*rate*)
Specify the sampling frequency in frames per second.

aifc.**setnframes**(*nframes*)
Specify the number of frames that are to be written to the audio file. If this parameter is not set, or not set correctly, the file needs to support seeking.

aifc.**setcomptype**(*type*, *name*)
Specify the compression type. If not specified, the audio data will not be compressed. In AIFF files, compression is not possible. The name parameter should be a human-readable description of the compression type as a bytes array, the type parameter should be a bytes array of length 4. Currently the following compression types are supported : `b'NONE'`, `b'ULAW'`, `b'ALAW'`, `b'G722'`.

aifc.**setparams**(*nchannels*, *sampwidth*, *framerate*, *comptype*, *compname*)
Set all the above parameters at once. The argument is a tuple consisting of the various parameters. This means that it is possible to use the result of a *getparams()* call as argument to *setparams()*.

aifc.**setmark**(*id*, *pos*, *name*)
Add a mark with the given id (larger than 0), and the given name at the given position. This method can be called at any time before *close()*.

aifc.**tell**()
Return the current write position in the output file. Useful in combination with *setmark()*.

aifc.**writeframes**(*data*)
Write data to the output file. This method can only be called after the audio file parameters have been set.
Modifié dans la version 3.4 : N'importe quel *bytes-like object* est maintenant accepté.

aifc.**writeframesraw**(*data*)
Like *writeframes()*, except that the header of the audio file is not updated.
Modifié dans la version 3.4 : N'importe quel *bytes-like object* est maintenant accepté.

aifc.**close**()
Close the AIFF file. The header of the file is updated to reflect the actual size of the audio data. After calling this method, the object can no longer be used.

23.3 sunau --- Read and write Sun AU files

Code source : Lib/sunau.py

The *sunau* module provides a convenient interface to the Sun AU sound format. Note that this module is interface-compatible with the modules *aifc* and *wave*.

An audio file consists of a header followed by the data. The fields of the header are :

Champ	Sommaire
magic word	The four bytes `.snd`.
header size	Size of the header, including info, in bytes.
data size	Physical size of the data, in bytes.
encoding	Indicates how the audio samples are encoded.
sample rate	The sampling rate.
# of channels	The number of channels in the samples.
info	ASCII string giving a description of the audio file (padded with null bytes).

Apart from the info field, all header fields are 4 bytes in size. They are all 32-bit unsigned integers encoded in big-endian byte order.

The *sunau* module defines the following functions :

sunau.**open**(*file*, *mode*)
If *file* is a string, open the file by that name, otherwise treat it as a seekable file-like object. *mode* can be any of

'r' Mode lecture seule.

'w' Mode écriture seule.

Note that it does not allow read/write files.

A *mode* of `'r'` returns an `AU_read` object, while a *mode* of `'w'` or `'wb'` returns an `AU_write` object.

sunau.**openfp**(*file*, *mode*)
Un synonyme de *open()*, maintenu pour la rétrocompatibilité.
Deprecated since version 3.7, will be removed in version 3.9.

The *sunau* module defines the following exception :

exception sunau.**Error**
An error raised when something is impossible because of Sun AU specs or implementation deficiency.

The *sunau* module defines the following data items :

sunau.**AUDIO_FILE_MAGIC**
An integer every valid Sun AU file begins with, stored in big-endian form. This is the string `.snd` interpreted as an integer.

sunau.**AUDIO_FILE_ENCODING_MULAW_8**
sunau.**AUDIO_FILE_ENCODING_LINEAR_8**
sunau.**AUDIO_FILE_ENCODING_LINEAR_16**
sunau.**AUDIO_FILE_ENCODING_LINEAR_24**
sunau.**AUDIO_FILE_ENCODING_LINEAR_32**
sunau.**AUDIO_FILE_ENCODING_ALAW_8**
Values of the encoding field from the AU header which are supported by this module.

sunau.**AUDIO_FILE_ENCODING_FLOAT**
sunau.**AUDIO_FILE_ENCODING_DOUBLE**
sunau.**AUDIO_FILE_ENCODING_ADPCM_G721**
sunau.**AUDIO_FILE_ENCODING_ADPCM_G722**
sunau.**AUDIO_FILE_ENCODING_ADPCM_G723_3**
sunau.**AUDIO_FILE_ENCODING_ADPCM_G723_5**
Additional known values of the encoding field from the AU header, but which are not supported by this module.

23.3.1 AU_read Objects

AU_read objects, as returned by *open()* above, have the following methods :

AU_read.**close**()
Close the stream, and make the instance unusable. (This is called automatically on deletion.)

AU_read.**getnchannels**()
Returns number of audio channels (1 for mono, 2 for stereo).

AU_read.**getsampwidth**()
Renvoie la largeur de l'échantillon en octets.

AU_read.**getframerate**()
Renvoie la fréquence d'échantillonnage.

AU_read.**getnframes**()
Renvoie le nombre de trames audio.

AU_read.**getcomptype**()
Returns compression type. Supported compression types are `'ULAW'`, `'ALAW'` and `'NONE'`.

AU_read.**getcompname**()
Human-readable version of *getcomptype()*. The supported types have the respective names `'CCITT G.711 u-law'`, `'CCITT G.711 A-law'` and `'not compressed'`.

AU_read.**getparams**()
Renvoie une *namedtuple()* `(nchannels, sampwidth, framerate, nframes, comptype, compname)`, équivalent à la sortie des méthodes `get*()`.

AU_read.**readframes**(*n*)
Reads and returns at most *n* frames of audio, as a *bytes* object. The data will be returned in linear format. If the original data is in u-LAW format, it will be converted.

AU_read.**rewind**()
Remet le pointeur de fichier au début du flux audio.

Les deux fonctions suivantes utilisent le vocabulaire ”position”. Ces positions sont compatible entre elles, la ”position” de l'un est compatible avec la ”position” de l'autre. Cette position est dépendante de l'implémentation.

AU_read.**setpos**(*pos*)
Set the file pointer to the specified position. Only values returned from *tell()* should be used for *pos*.

AU_read.**tell**()
Return current file pointer position. Note that the returned value has nothing to do with the actual position in the file.

The following two functions are defined for compatibility with the *aifc*, and don't do anything interesting.

AU_read.**getmarkers**()
Renvoie None.

AU_read.**getmark**(*id*)
Lève une erreur.

23.3.2 AU_write Objects

AU_write objects, as returned by *open()* above, have the following methods :

AU_write.**setnchannels**(*n*)
Définit le nombre de canaux.

AU_write.**setsampwidth**(*n*)
Set the sample width (in bytes.)
Modifié dans la version 3.4 : Added support for 24-bit samples.

AU_write.**setframerate**(*n*)
Set the frame rate.

AU_write.**setnframes**(*n*)
Set the number of frames. This can be later changed, when and if more frames are written.

AU_write.**setcomptype**(*type*, *name*)
Set the compression type and description. Only 'NONE' and 'ULAW' are supported on output.

AU_write.**setparams**(*tuple*)
The *tuple* should be (nchannels, sampwidth, framerate, nframes, comptype, compname), with values valid for the set*() methods. Set all parameters.

AU_write.**tell**()
Return current position in the file, with the same disclaimer for the *AU_read.tell()* and *AU_read.setpos()* methods.

AU_write.**writeframesraw**(*data*)
Écrit les trames audio sans corriger *nframes*.
Modifié dans la version 3.4 : N'importe quel *bytes-like object* est maintenant accepté.

AU_write.**writeframes**(*data*)
Write audio frames and make sure *nframes* is correct.
Modifié dans la version 3.4 : N'importe quel *bytes-like object* est maintenant accepté.

AU_write.**close**()
Make sure *nframes* is correct, and close the file.
This method is called upon deletion.

Note that it is invalid to set any parameters after calling writeframes() or writeframesraw().

23.4 wave --- Lecture et écriture des fichiers WAV

Code source : Lib/wave.py

Le module *wave* fournit une interface pratique pour le format de son WAV. Il ne gère pas la compression ni la décompression, mais gère le mono et le stéréo.

Le module *wave* définit la fonction et l'exception suivante :

wave.**open**(*file*, *mode=None*)
Si *file* est une chaîne de caractères, ouvre le fichier sous ce nom, sinon, il est traité comme un objet de type fichier. *mode* peut être :

'rb' Mode lecture seule.

'wb' Mode écriture seule.

Notez que ce module ne permet pas de manipuler des fichiers WAV en lecture/écriture.

Un *mode* 'rb' renvoie un objet Wave_read, alors qu'un *mode* 'wb' renvoie un objet Wave_write. Si *mode* est omis et qu'un objet de type fichier est donné au paramètre *file*, file.mode est utilisé comme valeur par défaut pour *mode*.

Si vous donnez un objet de type fichier, l'objet *wave* ne le ferme pas lorsque sa méthode close() est appelée car c'est l'appelant qui est responsable de la fermeture.

La fonction *open()* peut être utilisée dans une instruction with. Lorsque le with est terminé, la méthode *Wave_read.close()* ou la méthode *Wave_write.close()* est appelée.

Modifié dans la version 3.4 : Ajout de la gestion des fichiers non navigables.

wave.**openfp**(*file*, *mode*)
Un synonyme de *open()*, maintenu pour la rétrocompatibilité.

Deprecated since version 3.7, will be removed in version 3.9.

exception wave.**Error**
Une erreur est levée lorsque quelque chose est impossible car elle enfreint la spécification WAV ou rencontre un problème d'implémentation.

23.4.1 Objets Wave_read

Les objets Wave_read, tels qu'ils sont renvoyés par *open()*, ont les méthodes suivantes :

Wave_read.**close**()
Ferme le flux s'il a été ouvert par *wave* et rend l'instance inutilisable. Ceci est appelé automatiquement lorsque l'objet est détruit .

Wave_read.**getnchannels**()
Renvoie le nombre de canaux audio (1 pour mono, 2 pour stéréo).

Wave_read.**getsampwidth**()
Renvoie la largeur de l'échantillon en octets.

Wave_read.**getframerate**()
Renvoie la fréquence d'échantillonnage.

Wave_read.**getnframes**()
Renvoie le nombre de trames audio.

Wave_read.**getcomptype**()
Renvoie le type de compression ('NONE' est le seul type géré).

Wave_read.**getcompname**()
Version compréhensible de *getcomptype()*. Généralement, 'not compressed' équivaut à 'NONE'.

Wave_read.**getparams**()
Renvoie une *namedtuple()* (nchannels, sampwidth, framerate, nframes, comptype, compname), équivalent à la sortie des méthodes get*().

Wave_read.**readframes**(*n*)
Lit et renvoie au plus *n* trames audio, sous forme d'objet *bytes*.

Wave_read.**rewind**()
Remet le pointeur de fichier au début du flux audio.

Les deux méthodes suivantes sont définies pour la compatibilité avec le module *aifc*; elles ne font rien d'intéressant.

Wave_read.**getmarkers**()
Renvoie None.

Wave_read.**getmark**(*id*)
Lève une erreur.

Les deux fonctions suivantes utilisent le vocabulaire "position". Ces positions sont compatible entre elles, la "position" de l'un est compatible avec la "position" de l'autre. Cette position est dépendante de l'implémentation.

Wave_read.**setpos**(*pos*)
Place le pointeur du fichier sur la position spécifiée.

Wave_read.**tell**()
Renvoie la position actuelle du pointeur du fichier.

23.4.2 Objets Wave_write

Pour les flux de sortie navigables, l'en-tête wave est automatiquement mis à jour pour refléter le nombre de trames réellement écrites. Pour les flux non indexables, la valeur *nframes* doit être précise lorsque la première trame est écrite. Une valeur précise de *nframes* peut être obtenue en appelant les méthodes *setnframes()* ou *setparams()* en passant en paramètre le nombre de trames qui seront écrites avant que *close()* soit appelé puis en utilisant la méthode *writeframesraw()* pour écrire les trames audio, ou en appelant la méthode *writeframes()* avec toutes les trames audio. Dans ce dernier cas, la méthode *writeframes()* calcule le nombre de trames dans le flux audio et définit *nframes* en conséquence avant d'écrire les données des trames.

Les objets Wave_write, tels qu'ils sont renvoyés par *open()*, ont les méthodes suivantes :

Modifié dans la version 3.4 : Ajout de la gestion des fichiers non navigables.

Wave_write.**close**()
Assurez-vous que *nframes* soit correct et fermez le fichier s'il a été ouvert par *wave*. Cette méthode est appelée à la destruction de l'objet. Il lève une erreur si le flux de sortie n'est pas navigable et si *nframes* ne correspond pas au nombre de trames réellement écrites.

Wave_write.**setnchannels**(*n*)
Définit le nombre de canaux.

Wave_write.**setsampwidth**(*n*)
Définit la largeur de l'échantillon à *n* octets.

Wave_write.**setframerate**(*n*)
Définit la fréquence des trames à *n*.

Modifié dans la version 3.2 : Un paramètre non-entier passé à cette méthode est arrondi à l'entier le plus proche.

Wave_write.**setnframes**(*n*)
Définit le nombre de trames à *n*. Cela sera modifié ultérieurement si le nombre de trames réellement écrites est différent (la tentative de mise à jour générera une erreur si le flux de sortie n'est pas indexable).

Wave_write.**setcomptype**(*type*, *name*)
Définit le type de compression et la description. Pour le moment, seul le type de compression NONE est géré, c'est-à-dire aucune compression.

`Wave_write.`**`setparams`**(*tuple*)
Le *tuple* doit être `(nchannels, sampwidth, framerate, nframes, comptype, compname)`, avec des valeurs valides pour les méthodes `set*()`. Tous les paramètres sont obligatoires et doivent être définis.

`Wave_write.`**`tell`**()
Renvoie la position actuelle dans le fichier, avec les mêmes réserves que pour les méthodes *`Wave_read.tell()`* et *`Wave_read.setpos()`*.

`Wave_write.`**`writeframesraw`**(*data*)
Écrit les trames audio sans corriger *nframes*.
Modifié dans la version 3.4 : N'importe quel *bytes-like object* est maintenant accepté.

`Wave_write.`**`writeframes`**(*data*)
Écrit des trames audio et s'assure que *nframes* est correct. Une erreur est levée si le flux de sortie est non-navigable et si le nombre total de trames écrites après que *data* soit écrit ne correspond pas à la valeur précédemment définie pour *nframes*.
Modifié dans la version 3.4 : N'importe quel *bytes-like object* est maintenant accepté.

Notez qu'il est impossible de définir des paramètres après avoir appelé `writeframes()` ou `writeframesraw()`, et toute tentative en ce sens lève une *`wave.Error`*.

23.5 `chunk` --- Read IFF chunked data

Source code : Lib/chunk.py

This module provides an interface for reading files that use EA IFF 85 chunks. [1] This format is used in at least the Audio Interchange File Format (AIFF/AIFF-C) and the Real Media File Format (RMFF). The WAVE audio file format is closely related and can also be read using this module.

A chunk has the following structure :

Offset	Length	Sommaire
0	4	Chunk ID
4	4	Size of chunk in big-endian byte order, not including the header
8	*n*	Data bytes, where *n* is the size given in the preceding field
8 + *n*	0 or 1	Pad byte needed if *n* is odd and chunk alignment is used

The ID is a 4-byte string which identifies the type of chunk.

The size field (a 32-bit value, encoded using big-endian byte order) gives the size of the chunk data, not including the 8-byte header.

Usually an IFF-type file consists of one or more chunks. The proposed usage of the *`Chunk`* class defined here is to instantiate an instance at the start of each chunk and read from the instance until it reaches the end, after which a new instance can be instantiated. At the end of the file, creating a new instance will fail with an *`EOFError`* exception.

`class` `chunk.`**`Chunk`**(*file*, *align=True*, *bigendian=True*, *inclheader=False*)
Class which represents a chunk. The *file* argument is expected to be a file-like object. An instance of this class is specifically allowed. The only method that is needed is `read()`. If the methods *`seek()`* and *`tell()`* are present and don't raise an exception, they are also used. If these methods are present and raise an exception, they are expected to not have altered the object. If the optional argument *align* is true, chunks are assumed to be aligned on 2-byte boundaries. If *align* is false, no alignment is assumed. The default value is true. If the optional argument *bigendian* is false, the chunk size is assumed to be in little-endian order. This is needed for WAVE audio files. The default value is true. If the optional argument *inclheader* is true, the size given in the chunk header includes the size of the header. The default value is false.
A *`Chunk`* object supports the following methods :

1. "EA IFF 85" Standard for Interchange Format Files, Jerry Morrison, Electronic Arts, January 1985.

getname()
Returns the name (ID) of the chunk. This is the first 4 bytes of the chunk.

getsize()
Returns the size of the chunk.

close()
Close and skip to the end of the chunk. This does not close the underlying file.

The remaining methods will raise *OSError* if called after the *close()* method has been called. Before Python 3.3, they used to raise *IOError*, now an alias of *OSError*.

isatty()
Returns `False`.

seek(*pos*, *whence=0*)
Set the chunk's current position. The *whence* argument is optional and defaults to `0` (absolute file positioning); other values are `1` (seek relative to the current position) and `2` (seek relative to the file's end). There is no return value. If the underlying file does not allow seek, only forward seeks are allowed.

tell()
Return the current position into the chunk.

read(*size=-1*)
Read at most *size* bytes from the chunk (less if the read hits the end of the chunk before obtaining *size* bytes). If the *size* argument is negative or omitted, read all data until the end of the chunk. An empty bytes object is returned when the end of the chunk is encountered immediately.

skip()
Skip to the end of the chunk. All further calls to *read()* for the chunk will return `b''`. If you are not interested in the contents of the chunk, this method should be called so that the file points to the start of the next chunk.

Notes

23.6 `colorsys` — Conversions entre les systèmes de couleurs

Code source : Lib/colorsys.py

Le module *colorsys* définit les conversions bidirectionnelles des valeurs de couleur entre les couleurs exprimées dans l'espace colorimétrique RVB (Rouge Vert Bleu) utilisé par les écrans d'ordinateur et trois autres systèmes de coordonnées : YIQ, HLS (Hue Lightness Saturation) et HSV (Hue Saturation Value). Les coordonnées dans tous ces espaces colorimétriques sont des valeurs en virgule flottante. Dans l'espace YIQ, la coordonnée Y est comprise entre 0 et 1, mais les coordonnées I et Q peuvent être positives ou négatives. Dans tous les autres espaces, les coordonnées sont toutes comprises entre 0 et 1.

Voir aussi :

Consultez http://poynton.ca/ColorFAQ.html et https://www.cambridgeincolour.com/tutorials/color-spaces.htm pour plus d'informations concernant les espaces colorimétriques.

Le module *colorsys* définit les fonctions suivantes :

colorsys.**rgb_to_yiq**(*r*, *g*, *b*)
Convertit la couleur des coordonnées RGB (RVB) vers les coordonnées YIQ.

colorsys.**yiq_to_rgb**(*y*, *i*, *q*)
Convertit la couleur des coordonnées YIQ vers les coordonnées RGB (RVB).

colorsys.**rgb_to_hls**(*r*, *g*, *b*)
Convertit la couleur des coordonnées RGB (RVB) vers les coordonnées HLS (TSV).

colorsys.**hls_to_rgb**(*h*, *l*, *s*)
Convertit la couleur des coordonnées HLS (TSV) vers les coordonnées RGB (RVB).

colorsys.**rgb_to_hsv**(*r*, *g*, *b*)
Convertit la couleur des coordonnées RGB (RVB) vers les coordonnées HSV (TSV).

colorsys.**hsv_to_rgb**(*h*, *s*, *v*)
Convertit la couleur des coordonnées HSV (TSV) vers les coordonnées RGB (RVB).

Exemple :

```
>>> import colorsys
>>> colorsys.rgb_to_hsv(0.2, 0.4, 0.4)
(0.5, 0.5, 0.4)
>>> colorsys.hsv_to_rgb(0.5, 0.5, 0.4)
(0.2, 0.4, 0.4)
```

23.7 imghdr --- Determine the type of an image

Code source : Lib/imghdr.py

The *imghdr* module determines the type of image contained in a file or byte stream.

The *imghdr* module defines the following function :

imghdr.**what**(*filename*, *h=None*)
Tests the image data contained in the file named by *filename*, and returns a string describing the image type. If optional *h* is provided, the *filename* is ignored and *h* is assumed to contain the byte stream to test.
Modifié dans la version 3.6 : Accepte un *path-like object*.

The following image types are recognized, as listed below with the return value from *what()* :

Valeur	Image format
'rgb'	SGI ImgLib Files
'gif'	GIF 87a and 89a Files
'pbm'	Portable Bitmap Files
'pgm'	Portable Graymap Files
'ppm'	Portable Pixmap Files
'tiff'	TIFF Files
'rast'	Sun Raster Files
'xbm'	X Bitmap Files
'jpeg'	JPEG data in JFIF or Exif formats
'bmp'	BMP files
'png'	Portable Network Graphics
'webp'	WebP files
'exr'	OpenEXR Files

Nouveau dans la version 3.5 : The *exr* and *webp* formats were added.

You can extend the list of file types *imghdr* can recognize by appending to this variable :

imghdr.**tests**
A list of functions performing the individual tests. Each function takes two arguments : the byte-stream and an open file-like object. When *what()* is called with a byte-stream, the file-like object will be None.
The test function should return a string describing the image type if the test succeeded, or None if it failed.

Exemple :

```
>>> import imghdr
>>> imghdr.what('bass.gif')
'gif'
```

23.8 sndhdr — Détermine le type d'un fichier audio

Code source : Lib/sndhdr.py

Le module *sndhdr* fournit des fonctions permettant d'essayer de déterminer le type de données audio contenues dans un fichier. Lorsque ces fonctions parviennent à déterminer le format de données, elles renvoient un *namedtuple()*, contenant cinq attributs : (filetype, framerate, nchannels, nframes, sampwidth). La valeur de *type* indique le format de données parmi 'aifc', 'aiff', 'au', 'hcom', 'sndr', 'sndt', 'voc', 'wav', '8svx', 'sb', 'ub', et 'ul'. La valeur de *sampling_rate* sera soit la vraie valeur, soit, si elle est inconnue ou compliquée à obtenir, 0. De même, *channels* vaut soit le nombre de canaux soit 0 s'il ne peut pas être déterminé ou si la valeur est compliquée à décoder. La valeur de *frames* sera soit le nombre de *frames* soit −1. Le dernier élément du tuple, *bits_per_sample* sera soit la taille d'un échantillon en bits, soit 'A' pour *A-LAW* ou 'U' pour *u-LAW*.

sndhdr.**what**(*filename*)
: Détermine le type de données audio stockée dans le fichier *filename* en utilisant *whathdr()*. Si elle y parvient, le *namedtuple* décrit plus haut est renvoyé, sinon, None.

  Modifié dans la version 3.5 : Le type renvoyé passe d'un *tuple* à un *namedtuple*.

sndhdr.**whathdr**(*filename*)
: Détermine le type de données audio contenue dans un fichier, en se basant sur ses entêtes. Le nom du fichier est donné par *filename*. Cette fonction renvoie un *namedtuple* tel que décrit plus haut, si elle y parvient, sinon None.

  Modifié dans la version 3.5 : Le type renvoyé passe d'un *tuple* à un *namedtuple*.

23.9 ossaudiodev --- Access to OSS-compatible audio devices

This module allows you to access the OSS (Open Sound System) audio interface. OSS is available for a wide range of open-source and commercial Unices, and is the standard audio interface for Linux and recent versions of FreeBSD.

Modifié dans la version 3.3 : Operations in this module now raise *OSError* where *IOError* was raised.

Voir aussi :

Open Sound System Programmer's Guide the official documentation for the OSS C API

The module defines a large number of constants supplied by the OSS device driver; see <sys/soundcard.h> on either Linux or FreeBSD for a listing.

ossaudiodev defines the following variables and functions :

exception ossaudiodev.**OSSAudioError**
: This exception is raised on certain errors. The argument is a string describing what went wrong.

  (If *ossaudiodev* receives an error from a system call such as open(), write(), or ioctl(), it raises *OSError*. Errors detected directly by *ossaudiodev* result in *OSSAudioError*.)

  (For backwards compatibility, the exception class is also available as ossaudiodev.error.)

ossaudiodev.**open**(*mode*)
ossaudiodev.**open**(*device*, *mode*)
: Open an audio device and return an OSS audio device object. This object supports many file-like methods, such as read(), write(), and fileno() (although there are subtle differences between conventional Unix read/write semantics and those of OSS audio devices). It also supports a number of audio-specific methods; see below for the complete list of methods.

  device is the audio device filename to use. If it is not specified, this module first looks in the environment variable AUDIODEV for a device to use. If not found, it falls back to /dev/dsp.

  mode is one of 'r' for read-only (record) access, 'w' for write-only (playback) access and 'rw' for both. Since many sound cards only allow one process to have the recorder or player open at a time, it is a good idea

to open the device only for the activity needed. Further, some sound cards are half-duplex : they can be opened for reading or writing, but not both at once.

Note the unusual calling syntax : the *first* argument is optional, and the second is required. This is a historical artifact for compatibility with the older `linuxaudiodev` module which *ossaudiodev* supersedes.

`ossaudiodev.`**`openmixer`**`(`[*device*]`)`

Open a mixer device and return an OSS mixer device object. *device* is the mixer device filename to use. If it is not specified, this module first looks in the environment variable `MIXERDEV` for a device to use. If not found, it falls back to `/dev/mixer`.

23.9.1 Audio Device Objects

Before you can write to or read from an audio device, you must call three methods in the correct order :

1. `setfmt()` to set the output format
2. `channels()` to set the number of channels
3. `speed()` to set the sample rate

Alternately, you can use the `setparameters()` method to set all three audio parameters at once. This is more convenient, but may not be as flexible in all cases.

The audio device objects returned by *open()* define the following methods and (read-only) attributes :

`oss_audio_device.`**`close`**`()`

Explicitly close the audio device. When you are done writing to or reading from an audio device, you should explicitly close it. A closed device cannot be used again.

`oss_audio_device.`**`fileno`**`()`

Return the file descriptor associated with the device.

`oss_audio_device.`**`read`**`(`*size*`)`

Read *size* bytes from the audio input and return them as a Python string. Unlike most Unix device drivers, OSS audio devices in blocking mode (the default) will block *read()* until the entire requested amount of data is available.

`oss_audio_device.`**`write`**`(`*data*`)`

Write a *bytes-like object* *data* to the audio device and return the number of bytes written. If the audio device is in blocking mode (the default), the entire data is always written (again, this is different from usual Unix device semantics). If the device is in non-blocking mode, some data may not be written---see *writeall()*.

Modifié dans la version 3.5 : N'importe quel *bytes-like object* est maintenant accepté.

`oss_audio_device.`**`writeall`**`(`*data*`)`

Write a *bytes-like object* *data* to the audio device : waits until the audio device is able to accept data, writes as much data as it will accept, and repeats until *data* has been completely written. If the device is in blocking mode (the default), this has the same effect as *write()* ; *writeall()* is only useful in non-blocking mode. Has no return value, since the amount of data written is always equal to the amount of data supplied.

Modifié dans la version 3.5 : N'importe quel *bytes-like object* est maintenant accepté.

Modifié dans la version 3.2 : Audio device objects also support the context management protocol, i.e. they can be used in a `with` statement.

The following methods each map to exactly one `ioctl()` system call. The correspondence is obvious : for example, `setfmt()` corresponds to the `SNDCTL_DSP_SETFMT` ioctl, and `sync()` to `SNDCTL_DSP_SYNC` (this can be useful when consulting the OSS documentation). If the underlying `ioctl()` fails, they all raise *OSError*.

`oss_audio_device.`**`nonblock`**`()`

Put the device into non-blocking mode. Once in non-blocking mode, there is no way to return it to blocking mode.

`oss_audio_device.`**`getfmts`**`()`

Return a bitmask of the audio output formats supported by the soundcard. Some of the formats supported by OSS are :

Format	Description
AFMT_MU_LAW	a logarithmic encoding (used by Sun .au files and /dev/audio)
AFMT_A_LAW	a logarithmic encoding
AFMT_IMA_ADPCM	a 4 :1 compressed format defined by the Interactive Multimedia Association
AFMT_U8	Unsigned, 8-bit audio
AFMT_S16_LE	Signed, 16-bit audio, little-endian byte order (as used by Intel processors)
AFMT_S16_BE	Signed, 16-bit audio, big-endian byte order (as used by 68k, PowerPC, Sparc)
AFMT_S8	Signed, 8 bit audio
AFMT_U16_LE	Unsigned, 16-bit little-endian audio
AFMT_U16_BE	Unsigned, 16-bit big-endian audio

Consult the OSS documentation for a full list of audio formats, and note that most devices support only a subset of these formats. Some older devices only support AFMT_U8; the most common format used today is AFMT_S16_LE.

oss_audio_device.**setfmt**(*format*)
Try to set the current audio format to *format*---see *getfmts()* for a list. Returns the audio format that the device was set to, which may not be the requested format. May also be used to return the current audio format---do this by passing an "audio format" of AFMT_QUERY.

oss_audio_device.**channels**(*nchannels*)
Set the number of output channels to *nchannels*. A value of 1 indicates monophonic sound, 2 stereophonic. Some devices may have more than 2 channels, and some high-end devices may not support mono. Returns the number of channels the device was set to.

oss_audio_device.**speed**(*samplerate*)
Try to set the audio sampling rate to *samplerate* samples per second. Returns the rate actually set. Most sound devices don't support arbitrary sampling rates. Common rates are :

Rate	Description
8000	default rate for /dev/audio
11025	speech recording
22050	
44100	CD quality audio (at 16 bits/sample and 2 channels)
96000	DVD quality audio (at 24 bits/sample)

oss_audio_device.**sync**()
Wait until the sound device has played every byte in its buffer. (This happens implicitly when the device is closed.) The OSS documentation recommends closing and re-opening the device rather than using *sync()*.

oss_audio_device.**reset**()
Immediately stop playing or recording and return the device to a state where it can accept commands. The OSS documentation recommends closing and re-opening the device after calling *reset()*.

oss_audio_device.**post**()
Tell the driver that there is likely to be a pause in the output, making it possible for the device to handle the pause more intelligently. You might use this after playing a spot sound effect, before waiting for user input, or before doing disk I/O.

The following convenience methods combine several ioctls, or one ioctl and some simple calculations.

oss_audio_device.**setparameters**(*format*, *nchannels*, *samplerate*[, *strict=False*])
Set the key audio sampling parameters---sample format, number of channels, and sampling rate---in one method call. *format*, *nchannels*, and *samplerate* should be as specified in the *setfmt()*, *channels()*, and *speed()* methods. If *strict* is true, *setparameters()* checks to see if each parameter was actually set to the requested value, and raises *OSSAudioError* if not. Returns a tuple (*format*, *nchannels*, *samplerate*) indicating the parameter values that were actually set by the device driver (i.e., the same as the return values of *setfmt()*, *channels()*, and *speed()*).

For example,

```
(fmt, channels, rate) = dsp.setparameters(fmt, channels, rate)
```

is equivalent to

```
fmt = dsp.setfmt(fmt)
channels = dsp.channels(channels)
rate = dsp.rate(rate)
```

oss_audio_device.**bufsize**()
Returns the size of the hardware buffer, in samples.

oss_audio_device.**obufcount**()
Returns the number of samples that are in the hardware buffer yet to be played.

oss_audio_device.**obuffree**()
Returns the number of samples that could be queued into the hardware buffer to be played without blocking.

Audio device objects also support several read-only attributes :

oss_audio_device.**closed**
Boolean indicating whether the device has been closed.

oss_audio_device.**name**
String containing the name of the device file.

oss_audio_device.**mode**
The I/O mode for the file, either `"r"`, `"rw"`, or `"w"`.

23.9.2 Mixer Device Objects

The mixer object provides two file-like methods :

oss_mixer_device.**close**()
This method closes the open mixer device file. Any further attempts to use the mixer after this file is closed will raise an *OSError*.

oss_mixer_device.**fileno**()
Returns the file handle number of the open mixer device file.

Modifié dans la version 3.2 : Mixer objects also support the context management protocol.

The remaining methods are specific to audio mixing :

oss_mixer_device.**controls**()
This method returns a bitmask specifying the available mixer controls ("Control" being a specific mixable "channel", such as `SOUND_MIXER_PCM` or `SOUND_MIXER_SYNTH`). This bitmask indicates a subset of all available mixer controls---the `SOUND_MIXER_*` constants defined at module level. To determine if, for example, the current mixer object supports a PCM mixer, use the following Python code :

```
mixer=ossaudiodev.openmixer()
if mixer.controls() & (1 << ossaudiodev.SOUND_MIXER_PCM):
    # PCM is supported
    ... code ...
```

For most purposes, the `SOUND_MIXER_VOLUME` (master volume) and `SOUND_MIXER_PCM` controls should suffice---but code that uses the mixer should be flexible when it comes to choosing mixer controls. On the Gravis Ultrasound, for example, `SOUND_MIXER_VOLUME` does not exist.

oss_mixer_device.**stereocontrols**()
Returns a bitmask indicating stereo mixer controls. If a bit is set, the corresponding control is stereo ; if it is unset, the control is either monophonic or not supported by the mixer (use in combination with *controls()* to determine which).

See the code example for the *controls()* function for an example of getting data from a bitmask.

oss_mixer_device.**reccontrols**()
: Returns a bitmask specifying the mixer controls that may be used to record. See the code example for *controls()* for an example of reading from a bitmask.

oss_mixer_device.**get**(*control*)
: Returns the volume of a given mixer control. The returned volume is a 2-tuple `(left_volume, right_volume)`. Volumes are specified as numbers from 0 (silent) to 100 (full volume). If the control is monophonic, a 2-tuple is still returned, but both volumes are the same.

  Raises *OSSAudioError* if an invalid control is specified, or *OSError* if an unsupported control is specified.

oss_mixer_device.**set**(*control*, *(left*, *right)*)
: Sets the volume for a given mixer control to `(left,right)`. `left` and `right` must be ints and between 0 (silent) and 100 (full volume). On success, the new volume is returned as a 2-tuple. Note that this may not be exactly the same as the volume specified, because of the limited resolution of some soundcard's mixers.

  Raises *OSSAudioError* if an invalid mixer control was specified, or if the specified volumes were out-of-range.

oss_mixer_device.**get_recsrc**()
: This method returns a bitmask indicating which control(s) are currently being used as a recording source.

oss_mixer_device.**set_recsrc**(*bitmask*)
: Call this function to specify a recording source. Returns a bitmask indicating the new recording source (or sources) if successful; raises *OSError* if an invalid source was specified. To set the current recording source to the microphone input :

```
mixer.setrecsrc (1 << ossaudiodev.SOUND_MIXER_MIC)
```

CHAPITRE 24

Internationalisation

Les modules décrits dans ce chapitre vous aident à rédiger des programmes indépendants des langues et des cultures en fournissant des mécanismes pour sélectionner une langue à utiliser dans les messages, ou en adaptant la sortie aux conventions culturelles.

La liste des modules documentés dans ce chapitre est :

24.1 `gettext` — Services d'internationalisation multilingue

Code source : Lib/gettext.py

Le module *`gettext`* fournit un service d'internationalisation (*I18N*) et de localisation linguistique (*L10N*) pour vos modules et applications Python. Il est compatible avec l'API du catalogue de messages GNU **`gettext`** et à un plus haut niveau, avec l'API basée sur les classes qui serait peut-être plus adaptée aux fichiers Python. L'interface décrite ci-dessous vous permet d'écrire les textes de vos modules et applications dans une langue naturelle, puis de fournir un catalogue de traductions pour les lancer ensuite dans d'autres langues naturelles.

Quelques astuces sur la localisation de vos modules et applications Python sont également données.

24.1.1 API GNU `gettext`

Le module *`gettext`* définit l'API suivante, qui est très proche de l'API de GNU **`gettext`**. Si vous utilisez cette API, cela affectera la traduction de toute votre application. C'est souvent le comportement attendu si votre application est monolingue, avec le choix de la langue qui dépend des paramètres linguistiques de l'utilisateur. Si vous localisez un module Python ou si votre application a besoin de changer de langue à la volée, il est plus judicieux d'utiliser l'API basée sur des classes.

`gettext.`**`bindtextdomain`**(*domain*, *localedir=None*)

Lie *domain* au répertoire *localedir* des localisations. Plus spécifiquement, *`gettext`* va chercher les fichiers binaires `.mo` pour un domaine donné, en utilisant le chemin suivant (sous Unix) : *`localedir`*`/`*`language`*`/LC_MESSAGES/`*`domain`*`.mo`, où *languages* est contenu respectivement dans l'une des variables d'environnement suivantes : `LANGUAGE`, `LC_ALL`, `LC_MESSAGES` et `LANG`.

Si *localedir* n'est pas renseigné ou vaut `None`, alors le lien actuel de *domain* est renvoyé. [1]

`gettext.`**`bind_textdomain_codeset`**(*domain*, *codeset=None*)
Lie *domain* à *codeset*, en changeant l'encodage des chaînes d'octets retournées par les fonctions *`lgettext()`*, *`ldgettext()`*, *`lngettext()`* et *`ldngettext()`*. Si *codeset* n'est pas renseigné, alors le lien actuel est renvoyé.

`gettext.`**`textdomain`**(*domain=None*)
Change ou interroge le domaine global actuel. Si *domain* vaut `None`, alors le domaine global actuel est renvoyé. Sinon, le domaine global est positionné à *domain*, puis renvoyé.

`gettext.`**`gettext`**(*message*)
Renvoie la traduction localisée de *message*, en se basant sur le domaine global actuel, la langue et le répertoire des localisations. Cette fonction est typiquement renommée `_()` dans le namespace courant (voir les exemples ci-dessous).

`gettext.`**`dgettext`**(*domain*, *message*)
Comme *`gettext()`*, mais cherche le message dans le domaine spécifié.

`gettext.`**`ngettext`**(*singular*, *plural*, *n*)
Comme *`gettext()`*, mais prend en compte les formes au pluriel. Si une traduction a été trouvée, utilise la formule pour trouver le pluriel à *n* et renvoie le message généré (quelques langues ont plus de deux formes au pluriel). Si aucune traduction n'a été trouvée, renvoie *singular* si *n* vaut 1, *plural* sinon.

La formule pour trouver le pluriel est récupérée dans l'entête du catalogue. C'est une expression en C ou en Python qui a une variable libre *n* et qui évalue l'index du pluriel dans le catalogue. Voir la documentation de GNU gettext pour la syntaxe précise à utiliser dans les fichiers `.po` et pour les formules dans différents langues.

`gettext.`**`dngettext`**(*domain*, *singular*, *plural*, *n*)
Comme *`ngettext()`*, mais cherche le message dans le domaine spécifié.

`gettext.`**`lgettext`**(*message*)

`gettext.`**`ldgettext`**(*domain*, *message*)

`gettext.`**`lngettext`**(*singular*, *plural*, *n*)

`gettext.`**`ldngettext`**(*domain*, *singular*, *plural*, *n*)
Équivalent aux fonctions correspondantes non préfixées par `l` (*`gettext()`*, *`dgettext()`*, *`ngettext()`* et *`dngettext()`*), mais la traduction est retournée en tant que chaîne d'octets, encodée avec l'encodage du système si aucun autre n'a été explicitement défini avec *`bind_textdomain_codeset()`*.

> **Avertissement :** Ces fonctions sont à éviter en Python 3 car elles renvoient des octets encodés. Il est préférable d'utiliser des alternatives qui renvoient de l'Unicode, puisque beaucoup d'applications Python voudront manipuler du texte lisible par des humains plutôt que des octets. En outre, il est possible que vous obteniez des exceptions non prévues liées à Unicode s'il y a des soucis d'encodage avec les chaînes de caractères traduites. Il est d'ailleurs probable que les fonctions `l*()` deviennent obsolètes dans les versions futures de Python à cause de leurs problèmes et limitations inhérents.

Notez que GNU **`gettext`** a aussi une méthode `dcgettext()`, mais elle a été considérée comme inutile et donc actuellement marquée comme non implémentée.

Voici un exemple classique d'utilisation de cette API :

```
import gettext
gettext.bindtextdomain('myapplication', '/path/to/my/language/directory')
gettext.textdomain('myapplication')
_ = gettext.gettext
# ...
print(_('This is a translatable string.'))
```

1. The default locale directory is system dependent; for example, on RedHat Linux it is `/usr/share/locale`, but on Solaris it is `/usr/lib/locale`. The *`gettext`* module does not try to support these system dependent defaults; instead its default is *`sys.base_prefix`*`/share/locale` (see *`sys.base_prefix`*). For this reason, it is always best to call *`bindtextdomain()`* with an explicit absolute path at the start of your application.

24.1.2 API basée sur les classes

L'API du module *gettext* basée sur les classes vous donne plus de flexibilité et est plus pratique que l'API de GNU **gettext**. Son utilisation est recommandée pour localiser vos applications et modules Python. gettext définit une classe *GNUTranslations* qui analyse syntaxiquement les fichiers au format GNU .mo, et qui possède des méthodes pour renvoyer des chaînes de caractères. Les instances de cette classe "translations" peuvent également s'installer dans l'espace de nommage natif en tant que fonction _().

gettext.**find**(*domain*, *localedir=None*, *languages=None*, *all=False*)

Cette fonction implémente l'algorithme standard de recherche de fichier mo. Il prend en entrée un *domain*, tout comme la fonction *textdomain()*. Le paramètre optionnel *localedir* est le même que celui de *bindtextdomain()*. Le paramètre optionnel *langages* est une liste de chaînes de caractères correspondants au code d'une langue.

Si *localedir* n'est pas renseigné, alors le répertoire de la locale par défaut du système est utilisé.[2] Si *languages* n'est pas renseigné, alors les variables d'environnement suivantes sont utilisées : LANGUAGE, LC_ALL, LC_MESSAGES et LANG. La première à renvoyer une valeur non vide est alors utilisée pour *languages*. Ces variables d'environnement doivent contenir une liste de langues, séparées par des deux-points, qui sera utilisée pour générer la liste des codes de langues attendue.

Recherche avec *find()*, découvre et normalise les langues, puis itère sur la liste obtenue afin de trouver un fichier de traduction existant et correspondant :

localedir/*language*/LC_MESSAGES/*domain*.mo

Le premier nom de fichier trouvé est renvoyé par *find()*. Si aucun fichier n'a été trouvé, alors *None* est renvoyé. Si *all* est vrai, est renvoyée la liste de tous les noms de fichiers, dans l'ordre dans lequel ils apparaissent dans *languages* ou dans les variables d'environnement.

gettext.**translation**(*domain*, *localedir=None*, *languages=None*, *class_=None*, *fallback=False*, *codeset=None*)

Renvoie une instance de la classe *Translations en se basant sur *domain*, *localedir* et *languages*, qui sont d'abord passés en argument de *find()* afin d'obtenir une liste de chemin des fichiers .mo associés. Les instances avec des noms de fichiers .mo identiques sont mises en cache. La classe réellement instanciée est soit *class_* si renseigné, soit une classe *GNUTranslations*. Le constructeur de cette classe doit prendre en argument un seul *file object*. Si renseigné, *codeset* modifiera le jeu de caractères utilisé pour encoder les chaînes de caractères traduites, dans les méthodes *lgettext()* et *lngettext()*.

Si plusieurs fichiers ont été trouvés, les derniers sont utilisés comme substitut des premiers. Pour rendre possible cette substitution, *copy.copy()* est utilisé pour copier chaque objet traduit depuis le cache ; les vraies données de l'instance étant toujours recopiées dans le cache.

Si aucun fichier .mo n'a été trouvé, soit *fallback* vaut *False* (valeur par défaut) et une exception *OSError* est levée, soit *fallback* vaut *True* et une instance *NullTranslations* est renvoyée.

Modifié dans la version 3.3 : Avant, c'était l'exception *IOError* qui était levée, au lieu de *OSError*.

gettext.**install**(*domain*, *localedir=None*, *codeset=None*, *names=None*)

Positionne la fonction _() dans l'espace de nommage natif de Python, en se basant sur *domain*, *localedir* et *codeset*, qui sont passés en argument de la fonction *translation()*.

Concernant le paramètre *names*, se référer à la description de la méthode *install()*.

Habituellement, la fonction _() est appliquée aux chaînes de caractères qui doivent être traduites comme suit :

```
print(_('This string will be translated.'))
```

Pour plus de confort, il vaut mieux positionner la fonction _() dans l'espace de nommage natif de Python pour la rendre plus accessible dans tous les modules de votre application.

2. Voir la note de *bindtextdomain()* ci-dessus.

La classe `NullTranslations`

Les classes de traduction implémentent le fait de passer d'une chaîne de caractères du fichier original à traduire à la traduction de celle-ci. La classe de base utilisée est *`NullTranslations`*. C'est l'interface de base à utiliser lorsque vous souhaitez écrire vos propres classes spécifiques à la traduction. Voici les méthodes de `NullTranslations` :

class gettext.**NullTranslations**(*fp=None*)

Prend un paramètre optionnel un *file object* *fp*, qui est ignoré par la classe de base. Initialise les variables d'instance "protégées" *_info* et *_chardet*, définies par des classes dérivées, tout comme *_fallback* qui est définie au travers de *`add_fallback()`*. Puis appelle `self._parse(fp)` si *fp* ne vaut pas `None`.

_parse(*fp*)

Cette méthode, non exécutée dans la classe de base, prend en paramètre un objet fichier *fp* et lit les données de ce dernier. Si vous avez un catalogue de messages dont le format n'est pas pris en charge, vous devriez surcharger cette méthode pour analyser votre format.

add_fallback(*fallback*)

Ajoute *fallback* comme objet de substitution pour l'objet de traduction courant. Un objet de traduction devrait interroger cet objet de substitution s'il ne peut fournir une traduction pour un message donné.

gettext(*message*)

Si un objet de substitution a été défini, transmet `gettext()` à celui-ci. Sinon, renvoie *message*. Surchargé dans les classes dérivées.

ngettext(*singular*, *plural*, *n*)

Si un objet de substitution a été défini, transmet `ngettext()` à celui-ci. Sinon, renvoie *singular* si *n* vaut 1, *plural* sinon. Surchargé dans les classes dérivées.

lgettext(*message*)

lngettext(*singular*, *plural*, *n*)

Équivalent de *`gettext()`* et *`ngettext()`*, mais la traduction est renvoyée sous la forme d'une chaîne d'octets, encodée avec l'encodage du système si aucun autre n'a été défini avec *`set_output_charset()`*. Surchargé dans les classes dérivées.

> **Avertissement :** L'utilisation de ces méthodes doivent être évitée en Python 3. Voir l'avertissement de la fonction *`lgettext()`*.

info()

Renvoie l'attribut "protégé" `_info`, dictionnaire contenant les métadonnées trouvées dans le fichier de catalogue de messages.

charset()

Renvoie l'encodage du fichier du catalogue de messages.

output_charset()

Renvoie l'encodage utilisé par *`lgettext()`* et *`lngettext()`* pour la traduction des messages.

set_output_charset(*charset*)

Modifie l'encodage utilisé pour la traduction des messages.

install(*names=None*)

Cette méthode positionne *`gettext()`* dans l'espace de nommage natif, en le liant à `_`.

Si le paramètre *names* est renseigné, celui-ci doit être une séquence contenant les noms des fonctions que vous souhaitez positionner dans l'espace de nommage natif, en plus de `_()`. Les noms pris en charge sont `'gettext'`, `'ngettext'`, `'lgettext'` et `'lngettext'`.

Notez que ce n'est là qu'un moyen parmi d'autres, quoique le plus pratique, pour rendre la fonction `_()` accessible à votre application. Puisque cela affecte toute l'application, et plus particulièrement l'espace de nommage natif, les modules localisés ne devraient jamais y positionner `_()`. Au lieu de cela, ces derniers doivent plutôt utiliser le code suivant pour rendre `_()` accessible par leurs modules :

```
import gettext
t = gettext.translation('mymodule', ...)
_ = t.gettext
```

Cela met `_()` dans l'espace de nommage global du module uniquement et donc n'affectera ses appels que dans ce module.

La classe `GNUTranslations`

Le module *gettext* fournit une classe supplémentaire qui hérite de *NullTranslations* : *GNUTranslations*. Cette classe surcharge `_parse()` pour permettre de lire les fichiers GNU **gettext** `.mo` au format petit et gros-boutiste.

GNUTranslations analyse les métadonnées optionnelles du catalogue de traduction. Il est d'usage avec GNU **gettext** d'utiliser une métadonnée pour traduire la chaîne vide. Cette métadonnée est un ensemble de paires de la forme `clef: valeur` comme définie par la **RFC 822**, et doit contenir la clef `Project-Id-Version`. Si la clef `Content-Type` est trouvée dans une métadonnée, alors la propriété `charset` (jeu de caractères) est utilisée pour initialiser la variable d'instance "protégée" `_charset`, sinon cette dernière est positionnée à `None`. Si l'encodage du jeu de caractères est spécifié, tous les messages (identifiants et chaînes de caractères) lus depuis le catalogue sont convertis en chaînes Unicode via cet encodage, ou via l'encodage ASCII si non renseigné.

Et puisque les identifiants des messages sont également lus comme des chaînes Unicode, toutes les méthodes `*gettext()` les considéreront ainsi, et pas comme des chaînes d'octets.

La totalité des paires clef / valeur est insérée dans un dictionnaire et représente la variable d'instance "protégée" `_info`.

Si le nombre magique du fichier `.mo` est invalide, le numéro de la version majeure inattendu, ou si d'autres problèmes apparaissent durant la lecture du fichier, instancier une classe *GNUTranslations* peut lever une exception *OSError*.

class gettext.**GNUTranslations**

Les méthodes suivantes, provenant de l'implémentation de la classe de base, ont été surchargée :

gettext(*message*)

Recherche l'identifiant de *message* dans le catalogue et renvoie le message de la chaîne de caractères correspondante comme une chaîne Unicode. Si aucun identifiant n'a été trouvé pour *message* et qu'un substitut a été défini, la recherche est transmise à la méthode *gettext()* du substitut. Sinon, l'identifiant de *message* est renvoyé.

ngettext(*singular*, *plural*, *n*)

Effectue une recherche sur les formes plurielles de l'identifiant d'un message. *singular* est utilisé pour la recherche de l'identifiant dans le catalogue, alors que *n* permet de savoir quelle forme plurielle utiliser. La chaîne de caractère du message renvoyée est une chaîne Unicode.

Si l'identifiant du message n'est pas trouvé dans le catalogue et qu'un substitut a été spécifié, la requête est transmise à la méthode *ngettext()* du substitut. Sinon, est renvoyé *singular* lorsque *n* vaut 1, *plural* dans tous les autres cas.

Voici un exemple :

```
n = len(os.listdir('.'))
cat = GNUTranslations(somefile)
message = cat.ngettext(
    'There is %(num)d file in this directory',
    'There are %(num)d files in this directory',
    n) % {'num': n}
```

lgettext(*message*)

lngettext(*singular*, *plural*, *n*)

Équivalent de *gettext()* et *ngettext()*, mais la traduction est renvoyée sous la forme d'une chaîne d'octets, encodée avec l'encodage du système si aucun autre n'a été défini avec *set_output_charset()*.

> **Avertissement :** L'utilisation de ces méthodes doivent être évitée en Python 3. Voir l'avertissement de la fonction *lgettext()*.

Support du catalogue de message de Solaris

Le système d'exploitation Solaris possède son propre format de fichier binaire `.mo`, mais pour l'heure, puisqu'on ne peut trouver de documentation sur ce format, il n'est pas géré.

Le constructeur *Catalog*

GNOME utilise une version du module *gettext* de James Henstridge, mais qui a une API légèrement différente. D'après la documentation, elle s'utilise ainsi :

```
import gettext
cat = gettext.Catalog(domain, localedir)
_ = cat.gettext
print(_('hello world'))
```

Pour des raisons de compatibilité avec cet ancien module, la fonction `Catalog()` est un alias de la fonction *translation()* décrite ci-dessous.

Une différence entre ce module et celui de Henstridge : les objets de son catalogue étaient accessibles depuis un schéma de l'API, mais cela semblait ne pas être utilisé et donc n'est pas pris en charge.

24.1.3 Internationaliser vos programmes et modules

L'internationalisation (*I18N*) consiste à permettre à un programme de recevoir des traductions dans plusieurs langues. La localisation (*L10N*) consiste à adapter un programme à la langue et aux habitudes culturelles locales, une fois celui-ci internationalisé. Afin de fournir du texte multilingue à votre programme Python, les étapes suivantes sont nécessaires :

1. préparer votre programme ou module en marquant spécifiquement les chaînes à traduire
2. lancer une suite d'outils sur les fichiers contenant des chaînes à traduire pour générer des catalogues de messages brut
3. créer les traductions spécifiques à une langue des catalogues de messages
4. utiliser le module *gettext* pour que les chaînes de caractères soient bien traduites

Afin de préparer votre code à être traduit (*I18N*), vous devrez rechercher toutes les chaînes de caractères de vos fichiers. À chaque chaîne de caractères à traduire doit être appliqué le marqueur `_('...')` --- c'est-à-dire en appelant la fonction `_()`. Par exemple :

```
filename = 'mylog.txt'
message = _('writing a log message')
with open(filename, 'w') as fp:
    fp.write(message)
```

Dans cet exemple, la chaîne `'writing a log message'` est maquée comme traduite, contrairement aux chaînes `'mylog.txt'` et `'w'`.

Il existe quelques outils pour extraire les chaînes de caractères destinées à la traduction. Le programme d'origine GNU **gettext** ne prenait en charge que les codes sources en C ou C++, mais sa version étendue **xgettext** peut lire du code écrit dans de nombreux langages, dont le Python, afin de trouver les chaînes notées comme traduisibles. Babel est une bibliothèque en Python d'internationalisation, qui inclut un script `pybabel` permettant d'extraire et de compiler des catalogues de messages. Le programme de François Pinard, nommé **xpot**, fait de même et est disponible dans son paquet po-utils.

(Python inclut également des versions en Python de ces programmes, **pygettext.py** et **msgfmt.py**, que certaines distributions Python installeront pour vous. **pygettext.py** est similaire à **xgettext**, mais ne comprend que le code source écrit en Python et ne peut prendre en charge d'autres langages de programmation tels que le C ou C++. **pygettext.py** possède une interface en ligne de commande similaire à celle de **xgettext** --- pour plus de détails sur son utilisation, exécuter `pygettext.py --help`. **msgfmt.py** est compatible avec GNU **msgfmt**. Avec ces deux programmes, vous ne devriez pas avoir besoin du paquet GNU **gettext** pour internationaliser vos applications en Python.)

xgettext, **pygettext** et d'autres outils similaires génèrent des fichiers `.po` représentant les catalogues de messages. Il s'agit de fichiers structurés et lisibles par un être humain, qui contiennent toutes les chaînes du code source marquées comme traduisible, ainsi que leur traduction à utiliser.

Les copies de ces fichiers `.po` sont ensuite remises à des êtres humains qui traduisent le contenu pour chaque langue naturelle prise en charge. Pour chacune des langues, ces derniers renvoient la version complétée sous la forme d'un fichier `<code-langue>.po` qui a été compilé dans un fichier binaire `.mo` représentant le catalogue lisible par une machine à l'aide du programme **msgfmt**. Les fichiers `.mo` sont utilisés par le module *gettext* pour la traduction lors de l'exécution.

La façon dont vous utilisez le module *gettext* dans votre code dépend de si vous internationalisez un seul module ou l'ensemble de votre application. Les deux sections suivantes traitent chacune des cas.

Localiser votre module

Si vous localisez votre module, veillez à ne pas faire de changements globaux, e.g. dans l'espace de nommage natif. Vous ne devriez pas utiliser l'API GNU **gettext** mais plutôt celle basée sur les classes.

Disons que votre module s'appelle "spam" et que les fichiers `.mo` de traduction dans les différentes langues naturelles soient dans `/usr/share/locale` au format GNU **gettext**. Voici ce que vous pouvez alors mettre en haut de votre module :

```
import gettext
t = gettext.translation('spam', '/usr/share/locale')
_ = t.gettext
```

Localiser votre application

Si vous localisez votre application, vous pouvez positionner la fonction `_()` de manière globale dans l'espace de nommage natif, généralement dans le fichier principal de votre application. Cela permettra à tous les fichiers de votre application de n'utiliser que `_('...')` sans devoir le redéfinir explicitement dans chaque fichier.

Dans ce cas, vous n'aurez à ajouter que le bout de code suivant au fichier principal de votre application :

```
import gettext
gettext.install('myapplication')
```

Si vous avez besoin de définir le dossier des localisations, vous pouvez le mettre en argument de la fonction *install()* :

```
import gettext
gettext.install('myapplication', '/usr/share/locale')
```

Changer de langue à la volée

Si votre programme a besoin de prendre en charge plusieurs langues en même temps, vous pouvez créer plusieurs instances de traduction, puis basculer entre elles de façon explicite, comme ceci :

```
import gettext

lang1 = gettext.translation('myapplication', languages=['en'])
lang2 = gettext.translation('myapplication', languages=['fr'])
lang3 = gettext.translation('myapplication', languages=['de'])

# start by using language1
lang1.install()

# ... time goes by, user selects language 2
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
lang2.install()

# ... more time goes by, user selects language 3
lang3.install()
```

Traductions différées

Dans la plupart des cas, en programmation, les chaînes de caractères sont traduites à l'endroit où on les écrit. Cependant, il peut arriver que vous ayez besoin de traduire une chaîne de caractères un peu plus loin. Un exemple classique est :

```
animals = ['mollusk',
           'albatross',
           'rat',
           'penguin',
           'python', ]
# ...
for a in animals:
    print(a)
```

Ici, vous voulez marquer les chaînes de caractères de la liste `animals` comme étant traduisibles, mais ne les traduire qu'au moment de les afficher.

Voici un moyen de gérer ce cas :

```
def _(message): return message

animals = [_('mollusk'),
           _('albatross'),
           _('rat'),
           _('penguin'),
           _('python'), ]

del _

# ...
for a in animals:
    print(_(a))
```

Cela fonctionne car la définition factice de `_()` renvoie simplement la chaîne de caractères passée en entrée. Et cette définition factice va temporairement outrepasser toute autre définition de `_()` dans l'espace de nommage natif (jusqu'à l'utilisation de la commande `del`). Attention toutefois si vous avez déjà une autre définition de `_()` dans l'espace de nommage local.

À noter qu'à la deuxième utilisation de `_()`, "a" ne sera pas vue comme traduisible par le programme **`gettext`** car ce n'est pas un chaîne au sens propre.

Voici une autre solution :

```
def N_(message): return message

animals = [N_('mollusk'),
           N_('albatross'),
           N_('rat'),
           N_('penguin'),
           N_('python'), ]

# ...
for a in animals:
    print(_(a))
```

Dans ce cas, les chaînes à traduire sont identifiées avec la fonction `N_()`, qui n'entre pas en conflit avec définition de `_()`. Cependant, il faudra apprendre à votre programme d'extraction de messages à rechercher les chaînes de caractères à traduire parmi celles ayant le marqueur `N_()`. **`xgettext`**, **`pygettext`**, `pybabel extract` et **`xpot`** prennent tous en charge cela grâce à l'option en ligne de commande `-k`. Le choix du nom `N_()` ici est totalement arbitraire et aurait très bien pu être `MarqueurDeTraduction()`.

24.1.4 Remerciements

Les personnes suivantes ont contribué au code, ont fait des retours, ont participé aux suggestions de conception et aux implémentations précédentes, et ont partagé leur expérience précieuse pour la création de ce module :

- Peter Funk
- James Henstridge
- Juan David Ibáñez Palomar
- Marc-André Lemburg
- Martin von Löwis
- François Pinard
- Barry Warsaw
- Gustavo Niemeyer

Notes

24.2 `locale` — Services d'internationalisation

Source code : Lib/locale.py

Le module *`locale`* donne accès à la base de données et aux fonctionnalités des paramètres linguistiques définis par POSIX. Le mécanisme des paramètres linguistiques de POSIX permet aux développeurs de faire face à certaines problématiques culturelles dans une application, sans avoir à connaître toutes les spécificités de chaque pays où le logiciel est exécuté.

Le module *`locale`* est implémenté au-dessus du module `_locale`, qui lui-même utilise l'implémentation du paramètre régional ANSI C si disponible.

Le module *`locale`* définit l'exception et les fonctions suivantes :

exception `locale.`**`Error`**
: Exception levée lorsque le paramètre régional passé en paramètre de *`setlocale()`* n'est pas reconnu.

`locale.`**`setlocale`**(*category*, *locale=None*)
: Si *locale* ne vaut pas `None`, *`setlocale()`* modifie le paramètre régional pour la catégorie *category*. Les catégories disponibles sont listées dans la description des données ci-dessous. *locale* peut être une chaîne de caractères ou un itérable de deux chaînes de caractères (code de la langue et encodage). Si c'est un itérable, il est converti en un nom de paramètre régional à l'aide du moteur de normalisation fait pour. Si c'est une chaîne vide, les paramètres par défaut de l'utilisateur sont utilisés. Si la modification du paramètre régional échoue, l'exception *`Error`* est levée. Si elle fonctionne, le nouveau paramètre est renvoyé.

  Si *locale* est omis ou vaut `None`, le paramètre actuel de *category* est renvoyé.

  `setlocale()` n'est pas *thread-safe* sur la plupart des systèmes. Les applications commencent généralement par un appel de :

  ```
  import locale
  locale.setlocale(locale.LC_ALL, '')
  ```

  Cela définit les paramètres régionaux dans toutes les catégories sur ceux par défaut de l'utilisateur (habituellement spécifiés dans la variable d'environnement `LANG`). Si les paramètres régionaux ne sont pas modifiés par la suite, l'utilisation de fils d'exécution ne devrait pas poser de problèmes.

locale.**localeconv**()

Renvoie la base de données des conventions locales sous forme de dictionnaire. Ce dictionnaire a les chaînes de caractères suivantes comme clés :

Catégorie	Clé	Signification
LC_NUMERIC	'decimal_point'	Caractère du séparateur décimal (entre la partie entière et la partie décimale).
	'grouping'	Séquence de nombres spécifiant les positions relatives attendues pour 'thousands_sep' (séparateur de milliers). Si la séquence se termine par *CHAR_MAX*, aucun autre regroupement n'est effectué. Si la séquence se termine par un 0, la dernière taille du groupe est utilisée à plusieurs reprises.
	'thousands_sep'	Caractère utilisé entre les groupes (séparateur de milliers).
LC_MONETARY	'int_curr_symbol'	Symbole monétaire international.
	'currency_symbol'	Symbole monétaire local.
	'p_cs_precedes/n_cs_precedes'	Si le symbole monétaire précède ou non la valeur (pour les valeurs positives et négatives, respectivement).
	'p_sep_by_space/n_sep_by_space'	Si le symbole monétaire est séparé de la valeur par une espace ou non (pour les valeurs positives et négatives, respectivement).
	'mon_decimal_point'	Séparateur décimal (entre la partie entière et la partie décimale) utilisé pour les valeurs monétaires.
	'frac_digits'	Nombre de décimales utilisées dans le format local des valeurs monétaires.
	'int_frac_digits'	Nombre de décimales utilisées dans le format international des valeurs monétaires.
	'mon_thousands_sep'	Séparateur de groupe utilisé pour les valeurs monétaires.
	'mon_grouping'	Équivalent de 'grouping', utilisé pour les valeurs monétaires.
	'positive_sign'	Symbole utilisé pour indiquer qu'une valeur monétaire est positive.
	'negative_sign'	Symbole utilisé pour indiquer qu'une valeur monétaire est négative.
	'p_sign_posn/n_sign_posn'	Position du signe (pour les valeurs positives et négatives, respectivement), voir ci-dessous.

Toutes les valeurs numériques peuvent être définies à *CHAR_MAX* pour indiquer qu'il n'y a pas de valeur spécifiée pour ces paramètres régionaux.

Les valeurs possibles pour 'p_sign_posn' et 'n_sign_posn' sont données ci-dessous.

Valeur	Explication
0	Le symbole monétaire et la valeur sont entourés de parenthèses.
1	Le signe doit précéder la valeur et le symbole monétaire.
2	Le signe doit suivre la valeur et le symbole monétaire.
3	Le signe doit précéder immédiatement la valeur.
4	Le signe doit suivre immédiatement la valeur.
CHAR_MAX	Rien n'est spécifié dans ces paramètres régionaux.

The function sets temporarily the LC_CTYPE locale to the LC_NUMERIC locale or the LC_MONETARY locale if locales are different and numeric or monetary strings are non-ASCII. This temporary change affects other threads.

Modifié dans la version 3.7 : La fonction définit maintenant la valeur du paramètre LC_CTYPE à celle du paramètre LC_NUMERIC temporairement dans certains cas.

locale.**nl_langinfo**(*option*)

Renvoie quelques informations spécifiques aux paramètres régionaux sous forme de chaîne. Cette fonction n'est pas disponible sur tous les systèmes et l'ensemble des options possibles peut également varier d'une plateforme à l'autre. Les valeurs possibles pour les arguments sont des nombres, pour lesquels des constantes symboliques sont disponibles dans le module *locale*.

La fonction *nl_langinfo()* accepte l'une des clés suivantes. La plupart des descriptions sont extraites des descriptions correspondantes dans la bibliothèque GNU C.

locale.**CODESET**
: Récupère une chaîne avec le nom de l'encodage des caractères utilisé par le paramètre régional sélectionné.

locale.**D_T_FMT**
: Récupère une chaîne qui peut être utilisée comme une chaîne de format par *time.strftime()* afin de représenter la date et l'heure pour un paramètre régional spécifique.

locale.**D_FMT**
: Récupère une chaîne qui peut être utilisée comme une chaîne de format par *time.strftime()* afin de représenter une date pour un paramètre régional spécifique.

locale.**T_FMT**
: Récupère une chaîne qui peut être utilisée comme une chaîne de format par *time.strftime()* afin de représenter une heure pour un paramètre régional spécifique.

locale.**T_FMT_AMPM**
: Récupère une chaîne de format pour *time.strftime()* afin de représenter l'heure au format am / pm.

DAY_1 ... DAY_7
: Récupère le nom du n-ième jour de la semaine.

Note : Cela suit la convention américaine qui définit DAY_1 comme étant dimanche, et non la convention internationale (ISO 8601) où lundi est le premier jour de la semaine.

ABDAY_1 ... ABDAY_7
: Récupère l'abréviation du n-ième jour de la semaine.

MON_1 ... MON_12
: Récupère le nom du n-ième mois.

ABMON_1 ... ABMON_12
: Récupère l'abréviation du n-ième mois.

locale.**RADIXCHAR**
: Récupère le caractère de séparation *radix* (point décimal, virgule décimale, etc.).

locale.**THOUSEP**
: Récupère le caractère de séparation des milliers (groupes de 3 chiffres).

locale.**YESEXPR**
: Récupère une expression régulière qui peut être utilisée par la fonction *regex* pour reconnaître une réponse positive à une question fermée (oui / non).

Note : L'expression est dans une syntaxe adaptée à la fonction `regex()` de la bibliothèque C, qui peut différer de la syntaxe utilisée par *re*.

`locale.`**NOEXPR**
Récupère une expression régulière qui peut être utilisée par la fonction *regex(3)* pour reconnaître une réponse négative à une question fermée (oui / non).

`locale.`**CRNCYSTR**
Récupère le symbole monétaire, précédé de « - » si le symbole doit apparaître avant la valeur, « + » s'il doit apparaître après la valeur, ou « . » s'il doit remplacer le caractère de séparation *radix*.

`locale.`**ERA**
Récupère une chaîne qui représente l'ère utilisée pour le paramètre régional actuel.

La plupart des paramètres régionaux ne définissent pas cette valeur. Un exemple de région qui définit bien cette valeur est le japonais. Au Japon, la représentation traditionnelle des dates comprend le nom de l'ère correspondant au règne de l'empereur de l'époque.

Normalement, il ne devrait pas être nécessaire d'utiliser cette valeur directement. Spécifier le modificateur `E` dans leurs chaînes de format provoque l'utilisation de cette information par la fonction *time.strftime()*. Le format de la chaîne renvoyée n'est pas spécifié, et vous ne devez donc pas supposer en avoir connaissance sur des systèmes différents.

`locale.`**ERA_D_T_FMT**
Récupère la chaîne de format pour *time.strftime()* afin de représenter la date et l'heure pour un paramètre régional spécifique basée sur une ère.

`locale.`**ERA_D_FMT**
Récupère la chaîne de format pour *time.strftime()* afin de représenter une date pour un paramètre régional spécifique basée sur une ère.

`locale.`**ERA_T_FMT**
Récupère la chaîne de format pour *time.strftime()* afin de représenter une heure pour un paramètre régional spécifique basée sur une ère.

`locale.`**ALT_DIGITS**
Récupère une représentation de 100 valeurs maximum utilisées pour représenter les valeurs de 0 à 99.

`locale.`**getdefaultlocale**([*envvars*])
Tente de déterminer les paramètres régionaux par défaut, puis les renvoie sous la forme d'un n-uplet `(code de la langue, encodage)`.

D'après POSIX, un programme qui n'a pas appelé `setlocale(LC_ALL, '')` fonctionne en utilisant le paramètre régional portable `'C'`. Appeler `setlocale(LC_ALL, '')` lui permet d'utiliser les paramètres régionaux par défaut définis par la variable `LANG`. Comme nous ne voulons pas interférer avec les paramètres régionaux actuels, nous émulons donc le comportement décrit ci-dessus.

Afin de maintenir la compatibilité avec d'autres plateformes, non seulement la variable `LANG` est testée, mais c'est aussi le cas pour toute une liste de variables passés en paramètre via *envvars*. La première variable à être définie sera utilisée. *envvars* utilise par défaut le chemin de recherche utilisé dans GNU *gettext* ; il doit toujours contenir le nom de variable `'LANG'`. Le chemin de recherche de GNU *gettext* contient `'LC_ALL'`, `'LC_CTYPE'`, `'LANG'` et `'LANGUAGE'`, dans cet ordre.

À l'exception du code `'C'`, le code d'une langue correspond à la **RFC 1766**. Le *code de la langue* et l'*encodage* peuvent valoir `None` si leur valeur ne peut être déterminée.

`locale.`**getlocale**(*category=LC_CTYPE*)
Renvoie les réglages actuels pour la catégorie de paramètres régionaux donnée, sous la forme d'une séquence contenant le *code de la langue* et l'*encodage*. La catégorie *category* peut être l'une des valeurs `LC_*` à l'exception de *LC_ALL*. La valeur par défaut est *LC_CTYPE*.

À l'exception du code `'C'`, le code d'une langue correspond à la **RFC 1766**. Le *code de la langue* et l'*encodage* peuvent valoir `None` si leur valeur ne peut être déterminée.

`locale.`**getpreferredencoding**(*do_setlocale=True*)
Renvoie le codage utilisé pour les données textuelles, selon les préférences de l'utilisateur. Les préférences de l'utilisateur sont exprimées différemment selon les systèmes et peuvent ne pas être disponibles via les interfaces de programmation sur certains systèmes. Cette fonction ne renvoie donc qu'une supposition.

Sur certains systèmes, il est nécessaire d'invoquer *setlocale()* pour obtenir les préférences de l'utilisateur, cette fonction n'est donc pas utilisable sans protection dans les programmes à fils d'exécutions multiples. Si l'appel de *setlocale* n'est pas nécessaire ou souhaité, *do_setlocale* doit être réglé à `False`.

Sur Android ou dans le mode UTF-8 (avec l'option `-X utf8`), renvoie toujours `'UTF-8'`, la locale et l'argument *do_setlocale* sont ignorés.

Modifié dans la version 3.7 : La fonction renvoie maintenant toujours `UTF-8` sur Android ou si le mode UTF-8 est activé.

`locale.`**`normalize`**(*localename*)

Renvoie un code normalisé pour le nom du paramètre régional fourni. Ce code renvoyé est structuré de façon à être utilisé avec *setlocale()*. Si la normalisation échoue, le nom d'origine est renvoyé inchangé.

Si l'encodage donné n'est pas connu, la fonction utilise l'encodage par défaut pour le code du paramètre régional, tout comme *setlocale()*.

`locale.`**`resetlocale`**(*category=LC_ALL*)

Définit le paramètre régional de la catégorie *category* au réglage par défaut.

Le réglage par défaut est déterminé en appelant *getdefaultlocale()*. La catégorie *category* vaut par défaut *LC_ALL*.

`locale.`**`strcoll`**(*string1*, *string2*)

Compare deux chaînes en se basant sur le paramètre *LC_COLLATE* actuel. Comme toute autre fonction de comparaison, renvoie une valeur négative, positive, ou `0`, selon si *string1* est lexicographiquement inférieure, supérieure, ou égale à *string2*.

`locale.`**`strxfrm`**(*string*)

Transforme une chaîne de caractères en une chaîne qui peut être utilisée dans les comparaisons sensibles aux paramètres régionaux. Par exemple, `strxfrm(s1) < strxfrm(s2)` est équivalent à `strcoll(s1, s2) < 0`. Cette fonction peut être utilisée lorsque la même chaîne est comparée de façon répétitive, par exemple lors de l'assemblage d'une séquence de chaînes.

`locale.`**`format_string`**(*format*, *val*, *grouping=False*, *monetary=False*)

Structure un nombre *val* en fonction du paramètre *LC_NUMERIC* actuel. Le format suit les conventions de l'opérateur `%`. Pour les valeurs à virgule flottante, le point décimal est modifié si nécessaire. Si *grouping* est vrai, le regroupement est également pris en compte.

Si *monetary* est vrai, la conversion utilise un séparateur des milliers monétaire et des chaînes de regroupement.

Traite les marqueurs de structure en `format % val`, mais en prenant en compte les paramètres régionaux actuels.

Modifié dans la version 3.7 : The *monetary* keyword parameter was added.

`locale.`**`format`**(*format*, *val*, *grouping=False*, *monetary=False*)

Please note that this function works like *format_string()* but will only work for exactly one `%char` specifier. For example, `'%f'` and `'%.0f'` are both valid specifiers, but `'%f KiB'` is not.

For whole format strings, use *format_string()*.

Obsolète depuis la version 3.7 : Use *format_string()* instead.

`locale.`**`currency`**(*val*, *symbol=True*, *grouping=False*, *international=False*)

Structure un nombre *val* en fonction du paramètre *LC_MONETARY* actuel.

La chaîne renvoyée inclut le symbole monétaire si *symbol* est vrai, ce qui est le cas par défaut. Si *grouping* est vrai (ce qui n'est pas le cas par défaut), un regroupement est effectué avec la valeur. Si *international* est vrai (ce qui n'est pas le cas par défaut), le symbole de la devise internationale est utilisé.

Notez que cette fonction ne fonctionnera pas avec le paramètre régional 'C', vous devez donc d'abord en définir un via *setlocale()*.

`locale.`**`str`**(*float*)

Structure un nombre flottant en utilisant le même format que la fonction native `str(float)`, mais en prenant en compte le point décimal.

`locale.`**`delocalize`**(*string*)

Convertit une chaîne de caractères en une chaîne de nombres normalisés, en suivant les réglages *LC_NUMERIC*.

Nouveau dans la version 3.5.

locale.**atof**(*string*)
Convertit une chaîne de caractères en nombre à virgule flottante, en suivant les réglages *LC_NUMERIC*.

locale.**atoi**(*string*)
Convertit une chaîne de caractères en un entier, en suivant les réglages *LC_NUMERIC*.

locale.**LC_CTYPE**
Catégorie de paramètre régional pour les fonctions de type caractère. Suivant les réglages de la catégorie, les fonctions du module *string* gérant la casse peuvent changer leur comportement.

locale.**LC_COLLATE**
Catégorie de paramètre régional pour les tris de chaînes de caractères. Les fonctions *strcoll()* et *strxfrm()* du module *locale* sont concernées.

locale.**LC_TIME**
Catégorie de paramètre régional pour la mise en forme de la date et de l'heure. La fonction *time.strftime()* suit ces conventions.

locale.**LC_MONETARY**
Catégorie de paramètre régional pour la mise en forme des valeurs monétaires. Les options disponibles sont accessibles à partir de la fonction *localeconv()*.

locale.**LC_MESSAGES**
Catégorie de paramètre régional pour l'affichage de messages. Actuellement, Python ne gère pas les messages spécifiques aux applications qui sont sensibles aux paramètres régionaux. Les messages affichés par le système d'exploitation, comme ceux renvoyés par *os.strerror()* peuvent être affectés par cette catégorie.

locale.**LC_NUMERIC**
Catégorie de paramètre régional pour la mise en forme des nombres. Les fonctions *format()*, *atoi()*, *atof()* et *str()* du module *locale* sont affectées par cette catégorie. Toutes les autres opérations de mise en forme des nombres ne sont pas affectées.

locale.**LC_ALL**
Combinaison de tous les paramètres régionaux. Si cette option est utilisée lors du changement de paramètres régionaux, la définition de ces paramètres pour toutes les catégories est tentée. Si cela échoue pour n'importe quelle catégorie, aucune d'entre elles n'est modifiée. Lorsque les paramètres régionaux sont récupérés à l'aide de cette option, une chaîne de caractères indiquant le réglage pour toutes les catégories est renvoyée. Cette chaîne peut alors être utilisée plus tard pour restaurer les paramètres d'origine.

locale.**CHAR_MAX**
Ceci est une constante symbolique utilisée pour différentes valeurs renvoyées par *localeconv()*.

Exemple :

```
>>> import locale
>>> loc = locale.getlocale()  # get current locale
# use German locale; name might vary with platform
>>> locale.setlocale(locale.LC_ALL, 'de_DE')
>>> locale.strcoll('f\xe4n', 'foo')  # compare a string containing an umlaut
>>> locale.setlocale(locale.LC_ALL, '')    # use user's preferred locale
>>> locale.setlocale(locale.LC_ALL, 'C')   # use default (C) locale
>>> locale.setlocale(locale.LC_ALL, loc)   # restore saved locale
```

24.2.1 Contexte, détails, conseils, astuces et mises en garde

La norme C définie les paramètres régionaux comme une propriété à l'échelle d'un programme, qui peut être relativement coûteuse à changer. En plus de cela, certaines implémentations ne fonctionnent pas car des changements fréquents de paramètres régionaux peuvent causer des *core dumps*. Cela rend l'utilisation correcte de ces paramètres quelque peu pénible.

Initialement, lorsqu'un programme est démarré, les paramètres régionaux `C` sont utilisés, peu importe les réglages de l'utilisateur. Il y a toutefois une exception : la catégorie *LC_CTYPE* est modifiée au démarrage pour définir l'encodage des paramètres régionaux actuels comme celui défini par l'utilisateur. Le programme doit explicitement dire qu'il veut utiliser les réglages de l'utilisateur pour les autres catégories, en appelant `setlocale(LC_ALL, '')`.

C'est généralement une mauvaise idée d'appeler *setlocale()* dans une routine de bibliothèque car cela a pour effet secondaire d'affecter le programme entier. Sauvegarder et restaurer les paramètres est presque aussi mauvais : c'est coûteux et cela affecte d'autres fils d'exécutions qui s'exécutent avant que les paramètres n'aient été restaurés.

Si, lors du développement d'un module à usage général, vous avez besoin d'une version indépendante des paramètres régionaux pour une opération y étant sensible (comme c'est le cas pour certains formats utilisés avec *time.strftime()*), vous devez trouver un moyen de le faire sans utiliser la routine de la bibliothèque standard. Le mieux est encore de se convaincre que l'usage des paramètres régionaux est une bonne chose. Ce n'est qu'en dernier recours que vous devez documenter que votre module n'est pas compatible avec les réglages du paramètre régional `C`.

La seule façon d'effectuer des opérations numériques conformément aux paramètres régionaux est d'utiliser les fonctions spéciales définies par ce module : *atof()*, *atoi()*, *format()*, *str()*.

Il n'y a aucun moyen d'effectuer des conversions de casse et des classifications de caractères en fonction des paramètres régionaux. Pour les chaînes de caractères (Unicode), celles-ci se font uniquement en fonction de la valeur du caractère, tandis que pour les chaînes d'octets, les conversions et les classifications se font en fonction de la valeur ASCII de l'octet, et les octets dont le bit de poids fort est à 1 (c'est-à-dire les octets non ASCII) ne sont jamais convertis ou considérés comme faisant partie d'une classe de caractères comme une lettre ou une espace.

24.2.2 Pour les auteurs d'extensions et les programmes qui intègrent Python

Les modules d'extensions ne devraient jamais appeler *setlocale()*, sauf pour connaître le paramètre régional actuel. Mais comme la valeur renvoyée ne peut être utilisée que pour le restaurer, ce n'est pas très utile (sauf peut-être pour savoir si le paramètre régional est défini à `C` ou non).

Lorsque le code Python utilise le module *locale* pour changer le paramètre régional, cela affecte également l'application intégrée. Si l'application intégrée ne souhaite pas que cela se produise, elle doit supprimer le module d'extension `_locale` (qui fait tout le travail) de la table des modules natifs se trouvant dans le fichier `config.c`, et s'assurer que le module `_locale` n'est pas accessible en tant que bibliothèque partagée.

24.2.3 Accéder aux catalogues de messages

`locale.`**`gettext`**(*msg*)

`locale.`**`dgettext`**(*domain*, *msg*)

`locale.`**`dcgettext`**(*domain*, *msg*, *category*)

`locale.`**`textdomain`**(*domain*)

`locale.`**`bindtextdomain`**(*domain*, *dir*)

Le module *locale* expose l'interface *gettext* de la bibliothèque C sur les systèmes qui fournissent cette interface. Il se compose des fonctions `gettext()`, `dgettext()`, `dcgettext()`, `textdomain()`, `bindtextdomain()` et `bind_textdomain_codeset()`. Elles sont similaires aux fonctions du module *gettext*, mais utilisent le format binaire de la bibliothèque C pour les catalogues de messages.

Les applications Python ne devraient normalement pas avoir besoin de faire appel à ces fonctions, mais devraient plutôt utiliser *gettext*. Une exception connue pour cette règle concerne les applications qui sont liées avec des bibliothèques C supplémentaires faisant appel à `gettext()` ou `dcgettext()`. Pour ces applications, il peut être

nécessaire de lier le domaine du texte, afin que les bibliothèques puissent régionaliser correctement leurs catalogues de messages.

CHAPITRE 25

Frameworks d'applications

Les modules décrits dans ce chapitre sont des *frameworks* qui encadreront la structure de vos programmes. Actuellement tous les modules décrits ici sont destinés à écrire des interfaces en ligne de commande.

La liste complète des modules décrits dans ce chapitre est :

25.1 `turtle` — Tortue graphique

Code Source : Lib/turtle.py

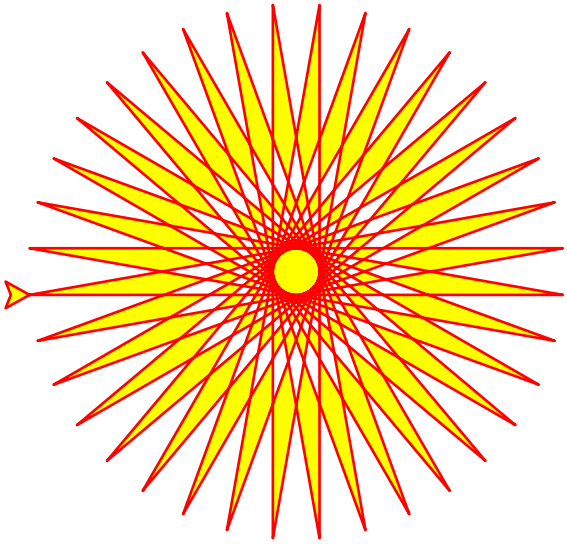
25.1.1 Introduction

Turtle graphics is a popular way for introducing programming to kids. It was part of the original Logo programming language developed by Wally Feurzeig, Seymour Papert and Cynthia Solomon in 1967.

Imaginez un robot sous forme de tortue partant au centre (0, 0) d'un plan cartésien x-y. Après un `import turtle`, exécutez la commande `turtle.forward(15)` et la tortue se déplace (sur l'écran) de 15 pixels en face d'elle, en dessinant une ligne.

Turtle star

La tortue permet de dessiner des formes complexes en utilisant un programme qui répète des actions élémentaires.



```
from turtle import *
color('red', 'yellow')
begin_fill()
while True:
    forward(200)
    left(170)
    if abs(pos()) < 1:
        break
end_fill()
done()
```

On peut donc facilement construire des formes et images à partir de commandes simples.

Le module *turtle* est une version étendue du module homonyme appartenant à la distribution standard de Python jusqu'à la version 2.5.

Cette bibliothèque essaye de garder les avantages de l'ancien module et d'être (presque) 100% compatible avec celui-ci. Cela permet à l'apprenti développeur d'utiliser toutes les commandes, classes et méthodes de façon interactive pendant qu'il utilise le module depuis IDLE lancé avec l'option `-n`.

Turtle permet d'utiliser des primitives graphiques en utilisant un style de programmation orienté objet ou procédural. Du fait qu'il utilise la bibliothèque graphique *tkinter*, *Turtle* a besoin d'une version de python implémentant *Tk*.

L'interface orientée objet utilise essentiellement deux + deux classes :

1. La classe *TurtleScreen* définit une fenêtre graphique utilisé comme un terrain de jeu pour les dessins de la tortue. Le constructeur de cette classe a besoin d'un `tkinter.Canvas` ou *ScrolledCanvas* comme argument. Cette classe doit être utilisée seulement si *turtle* fait partie intégrante d'une autre application.

   La fonction *Screen()* renvoie un singleton d'une sous-classe de *TurtleScreen*. Elle doit être utilisée quand le module *turtle* est utilisé de façon autonome pour dessiner. Le singleton renvoyé ne peut hériter de sa classe.

   Toutes les méthodes de *TurtleScreen*/*Screen* existent également sous la forme de fonctions, c'est-à-dire que ces dernières peuvent être utilisées dans un style procédural.

2. La classe *RawTurtle* (alias *RawPen*) définit des objets *Turtle* qui peuvent dessiner sur la classe *TurtleScreen*. Son constructeur prend en paramètre un *Canvas*, un *ScrolledCanvas* ou un *TurtleScreen* permettant à l'objet *RawTurtle* de savoir où écrire.

   La sous-classe *Turtle* (alias : `Pen`), dérivée de *RawTurtle*, dessine sur l'instance *Screen* qui est créée automatiquement si elle n'est pas déjà présente.

   Toutes les méthodes de *RawTurtle*/*Turtle* existent également sous la forme de fonctions, c'est-à-dire que ces dernières pourront être utilisées en style procédural.

L'interface procédurale met à disposition des fonctions équivalentes à celles des méthodes des classes *Screen* et *Turtle*. Le nom d'une fonction est le même que la méthode équivalente. Un objet *Screen* est créé automatiquement dès qu'une fonction dérivée d'une méthode *Screen* est appelée. Un objet *Turtle* (sans nom) est créé automatiquement dès qu'une fonction dérivée d'une méthode *Turtle* est appelée.

Afin de pouvoir utiliser plusieurs tortues simultanément sur l'écran, vous devez utiliser l'interface orientée-objet.

Note : La liste des paramètres des fonctions est donnée dans cette documentation. Les méthodes ont, évidemment, le paramètre *self* comme premier argument, mais ce dernier n'est pas indiqué ici.

25.1.2 Résumé des méthodes de *Turtle* et *Screen*

Les méthodes du module *Turtle*

Les mouvements dans le module *Turtle*

Bouger et dessiner

forward() | *fd()*
backward() | *bk()* | *back()*
right() | *rt()*
left() | *lt()*
goto() | *setpos()* | *setposition()*
setx()
sety()
setheading() | *seth()*
home()
circle()
dot()
stamp()
clearstamp()
clearstamps()
undo()
speed()

Connaître l'état de la tortue

position() | *pos()*
towards()
xcor()
ycor()
heading()
distance()

Paramétrage et mesure

degrees()
radians()

Réglage des pinceaux

État des pinceaux

pendown() | *pd()* | *down()*
penup() | *pu()* | *up()*
pensize() | *width()*
pen()
isdown()

Réglage des couleurs

Méthodes de *TurtleScreen*/*Screen*

delay()
tracer()
update()

Utilisation des événements concernant l'écran

listen()
onkey() | *onkeyrelease()*
onkeypress()
onclick() | *onscreenclick()*
ontimer()
mainloop() | *done()*

Paramétrages et méthodes spéciales

mode()
colormode()
getcanvas()
getshapes()
register_shape() | *addshape()*
turtles()
window_height()
window_width()

Méthodes de saisie

textinput()
numinput()

Méthodes spécifiques de *Screen*

bye()
exitonclick()
setup()
title()

25.1.3 Méthodes de *RawTurtle*/*Turtle* et leurs fonctions correspondantes

La plupart des exemples de cette section se réfèrent à une instance de *Turtle* appelée `turtle`.

Les mouvements dans le module *Turtle*

`turtle.`**`forward`**`(`*distance*`)`
`turtle.`**`fd`**`(`*distance*`)`

Paramètres **`distance`** -- un nombre (entier ou flottant)

Avance la tortue de la *distance* spécifiée, dans la direction où elle se dirige.

```
>>> turtle.position()
(0.00,0.00)
>>> turtle.forward(25)
>>> turtle.position()
(25.00,0.00)
>>> turtle.forward(-75)
>>> turtle.position()
(-50.00,0.00)
```

`turtle.`**`back`**`(`*distance*`)`
`turtle.`**`bk`**`(`*distance*`)`
`turtle.`**`backward`**`(`*distance*`)`

Paramètres **`distance`** -- un nombre

Déplace la tortue de *distance* vers l'arrière (dans le sens opposé à celui vers lequel elle pointe). Ne change pas le cap de la tortue.

```
>>> turtle.position()
(0.00,0.00)
>>> turtle.backward(30)
>>> turtle.position()
(-30.00,0.00)
```

turtle.**right**(*angle*)
turtle.**rt**(*angle*)

Paramètres **angle** -- un nombre (entier ou flottant)

Tourne la tortue à droite de *angle* unités (les unités sont par défaut des degrés, mais peuvent être définies via les fonctions *degrees()* et *radians()*). L'orientation de l'angle dépend du mode de la tortue, voir *mode()*.

```
>>> turtle.heading()
22.0
>>> turtle.right(45)
>>> turtle.heading()
337.0
```

turtle.**left**(*angle*)
turtle.**lt**(*angle*)

Paramètres **angle** -- un nombre (entier ou flottant)

Tourne la tortue à gauche d'une valeur de *angle* unités (les unités sont par défaut des degrés, mais peuvent être définies via les fonctions *degrees()* et *radians()*). L'orientation de l'angle dépend du mode de la tortue, voir *mode()*.

```
>>> turtle.heading()
22.0
>>> turtle.left(45)
>>> turtle.heading()
67.0
```

turtle.**goto**(*x*, *y=None*)
turtle.**setpos**(*x*, *y=None*)
turtle.**setposition**(*x*, *y=None*)

Paramètres

— **x** -- un nombre ou une paire / un vecteur de nombres
— **y** -- un nombre ou None

Si *y* est None, *x* doit être une paire de coordonnées, ou bien une instance de *Vec2D* (par exemple, tel que renvoyé par *pos()*).

Déplace la tortue vers une position absolue. Si le pinceau est en bas, trace une ligne. Ne change pas l'orientation de la tortue.

```
>>> tp = turtle.pos()
>>> tp
(0.00,0.00)
>>> turtle.setpos(60,30)
>>> turtle.pos()
(60.00,30.00)
>>> turtle.setpos((20,80))
>>> turtle.pos()
(20.00,80.00)
>>> turtle.setpos(tp)
>>> turtle.pos()
(0.00,0.00)
```

turtle.**setx**(*x*)

Paramètres **x** -- un nombre (entier ou flottant)

Définit la première coordonnée de la tortue à *x*, en laissant la deuxième coordonnée inchangée.

```
>>> turtle.position()
(0.00,240.00)
>>> turtle.setx(10)
>>> turtle.position()
(10.00,240.00)
```

turtle.**sety**(*y*)

Paramètres **y** -- un nombre (entier ou flottant)

Définit la deuxième coordonnée de la tortue à *y*, en laissant la première coordonnée inchangée.

```
>>> turtle.position()
(0.00,40.00)
>>> turtle.sety(-10)
>>> turtle.position()
(0.00,-10.00)
```

turtle.**setheading**(*to_angle*)
turtle.**seth**(*to_angle*)

Paramètres **to_angle** -- un nombre (entier ou flottant)

Règle l'orientation de la tortue à la valeur *to_angle*. Voici quelques orientations courantes en degrés :

mode standard	mode logo
0 – Est	0 – Nord
90 – Nord	90 – Est
180 – Ouest	180 – Sud
270 – Sud	270 – Ouest

```
>>> turtle.setheading(90)
>>> turtle.heading()
90.0
```

turtle.**home**()

Déplace la tortue à l'origine — coordonnées (0,0) — et l'oriente à son cap initial (qui dépend du mode, voir *mode()*).

```
>>> turtle.heading()
90.0
>>> turtle.position()
(0.00,-10.00)
>>> turtle.home()
>>> turtle.position()
(0.00,0.00)
>>> turtle.heading()
0.0
```

turtle.**circle**(*radius*, *extent=None*, *steps=None*)

Paramètres

— **radius** -- un nombre
— **extent** -- un nombre (ou None)
— **steps** -- un entier (ou None)

Dessine un cercle de rayon *radius*. Le centre se trouve à une distance de *radius* à gauche de la tortue ; l'angle *extent* détermine quelle partie du cercle est dessinée. Si *extent* n'est pas fourni, dessine le cercle en entier. Si *extent* ne correspond pas à un cercle entier, la position actuelle du stylo est donnée par l'un des points d'extrémité de l'arc de cercle. Si la valeur de *radius* est positive, dessine l'arc de cercle dans le sens inverse des aiguilles d'une montre, sinon le dessine dans le sens des aiguilles d'une montre. Enfin, la direction de la tortue peut être modifiée en réglant la valeur de *extent*.

Comme le cercle est approximé par un polygone régulier inscrit, *steps* détermine le nombre de pas à utiliser. Si cette valeur n'est pas donnée, elle sera calculée automatiquement. Elle peut être utilisée pour dessiner des polygones réguliers.

```
>>> turtle.home()
>>> turtle.position()
(0.00,0.00)
>>> turtle.heading()
0.0
>>> turtle.circle(50)
>>> turtle.position()
(-0.00,0.00)
>>> turtle.heading()
0.0
>>> turtle.circle(120, 180)  # draw a semicircle
>>> turtle.position()
(0.00,240.00)
>>> turtle.heading()
180.0
```

`turtle.`**`dot`**(*size=None*, **color*)

Paramètres

— **`size`** -- un entier supérieur ou égal à 1 (si fourni)

— **`color`** -- une chaîne qui désigne une couleur ou un n-uplet de couleur numérique

Dessine un point circulaire de diamètre *size*, de la couleur *color*. Si le paramètre *size* n'est pas indiqué, utilise la valeur maximum de la taille du pinceau plus 4 et de la taille du pinceau multiplié par 2.

```
>>> turtle.home()
>>> turtle.dot()
>>> turtle.fd(50); turtle.dot(20, "blue"); turtle.fd(50)
>>> turtle.position()
(100.00,-0.00)
>>> turtle.heading()
0.0
```

`turtle.`**`stamp`**()

Tamponne une copie de la forme de la tortue sur le canevas à la position actuelle de la tortue. Renvoie un *stamp_id* pour ce tampon, qui peut être utilisé pour le supprimer en appelant `clearstamp(stamp_id)`.

```
>>> turtle.color("blue")
>>> turtle.stamp()
11
>>> turtle.fd(50)
```

`turtle.`**`clearstamp`**(*stampid*)

Paramètres **`stampid`** -- un entier, doit être la valeur renvoyée par l'appel précédent de *`stamp()`*

Supprime le tampon dont le *stampid* est donné.

```
>>> turtle.position()
(150.00,-0.00)
>>> turtle.color("blue")
>>> astamp = turtle.stamp()
>>> turtle.fd(50)
>>> turtle.position()
(200.00,-0.00)
>>> turtle.clearstamp(astamp)
>>> turtle.position()
(200.00,-0.00)
```

`turtle.`**`clearstamps`**(*n=None*)

Paramètres **`n`** -- un entier (ou `None`)

Supprime tous, les *n* premiers ou les *n* derniers tampons de la tortue. Si *n* est `None`, supprime tous les tampons, si $n > 0$, supprime les *n* premiers tampons et si $n < 0$, supprime les *n* derniers tampons.

```
>>> for i in range(8):
...     turtle.stamp(); turtle.fd(30)
13
14
15
16
17
18
19
20
>>> turtle.clearstamps(2)
>>> turtle.clearstamps(-2)
>>> turtle.clearstamps()
```

`turtle.`**`undo`**`()`

Annule la ou les dernières (si répété) actions de la tortue. Le nombre d'annulations disponible est déterminé par la taille de la mémoire tampon d'annulations.

```
>>> for i in range(4):
...     turtle.fd(50); turtle.lt(80)
...
>>> for i in range(8):
...     turtle.undo()
```

`turtle.`**`speed`**`(`*speed=None*`)`

Paramètres **`speed`** -- un nombre entier compris dans l'intervalle entre 0 et 10 inclus, ou une chaîne de vitesse (voir ci-dessous)

Règle la vitesse de la tortue à une valeur entière comprise entre 0 et 10 inclus. Si aucun argument n'est donné, renvoie la vitesse actuelle.

Si l'entrée est un nombre supérieur à 10 ou inférieur à 0,5, la vitesse est fixée à 0. Les chaînes de vitesse sont mises en correspondance avec les valeurs de vitesse comme suit :

— « le plus rapide » : 0
— « rapide » : 10
— « vitesse normale » : 6
— « lent » : 3
— « le plus lent » : 1

Les vitesses de 1 à 10 permettent une animation de plus en plus rapide du trait du dessin et de la rotation des tortues.

Attention : *speed* = 0 signifie qu'il n'y a *aucune* animation. *forward*/*back* font sauter la tortue et, de même, *left*/*right* font tourner la tortue instantanément.

```
>>> turtle.speed()
3
>>> turtle.speed('normal')
>>> turtle.speed()
6
>>> turtle.speed(9)
>>> turtle.speed()
9
```

Connaître l'état de la tortue

turtle.**position**()
turtle.**pos**()
Renvoie la position actuelle de la tortue (x,y) (en tant qu'un vecteur `Vec2d`).

```
>>> turtle.pos()
(440.00,-0.00)
```

turtle.**towards**(*x*, *y=None*)

Paramètres

— **x** -- un nombre, ou une paire / un vecteur de nombres, ou une instance de tortue
— **y** -- un nombre si *x* est un nombre, sinon `None`

Return the angle between the line from turtle position to position specified by (x,y), the vector or the other turtle. This depends on the turtle's start orientation which depends on the mode - "standard"/"world" or "logo").

```
>>> turtle.goto(10, 10)
>>> turtle.towards(0,0)
225.0
```

turtle.**xcor**()
Renvoie la coordonnée x de la tortue.

```
>>> turtle.home()
>>> turtle.left(50)
>>> turtle.forward(100)
>>> turtle.pos()
(64.28,76.60)
>>> print(round(turtle.xcor(), 5))
64.27876
```

turtle.**ycor**()
Renvoie la coordonnée y de la tortue.

```
>>> turtle.home()
>>> turtle.left(60)
>>> turtle.forward(100)
>>> print(turtle.pos())
(50.00,86.60)
>>> print(round(turtle.ycor(), 5))
86.60254
```

turtle.**heading**()
Renvoie le cap de la tortue (la valeur dépend du mode de la tortue, voir *mode()*).

```
>>> turtle.home()
>>> turtle.left(67)
>>> turtle.heading()
67.0
```

turtle.**distance**(*x*, *y=None*)

Paramètres

— **x** -- un nombre, ou une paire / un vecteur de nombres, ou une instance de tortue
— **y** -- un nombre si *x* est un nombre, sinon `None`

Renvoie la distance entre la tortue et (x,y), le vecteur donné ou l'autre tortue donnée. La valeur est exprimée en unités de pas de tortue.

```
>>> turtle.home()
>>> turtle.distance(30,40)
50.0
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
>>> turtle.distance((30,40))
50.0
>>> joe = Turtle()
>>> joe.forward(77)
>>> turtle.distance(joe)
77.0
```

Paramètres de mesure

turtle.**degrees**(*fullcircle=360.0*)

Paramètres **fullcircle** -- un nombre

Définit les unités de mesure des angles, c.-à-d. fixe le nombre de « degrés » pour un cercle complet. La valeur par défaut est de 360 degrés.

```
>>> turtle.home()
>>> turtle.left(90)
>>> turtle.heading()
90.0

Change angle measurement unit to grad (also known as gon,
grade, or gradian and equals 1/100-th of the right angle.)
>>> turtle.degrees(400.0)
>>> turtle.heading()
100.0
>>> turtle.degrees(360)
>>> turtle.heading()
90.0
```

turtle.**radians**()

Règle l'unité de mesure des angles sur radians. Équivalent à `degrees(2*math.pi)`.

```
>>> turtle.home()
>>> turtle.left(90)
>>> turtle.heading()
90.0
>>> turtle.radians()
>>> turtle.heading()
1.5707963267948966
```

Réglage des pinceaux

État des pinceaux

turtle.**pendown**()
turtle.**pd**()
turtle.**down**()

Baisse la pointe du stylo — dessine quand il se déplace.

turtle.**penup**()
turtle.**pu**()
turtle.**up**()

Lève la pointe du stylo — pas de dessin quand il se déplace.

turtle.**pensize**(*width=None*)
turtle.**width**(*width=None*)

Paramètres **width** -- un nombre positif

Règle l'épaisseur de la ligne à *width* ou la renvoie. Si *resizemode* est défini à "auto" et que *turtleshape* (la forme de la tortue) est un polygone, le polygone est dessiné avec cette épaisseur. Si aucun argument n'est passé, la taille actuelle du stylo (*pensize*) est renvoyée.

```
>>> turtle.pensize()
1
>>> turtle.pensize(10)   # from here on lines of width 10 are drawn
```

`turtle.`**`pen`**(*pen=None*, ***pendict*)

Paramètres

- **`pen`** -- un dictionnaire avec certaines ou toutes les clés énumérées ci-dessous
- **`pendict`** -- un ou plusieurs arguments par mots-clés avec les clés suivantes comme mots-clés

Renvoie ou définit les attributs du pinceau dans un *"pen-dictionary"* avec les paires clés / valeurs suivantes :

- *"shown"* : `True` / `False`
- *"pendown"* : `True` / `False`
- *"pencolor"* : chaîne de caractères ou n-uplet désignant la couleur du pinceau
- *"fillcolor"* : chaîne de caractères ou n-uplet pour la couleur de remplissage
- *"pensize"* : nombre positif
- *"speed"* : nombre compris dans intervalle 0 et 10
- *"resizemode"* : *"auto"*, *"user"* ou *"noresize"*
- *"stretchfactor"* : (nombre positif, nombre positif)
- *"outline"* : nombre positif
- *"tilt"* : nombre

Ce dictionnaire peut être utilisé comme argument pour un appel ultérieur à `pen()` pour restaurer l'ancien état du stylo. En outre, un ou plus de ces attributs peuvent est passés en tant qu'arguments nommés. Cela peut être utilisé pour définir plusieurs attributs du stylo en une instruction.

```
>>> turtle.pen(fillcolor="black", pencolor="red", pensize=10)
>>> sorted(turtle.pen().items())
[('fillcolor', 'black'), ('outline', 1), ('pencolor', 'red'),
 ('pendown', True), ('pensize', 10), ('resizemode', 'noresize'),
 ('shearfactor', 0.0), ('shown', True), ('speed', 9),
 ('stretchfactor', (1.0, 1.0)), ('tilt', 0.0)]
>>> penstate=turtle.pen()
>>> turtle.color("yellow", "")
>>> turtle.penup()
>>> sorted(turtle.pen().items())[:3]
[('fillcolor', ''), ('outline', 1), ('pencolor', 'yellow')]
>>> turtle.pen(penstate, fillcolor="green")
>>> sorted(turtle.pen().items())[:3]
[('fillcolor', 'green'), ('outline', 1), ('pencolor', 'red')]
```

`turtle.`**`isdown`**()

Renvoie `True` si la pointe du stylo est en bas et `False` si elle est en haut.

```
>>> turtle.penup()
>>> turtle.isdown()
False
>>> turtle.pendown()
>>> turtle.isdown()
True
```

Réglage des couleurs

turtle.**pencolor**(**args*)

Renvoie ou règle la couleur du pinceau

Quatre formats d'entrée sont autorisés :

pencolor() Renvoie la couleur du stylo actuelle en tant que chaine de spécification de couleurs ou en tant qu'un *n*-uplet (voir l'exemple). Peut être utilisée comme entrée à un autre appel de *color*/*pencolor*/*fillcolor*.

pencolor(colorstring) Définit la couleur du pinceau à *colorstring*, qui est une chaîne de spécification de couleur *Tk*, telle que `"red"`, `"yellow"`, ou `"#33cc8c"`.

pencolor((r, g, b)) Définit la couleur du stylo à la couleur RGB représentée par le *n*-uplet de *r*, *g* et *b*. Chacun des *r*, *g* et *b* doit être dans l'intervalle `0..colormode`, où *colormode* est vaut 1.0 ou 255 (voir *colormode()*).

pencolor(r, g, b)

Définit la couleur du stylo à la couleur RGB représentée par *r*, *g* et *b*. Chacun des *r*, *g* et *b* doit être dans l'intervalle `0..colormode`.

Si la forme de la tortue est un polygone, le contour de ce polygone est dessiné avec la nouvelle couleur du pinceau.

```
>>> colormode()
1.0
>>> turtle.pencolor()
'red'
>>> turtle.pencolor("brown")
>>> turtle.pencolor()
'brown'
>>> tup = (0.2, 0.8, 0.55)
>>> turtle.pencolor(tup)
>>> turtle.pencolor()
(0.2, 0.8, 0.5490196078431373)
>>> colormode(255)
>>> turtle.pencolor()
(51.0, 204.0, 140.0)
>>> turtle.pencolor('#32c18f')
>>> turtle.pencolor()
(50.0, 193.0, 143.0)
```

turtle.**fillcolor**(**args*)

Renvoie ou règle la couleur de remplissage

Quatre formats d'entrée sont autorisés :

fillcolor() Renvoie la couleur de remplissage actuelle (*fillcolor*) en tant que chaine de spécification, possiblement en format *n*-uplet (voir l'exemple). Peut être utilisée en entrée pour un autre appel de *color*/*pencolor*/*fillcolor*.

fillcolor(colorstring) Définit la couleur de remplissage (*fillcolor*) à *colorstring*, qui est une chaine de spécification de couleur *Tk* comme par exemple `"red"`, `"yellow"` ou `"#33cc8c"`.

fillcolor((r, g, b)) Définit la couleur du remplissage (*fillcolor*) à la couleur RGB représentée par le *n*-uplet *r*, *g*, *b*. Chacun des *r*, *g* et *b* doit être dans l'intervalle `0..colormode` où *colormode* vaut 1.0 ou 255 (voir *colormode()*).

fillcolor(r, g, b)

Définit la couleur du remplissage(*fillcolor*) à la couleur RGB représentée par *r*, *g* et *b*. Chacun des *r*, *g* et *b* doit être dans l'intervalle `0..colormode`.

Si la forme de la tortue est un polygone, l'intérieur de ce polygone sera dessiné avec la nouvelle couleur de remplissage.

```
>>> turtle.fillcolor("violet")
>>> turtle.fillcolor()
'violet'
>>> turtle.pencolor()
(50.0, 193.0, 143.0)
>>> turtle.fillcolor((50, 193, 143))  # Integers, not floats
>>> turtle.fillcolor()
(50.0, 193.0, 143.0)
>>> turtle.fillcolor('#ffffff')
>>> turtle.fillcolor()
(255.0, 255.0, 255.0)
```

turtle.**color**(**args*)

Renvoie ou règle la couleur du pinceau et la couleur de remplissage.

Plusieurs formats d'entrée sont autorisés. Ils peuvent avoir de zéro jusqu'à trois arguments, employés comme suit :

color() Renvoie la couleur du stylo actuelle et la couleur de remplissage actuelle sous forme de paire, soit de chaines de spécification de couleur, soit de *n*-uplets comme renvoyés par *pencolor()* et *fillcolor()*.

color(colorstring),color((r,g,b)),color(r,g,b) Les formats d'entrée sont comme dans *pencolor()*. Définit à la fois la couleur de remplissage et la couleur du stylo à la valeur passée.

color(colorstring1, colorstring2),color((r1,g1,b1), (r2,g2,b2))

Équivalent à `pencolor(colorstring1)` et `fillcolor(colorstring2)` et de manière analogue si un autre format d'entrée est utilisé.

Si la forme de la tortue est un polygone, le contour et l'intérieur de ce polygone sont dessinés avec les nouvelles couleurs.

```
>>> turtle.color("red", "green")
>>> turtle.color()
('red', 'green')
>>> color("#285078", "#a0c8f0")
>>> color()
((40.0, 80.0, 120.0), (160.0, 200.0, 240.0))
```

Voir aussi : la méthode *colormode()* de *Screen*.

Remplissage

turtle.**filling**()

Renvoie l'état de remplissage (`True` signifie en train de faire un remplissage, `False` sinon).

```
>>> turtle.begin_fill()
>>> if turtle.filling():
...     turtle.pensize(5)
... else:
...     turtle.pensize(3)
```

turtle.**begin_fill**()

À appeler juste avant de dessiner une forme à remplir.

turtle.**end_fill**()

Remplit la forme dessinée après le dernier appel à *begin_fill()*.

Whether or not overlap regions for self-intersecting polygons or multiple shapes are filled depends on the operating system graphics, type of overlap, and number of overlaps. For example, the Turtle star above may be either all yellow or have some white regions.

```
>>> turtle.color("black", "red")
>>> turtle.begin_fill()
>>> turtle.circle(80)
>>> turtle.end_fill()
```

Plus des réglages pour le dessin

turtle.**reset**()
Supprime les dessins de la tortue de l'écran, recentre la tortue et assigne les variables aux valeurs par défaut.

```
>>> turtle.goto(0,-22)
>>> turtle.left(100)
>>> turtle.position()
(0.00,-22.00)
>>> turtle.heading()
100.0
>>> turtle.reset()
>>> turtle.position()
(0.00,0.00)
>>> turtle.heading()
0.0
```

turtle.**clear**()
Supprime les dessins de la tortue de l'écran. Ne déplace pas la tortue. L'état et la position de la tortue ainsi que les dessins des autres tortues ne sont pas affectés.

turtle.**write**(*arg*, *move=False*, *align="left"*, *font=("Arial", 8, "normal")*)

Paramètres

- **arg** -- objet à écrire sur le *TurtleScreen*
- **move** -- `True` / `False`
- **align** -- l'une des chaînes de caractères suivantes : *"left"*, *"center"* ou *"right"*
- **font** -- triplet (nom de police, taille de police, type de police)

Write text - the string representation of *arg* - at the current turtle position according to *align* ("left", "center" or right") and with the given font. If *move* is true, the pen is moved to the bottom-right corner of the text. By default, *move* is `False`.

```
>>> turtle.write("Home = ", True, align="center")
>>> turtle.write((0,0), True)
```

État de la tortue

Visibilité

turtle.**hideturtle**()
turtle.**ht**()
Rend la tortue invisible. C'est recommandé lorsque vous êtes en train de faire un dessin complexe, vous observerez alors une accélération notable.

```
>>> turtle.hideturtle()
```

turtle.**showturtle**()
turtle.**st**()
Rend la tortue visible.

```
>>> turtle.showturtle()
```

turtle.**isvisible**()

Renvoie `True` si la tortue est visible, et `False` si elle est cachée.

```
>>> turtle.hideturtle()
>>> turtle.isvisible()
False
>>> turtle.showturtle()
>>> turtle.isvisible()
True
```

Apparence

turtle.**shape**(*name=None*)

Paramètres **name** -- une chaîne de caractères qui correspond à un nom de forme valide

La tortue prend la forme *name* donnée, ou, si *name* n'est pas donné, renvoie le nom de la forme actuelle. Le nom *name* donné doit exister dans le dictionnaire de formes de *TurtleScreen*. Initialement, il y a les polygones suivants : "*arrow*", "*turtle*", "*circle*", "*square*", "*triangle*", "*classic*". Pour en apprendre plus sur comment gérer les formes, voir la méthode de *Screen* *register_shape()*.

```
>>> turtle.shape()
'classic'
>>> turtle.shape("turtle")
>>> turtle.shape()
'turtle'
```

turtle.**resizemode**(*rmode=None*)

Paramètres **rmode** -- l'une des chaînes suivantes : *"auto"*, *"user"*, *"noresize"*

Définit *resizemode* à l'une des valeurs suivantes : "*auto*", "*user*", "*noresize*". Si "*rmode*" n'est pas donné, renvoie le *resizemode* actuel. Les différents *resizemode* ont les effets suivants :

— *"auto"* : adapte l'apparence de la tortue en fonction de la largeur du pinceau (*value of pensize* en anglais).
— *"user"* : adapte l'apparence de la tortue en fonction des valeurs du paramètre d'étirement et de la largeur des contours, déterminés par *shapesize()*.
— *"noresize"* : il n'y a pas de modification de l'apparence de la tortue.

resizemode("user") is called by *shapesize()* when used with arguments.

```
>>> turtle.resizemode()
'noresize'
>>> turtle.resizemode("auto")
>>> turtle.resizemode()
'auto'
```

turtle.**shapesize**(*stretch_wid=None*, *stretch_len=None*, *outline=None*)
turtle.**turtlesize**(*stretch_wid=None*, *stretch_len=None*, *outline=None*)

Paramètres

— **stretch_wid** -- nombre positif
— **stretch_len** -- nombre positif
— **outline** -- nombre positif

Renvoie ou définit les attributs x/y-stretchfactors* et/ou contour du stylo. Définit *resizemode* à "user". Si et seulement si *resizemode* est à "user", la tortue sera affichée étirée en fonction de ses facteurs d'étirements (*stretchfactors*) : *stretch_wid* est le facteur d'étirement perpendiculaire à son orientation, *stretch_len* est le facteur d'étirement en direction de son orientation, *outlline* détermine la largeur de la bordure de la forme.

```
>>> turtle.shapesize()
(1.0, 1.0, 1)
>>> turtle.resizemode("user")
>>> turtle.shapesize(5, 5, 12)
>>> turtle.shapesize()
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
(5, 5, 12)
>>> turtle.shapesize(outline=8)
>>> turtle.shapesize()
(5, 5, 8)
```

turtle.**shearfactor**(*shear=None*)

Paramètres **shear** -- un nombre (facultatif)

Définit ou renvoie le paramétrage de cisaillement actuel. Déforme la tortue en fonction du paramètre *shear* donné, qui est la tangente de l'angle de cisaillement. Ne change pas le sens de déplacement de la tortue. Si le paramètre *shear* n'est pas indiqué, renvoie la valeur actuelle du cisaillement, c.-à-d. la valeur de la tangente de l'angle de cisaillement, celui par rapport auquel les lignes parallèles à la direction de la tortue sont cisaillées.

```
>>> turtle.shape("circle")
>>> turtle.shapesize(5,2)
>>> turtle.shearfactor(0.5)
>>> turtle.shearfactor()
0.5
```

turtle.**tilt**(*angle*)

Paramètres **angle** -- un nombre

Tourne la forme de la tortue de *angle* depuis son angle d'inclinaison actuel, mais *ne change pas* le cap de la tortue (direction du mouvement).

```
>>> turtle.reset()
>>> turtle.shape("circle")
>>> turtle.shapesize(5,2)
>>> turtle.tilt(30)
>>> turtle.fd(50)
>>> turtle.tilt(30)
>>> turtle.fd(50)
```

turtle.**settiltangle**(*angle*)

Paramètres **angle** -- un nombre

Tourne la forme de la tortue pour pointer dans la direction spécifiée par *angle*, indépendamment de son angle d'inclinaison actuel. *Ne change pas* le cap de la tortue (direction du mouvement).

```
>>> turtle.reset()
>>> turtle.shape("circle")
>>> turtle.shapesize(5,2)
>>> turtle.settiltangle(45)
>>> turtle.fd(50)
>>> turtle.settiltangle(-45)
>>> turtle.fd(50)
```

Obsolète depuis la version 3.1.

turtle.**tiltangle**(*angle=None*)

Paramètres **angle** -- un nombre (facultatif)

Définit ou renvoie l'angle d'inclinaison actuel. Si l'angle est donné, la forme de la tortue est tournée pour pointer dans direction spécifiée par l'angle, indépendamment de son angle d'inclinaison actuel. *Ne change pas* le cap de la tortue (direction du mouvement). Si l'angle n'est pas donné, renvoie l'angle d'inclinaison actuel (L'angle entre l'orientation de la forme de la tortue et le cap de la tortue (sa direction de mouvement)).

```
>>> turtle.reset()
>>> turtle.shape("circle")
>>> turtle.shapesize(5,2)
>>> turtle.tilt(45)
>>> turtle.tiltangle()
45.0
```

turtle.**shapetransform**(*t11=None*, *t12=None*, *t21=None*, *t22=None*)

Paramètres

- **t11** -- un nombre (facultatif)
- **t12** -- un nombre (facultatif)
- **t21** -- un nombre (facultatif)
- **t12** -- un nombre (facultatif)

Définit ou renvoie la matrice de transformation actuelle de la forme de la tortue.

If none of the matrix elements are given, return the transformation matrix as a tuple of 4 elements. Otherwise set the given elements and transform the turtleshape according to the matrix consisting of first row t11, t12 and second row t21, 22. The determinant t11 * t22 - t12 * t21 must not be zero, otherwise an error is raised. Modify stretchfactor, shearfactor and tiltangle according to the given matrix.

```
>>> turtle = Turtle()
>>> turtle.shape("square")
>>> turtle.shapesize(4,2)
>>> turtle.shearfactor(-0.5)
>>> turtle.shapetransform()
(4.0, -1.0, -0.0, 2.0)
```

turtle.**get_shapepoly**()

Renvoie la forme actuelle du polygone en *n*-uplet de paires de coordonnées. Vous pouvez l'utiliser afin de définir une nouvelle forme ou en tant que composant pour une forme plus complexe.

```
>>> turtle.shape("square")
>>> turtle.shapetransform(4, -1, 0, 2)
>>> turtle.get_shapepoly()
((50, -20), (30, 20), (-50, 20), (-30, -20))
```

Utilisation des événements

turtle.**onclick**(*fun*, *btn=1*, *add=None*)

Paramètres

- **fun** -- une fonction à deux arguments qui sera appelée avec les coordonnées du point cliqué sur le canevas
- **btn** -- numéro du bouton de la souris, par défaut 1 (bouton de gauche)
- **add** -- `True` ou `False` — si"True", un nouveau lien est ajouté, sinon il remplace un ancien lien

Crée un lien vers *fun* pour les événements de clics de la souris sur cette tortue. Si *fun* est `None`, les liens existants sont supprimés. Exemple pour la tortue anonyme, c'est-à-dire la manière procédurale :

```
>>> def turn(x, y):
...     left(180)
...
>>> onclick(turn)  # Now clicking into the turtle will turn it.
>>> onclick(None)  # event-binding will be removed
```

turtle.**onrelease**(*fun*, *btn=1*, *add=None*)

Paramètres

- **fun** -- une fonction à deux arguments qui sera appelée avec les coordonnées du point cliqué sur le canevas
- **btn** -- numéro du bouton de la souris, par défaut 1 (bouton de gauche)
- **add** -- `True` ou `False` — si"True", un nouveau lien est ajouté, sinon il remplace un ancien lien

Crée un lien vers *fun* pour les événements de relâchement d'un clic de la souris sur cette tortue. Si *fun* est `None`, les liens existants sont supprimés.

```
>>> class MyTurtle(Turtle):
...     def glow(self,x,y):
...         self.fillcolor("red")
...     def unglow(self,x,y):
...         self.fillcolor("")
...
>>> turtle = MyTurtle()
>>> turtle.onclick(turtle.glow)      # clicking on turtle turns fillcolor red,
>>> turtle.onrelease(turtle.unglow) # releasing turns it to transparent.
```

turtle.**ondrag**(*fun*, *btn=1*, *add=None*)

Paramètres

- **fun** -- une fonction à deux arguments qui sera appelée avec les coordonnées du point cliqué sur le canevas
- **btn** -- numéro du bouton de la souris, par défaut 1 (bouton de gauche)
- **add** -- `True` ou `False` — si"True", un nouveau lien est ajouté, sinon il remplace un ancien lien

Crée un lien vers *fun* pour les événements de mouvement de la souris sur cette tortue. Si *fun* est `None`, les liens existants sont supprimés.

Remarque : toutes les séquences d'événements de mouvement de la souris sur une tortue sont précédées par un événement de clic de la souris sur cette tortue.

```
>>> turtle.ondrag(turtle.goto)
```

Par la suite, un cliquer-glisser sur la tortue la fait se déplacer au travers de l'écran, produisant ainsi des dessins « à la main » (si le stylo est posé).

Méthodes spéciales de la tortue

turtle.**begin_poly**()

Démarre l'enregistrement des sommets d'un polygone. La position actuelle de la tortue est le premier sommet du polygone.

turtle.**end_poly**()

Arrête l'enregistrement des sommets d'un polygone. La position actuelle de la tortue sera le dernier sommet du polygone. Il sera connecté au premier sommet.

turtle.**get_poly**()

Renvoie le dernier polygone sauvegardé.

```
>>> turtle.home()
>>> turtle.begin_poly()
>>> turtle.fd(100)
>>> turtle.left(20)
>>> turtle.fd(30)
>>> turtle.left(60)
>>> turtle.fd(50)
>>> turtle.end_poly()
>>> p = turtle.get_poly()
>>> register_shape("myFavouriteShape", p)
```

turtle.**clone**()

Crée et renvoie un clone de la tortue avec les mêmes position, cap et propriétés.

```
>>> mick = Turtle()
>>> joe = mick.clone()
```

turtle.**getturtle**()
turtle.**getpen**()

Renvoie l'objet *Turtle* lui-même. Sa seule utilisation : comme fonction pour renvoyer la "tortue anonyme" :

```
>>> pet = getturtle()
>>> pet.fd(50)
>>> pet
<turtle.Turtle object at 0x...>
```

turtle.**getscreen**()
Renvoie l'objet *TurtleScreen* sur lequel la tortue dessine. Les méthodes de TurtleScreen peuvent être appelées pour cet objet.

```
>>> ts = turtle.getscreen()
>>> ts
<turtle._Screen object at 0x...>
>>> ts.bgcolor("pink")
```

turtle.**setundobuffer**(*size*)

Paramètres **size** -- un entier ou None

Set or disable undobuffer. If *size* is an integer an empty undobuffer of given size is installed. *size* gives the maximum number of turtle actions that can be undone by the *undo()* method/function. If *size* is None, the undobuffer is disabled.

```
>>> turtle.setundobuffer(42)
```

turtle.**undobufferentries**()
Renvoie le nombre d'entrées dans la mémoire d'annulation.

```
>>> while undobufferentries():
...     undo()
```

Formes composées

Pour utiliser des formes de tortues combinées, qui sont composées de polygones de différentes couleurs, vous devez utiliser la classe utilitaire *Shape* explicitement comme décrit ci-dessous :

1. Créez un objet Shape vide de type "compound".
2. Ajoutez autant de composants que désirés à cet objet, en utilisant la méthode addcomponent(). Par exemple :

```
>>> s = Shape("compound")
>>> poly1 = ((0,0),(10,-5),(0,10),(-10,-5))
>>> s.addcomponent(poly1, "red", "blue")
>>> poly2 = ((0,0),(10,-5),(-10,-5))
>>> s.addcomponent(poly2, "blue", "red")
```

3. Maintenant ajoutez la *Shape* à la liste des formes de *Screen* et utilisez la :

```
>>> register_shape("myshape", s)
>>> shape("myshape")
```

Note : La classe *Shape* est utilisée en interne par la méthode *register_shape()* de différentes façons. Le développeur n'interagit avec la classe Shape *que* lorsqu'il utilise des formes composées comme montré ci-dessus !

25.1.4 Méthodes de TurtleScreen/Screen et leurs fonctions correspondantes

La plupart des exemples dans cette section font référence à une instance de TurtleScreen appelée `screen`.

Réglage de la fenêtre

`turtle.`**`bgcolor`**(**args*)

Paramètres **`args`** -- chaîne spécifiant une couleur ou trois nombres dans l'intervalle *0..colormode* ou *n*-uplet de ces trois nombres

Définit ou renvoie la couleur de fond de l'écran de la tortue (*TurtleScreen* en anglais).

```
>>> screen.bgcolor("orange")
>>> screen.bgcolor()
'orange'
>>> screen.bgcolor("#800080")
>>> screen.bgcolor()
(128.0, 0.0, 128.0)
```

`turtle.`**`bgpic`**(*picname=None*)

Paramètres **`picname`** -- une chaîne de caractères, le nom d'un fichier *gif*, ou `"nopic"`, ou `None`

Défini l'image de fond ou renvoie l'image de fond actuelle. Si *picname* est un nom de fichier, cette image et mis en image de fond. Si *picname* est `"nopic"`, l'image de fond sera supprimée si présente. SI *picname* est `None`, le nom du fichier de l'image de fond actuelle est renvoyé. :

```
>>> screen.bgpic()
'nopic'
>>> screen.bgpic("landscape.gif")
>>> screen.bgpic()
"landscape.gif"
```

`turtle.`**`clear`**()
`turtle.`**`clearscreen`**()

Supprime tous les dessins et toutes les tortues du TurtleScreen. Réinitialise le TurtleScreen maintenant vide à son état initial : fond blanc, pas d'image de fond, pas d'événement liés, et traçage activé.

Note : Cette méthode TurtleScreen est disponible en tant que fonction globale seulement sous le nom `clearscreen`. La fonction globale `clear` est une fonction différente dérivée de la méthode Turtle `clear`.

`turtle.`**`reset`**()
`turtle.`**`resetscreen`**()

Remet toutes les tortues à l'écran dans leur état initial.

Note : Cette méthode TurtleScreen est disponible en tant que fonction globale seulement sous le nom `resetscreen`. La fonction globale `reset` est une fonction différente dérivée de la méthode Turtle `reset`.

`turtle.`**`screensize`**(*canvwidth=None*, *canvheight=None*, *bg=None*)

Paramètres

- **`canvwidth`** -- nombre entier positif, nouvelle largeur du canevas (zone sur laquelle se déplace la tortue), en pixels
- **`canvheight`** -- nombre entier positif, nouvelle hauteur du canevas, en pixels
- **`bg`** -- chaîne de caractères indiquant la couleur ou n-uplet de couleurs, nouvelle couleur de fond

Si aucun arguments ne sont passés, renvoie l'actuel *(canvaswidth, canvasheight)*. Sinon, redimensionne le canevas sur lequel les tortues dessinent. Ne modifiez pas la fenêtre de dessin. Pour observer les parties cachées du canevas, utilisez les barres de défilement. Avec cette méthode, on peut rendre visible les parties d'un dessin qui étaient en dehors du canevas précédemment.

```
>>> screen.screensize()
(400, 300)
>>> screen.screensize(2000,1500)
>>> screen.screensize()
(2000, 1500)
```

par exemple, chercher une tortue échappée de manière erronée

turtle.**setworldcoordinates**(*llx*, *lly*, *urx*, *ury*)

Paramètres

- **llx** -- un nombre, coordonnée x du coin inférieur gauche du canevas
- **lly** -- un nombre, la coordonnée y du coin inférieur gauche du canevas
- **urx** -- un nombre, la coordonnée x du coin supérieur droit du canevas
- **ury** -- un nombre, la coordonnée y du coin supérieur droit du canevas

Configure un système de coordonnées défini par l'utilisateur et bascule vers le mode "world" si nécessaire. Cela effectuera un `screen.reset()`. Si le mode "world" est déjà actif, tous les dessins sont re-déssinés par rapport aux nouveaux coordonnées.

ATTENTION : dans les systèmes de coordonnées définis par l'utilisateur, les angles peuvent apparaître déformés.

```
>>> screen.reset()
>>> screen.setworldcoordinates(-50,-7.5,50,7.5)
>>> for _ in range(72):
...     left(10)
...
>>> for _ in range(8):
...     left(45); fd(2)   # a regular octagon
```

Réglage de l'animation

turtle.**delay**(*delay=None*)

Paramètres **delay** -- entier positif

Défini ou renvoie le délai (*delay*) de dessin en millisecondes. (Cet approximativement le temps passé entre deux mises à jour du canevas.) Plus le délai est long, plus l'animation sera lente.

Argument facultatif :

```
>>> screen.delay()
10
>>> screen.delay(5)
>>> screen.delay()
5
```

turtle.**tracer**(*n=None*, *delay=None*)

Paramètres

- **n** -- entier non-négatif
- **delay** -- entier non-négatif

Active/désactive les animations des tortues et défini le délai pour mettre à jour les dessins.Si *n* est passé, seulement les n-ièmes mises à jours régulières de l'écran seront vraiment effectuées. (Peut être utilisé pour accélérer le dessin de graphiques complexes.) Lorsqu'appelé sans arguments, renvoie la valeur actuelle de *n*. Le deuxième argument défini la valeur du délai (voir *delay()*).

```
>>> screen.tracer(8, 25)
>>> dist = 2
>>> for i in range(200):
...     fd(dist)
...     rt(90)
...     dist += 2
```

turtle.**update**()
Effectue une mise à jour de *TurtleScreen*. À utiliser lorsque le traceur est désactivé.

Voir aussi la méthode *speed()* de *RawTurtle/Turtle*.

Utilisation des événements concernant l'écran

turtle.**listen**(*xdummy=None*, *ydummy=None*)
Donne le focus à *TurtleScreen* (afin de collecter les événements clés). Des arguments factices sont fournis afin de pouvoir passer *listen()* à la méthode *onclick*.

turtle.**onkey**(*fun*, *key*)
turtle.**onkeyrelease**(*fun*, *key*)

Paramètres
— **fun** -- une fonction sans arguments ou None
— **key** -- une chaîne : clé (par exemple "*a*") ou clé symbole (Par exemple "*space*")

Lie *fun* à l'événement d'un relâchement d'une touche. Si *fun* est None, les événements liés sont supprimés. Remarque : Pour pouvoir enregistrer les événements lié au touches, TurtleScreen doit avoir le *focus* (fenêtre en premier plan). (Voir la méthode *listen()*.)

```
>>> def f():
...     fd(50)
...     lt(60)
...
>>> screen.onkey(f, "Up")
>>> screen.listen()
```

turtle.**onkeypress**(*fun*, *key=None*)

Paramètres
— **fun** -- une fonction sans arguments ou None
— **key** -- une chaîne : clé (par exemple "*a*") ou clé symbole (Par exemple "*space*")

Lie *fun* à l'événement d'un pressement de touche si *key* (touche) est donné, ou n'importe quelle touche si aucune touche n'est passée. Remarque : Pour pouvoir enregistrer des événements liés au touches, TurtleScreen doit être en premier plan. (voir la méthode *listen()*.)

```
>>> def f():
...     fd(50)
...
>>> screen.onkey(f, "Up")
>>> screen.listen()
```

turtle.**onclick**(*fun*, *btn=1*, *add=None*)
turtle.**onscreenclick**(*fun*, *btn=1*, *add=None*)

Paramètres
— **fun** -- une fonction à deux arguments qui sera appelée avec les coordonnées du point cliqué sur le canevas
— **btn** -- numéro du bouton de la souris, par défaut 1 (bouton de gauche)
— **add** -- True ou False — si"True", un nouveau lien est ajouté, sinon il remplace un ancien lien

Crée un lien vers *fun* pour les événements de clique de la souris sur cet écran. Si *fun* est None, les liens existants sont supprimés.

Example for a TurtleScreen instance named screen and a Turtle instance named turtle :

```
>>> screen.onclick(turtle.goto) # Subsequently clicking into the TurtleScreen␣
↪will
>>>                             # make the turtle move to the clicked point.
>>> screen.onclick(None)        # remove event binding again
```

Note : Cette méthode de TurtleScreen est disponible en tant que fonction globale seulement sous le nom de `onscreenclick`. La fonction globale `onclick` est une autre fonction dérivée de la méthode Turtle `onclick`.

`turtle.`**`ontimer`**(*fun*, *t=0*)

Paramètres
- **`fun`** -- une fonction sans arguments
- **`t`** -- un nombre supérieur ou égal à 0

Installe un minuteur qui appelle *fun* après *t* millisecondes.

```
>>> running = True
>>> def f():
...     if running:
...         fd(50)
...         lt(60)
...         screen.ontimer(f, 250)
>>> f()   ### makes the turtle march around
>>> running = False
```

`turtle.`**`mainloop`**()
`turtle.`**`done`**()

Démarre la boucle d'événements - appelle la boucle principale de Tkinter. Doit être la dernière opération dan un programme graphique *turtle*. **Ne dois pas** être utilisé si un script est lancé depuis IDLE avec le mode *-n* (pas de sous processus) - pour une utilisation interactive des graphiques *turtle* :

```
>>> screen.mainloop()
```

Méthodes de saisie

`turtle.`**`textinput`**(*title*, *prompt*)

Paramètres
- **`title`** -- *string*
- **`prompt`** -- *string*

Fait apparaitre une fenêtre pour entrer une chaine de caractères. Le paramètre *title* est le titre de la fenêtre, *prompt* est le texte expliquant quelle information écrire. Renvoie l'entrée utilisateur sous forme de chaîne. Si le dialogue est annulé, renvoie `None`. :

```
>>> screen.textinput("NIM", "Name of first player:")
```

`turtle.`**`numinput`**(*title*, *prompt*, *default=None*, *minval=None*, *maxval=None*)

Paramètres
- **`title`** -- *string*
- **`prompt`** -- *string*
- **`default`** -- un nombre (facultatif)
- **`minval`** -- un nombre (facultatif)
- **`maxval`** -- un nombre (facultatif)

Fait apparaitre une fenêtre pour entrer un nombre. Le paramètre *title* est le titre de la fenêtre, *prompt* est le texte expliquant quelle information numérique écrire. *default* : Valeur par défaut, *minval* : valeur minimale d'entrée, *maxval* : Valeur maximale d'entrée. Le nombre entré doit être dans la gamme *minval..maxval* si ces valeurs sont données. Sinon, un indice apparait et le dialogue reste ouvert pour corriger le nombre. Renvoie l'entrée utilisateur sous forme de nombre. Si le dialogue est annulé, renvoie `None`. :

```
>>> screen.numinput("Poker", "Your stakes:", 1000, minval=10, maxval=10000)
```

Paramétrages et méthodes spéciales

turtle.**mode**(*mode=None*)

Paramètres **mode** -- l'une des chaînes de caractères : *"standard"*, *"logo"* ou *"world"*

Règle le mode de la tortue ("*standard*", "*logo*" ou "*world*") et la réinitialise. Si le mode n'est pas donné, le mode actuel est renvoyé.

Le mode "*standard*" est compatible avec l'ancien `turtle`. Le mode "*logo*" est compatible avec la plupart des graphiques *turtle* Logo. Le mode "*world*" utilise des "coordonnées monde" (*world coordinates*) définis par l'utilisateur. **Attention** : Dans ce mode, les angles apparaissent déformés si le ratio unitaire de `x/y` n'est pas 1.

Mode	Orientation initiale de la tortue	angles positifs
"standard"	vers la droite (vers l'Est)	dans le sens inverse des aiguilles d'une montre
"logo"	vers le haut (vers le Nord)	dans le sens des aiguilles d'une montre

```
>>> mode("logo")   # resets turtle heading to north
>>> mode()
'logo'
```

turtle.**colormode**(*cmode=None*)

Paramètres **cmode** -- l'une des valeurs suivantes : 1.0 ou 255

Renvoie le mode de couleur (*colormode*) ou le défini à 1.0 ou 255. Les valeurs *r*, *g* et *b* doivent aussi être dans la gamme *0..*cmode**.

```
>>> screen.colormode(1)
>>> turtle.pencolor(240, 160, 80)
Traceback (most recent call last):
     ...
TurtleGraphicsError: bad color sequence: (240, 160, 80)
>>> screen.colormode()
1.0
>>> screen.colormode(255)
>>> screen.colormode()
255
>>> turtle.pencolor(240,160,80)
```

turtle.**getcanvas**()

Renvoie le canevas de ce TurtleScreen. Utile pour les initiés qui savent quoi faire avec un canevas Tkinter.

```
>>> cv = screen.getcanvas()
>>> cv
<turtle.ScrolledCanvas object ...>
```

turtle.**getshapes**()

Renvoie une liste de noms de toutes les formes actuellement disponibles pour les tortues.

```
>>> screen.getshapes()
['arrow', 'blank', 'circle', ..., 'turtle']
```

turtle.**register_shape**(*name*, *shape=None*)
turtle.**addshape**(*name*, *shape=None*)

Il existe trois façons différentes d'appeler cette fonction :

(1) *name* est le nom d'un fichier *gif* et *shape* est `None` : Installe la forme d'image correspondante. :

```
>>> screen.register_shape("turtle.gif")
```

Note : Les formes d'images *ne tournent pas* lorsque la tortue tourne, donc elles n'indiquent pas le cap de la tortue !

---

(2) *name* est une chaîne de caractères arbitraire et *shape* est un *n*-uplet de paires de coordonnées : Installe le polygone correspondant.

```
>>> screen.register_shape("triangle", ((5,-3), (0,5), (-5,-3)))
```

(3) *name* est une chaîne de caractères arbitraire et *shape* est un objet *Shape* (composé) : Installe la forme composée correspondante.

Ajoute une forme de tortue a la liste des formes du TurtleScreen. Seulement les formes enregistrées de cette façon peuvent être utilisée avec la commande `shape(shapename)`.

`turtle.`**`turtles`**`()`
Renvoie la liste des tortues présentes sur l'écran.

```
>>> for turtle in screen.turtles():
...     turtle.color("red")
```

`turtle.`**`window_height`**`()`
Renvoie la hauteur de la fenêtre de la tortue. :

```
>>> screen.window_height()
480
```

`turtle.`**`window_width`**`()`
Renvoie la largeur de la fenêtre de la tortue. :

```
>>> screen.window_width()
640
```

Méthodes spécifiques à Screen, non héritées de TurtleScreen

`turtle.`**`bye`**`()`
Éteins la fenêtre *turtlegraphics*.

`turtle.`**`exitonclick`**`()`
Bind bye() method to mouse clicks on the Screen.

Si la valeur de "*using_IDLE*" dans le dictionnaire de configuration est `False` (valeur par défaut), démarre aussi la boucle principale. Remarque : Si IDLE est lancé avec l'option `-n` (Pas de sous processus), Cette valeur devrait être définie à `True` dans `turtle.cfg`. Dans ce cas, la boucle principale d'IDLE est active aussi pour le script du client.

`turtle.`**`setup`**`(`*width=_CFG["width"], height=_CFG["height"], startx=_CFG["leftright"], starty=_CFG["topbottom"]*`)`
Définit la taille et la position de la fenêtre principale. Les valeurs par défaut des arguments sont stockées dans le dictionnaire de configuration et peuvent être modifiées via un fichier `turtle.cfg`.

Paramètres

- **`width`** -- s'il s'agit d'un nombre entier, une taille en pixels, s'il s'agit d'un nombre flottant, une fraction de l'écran ; la valeur par défaut est de 50 % de l'écran
- **`height`** -- s'il s'agit d'un nombre entier, la hauteur en pixels, s'il s'agit d'un nombre flottant, une fraction de l'écran ; la valeur par défaut est 75 % de l'écran
- **`startx`** -- s'il s'agit d'un nombre positif, position de départ en pixels à partir du bord gauche de l'écran, s'il s'agit d'un nombre négatif, position de départ en pixels à partir du bord droit, si c'est `None`, centre la fenêtre horizontalement
- **`starty`** -- si positif, la position de départ en pixels depuis le haut de l'écran. Si négatif, depuis de bas de l'écran. Si `None`, Le centre de la fenêtre verticalement

```
>>> screen.setup (width=200, height=200, startx=0, starty=0)
>>>               # sets window to 200x200 pixels, in upper left of screen
>>> screen.setup(width=.75, height=0.5, startx=None, starty=None)
>>>               # sets window to 75% of screen by 50% of screen and centers
```

turtle.**title**(*titlestring*)

Paramètres **titlestring** -- chaîne de caractères affichée dans la barre de titre de la fenêtre graphique de la tortue

Défini le titre de la fenêtre de la tortue à *titlestring*.

```
>>> screen.title("Welcome to the turtle zoo!")
```

25.1.5 Classes publiques

class turtle.**RawTurtle**(*canvas*)
class turtle.**RawPen**(*canvas*)

Paramètres **canvas** -- un tkinter.Canvas, un *ScrolledCanvas* ou un *TurtleScreen*

Crée une tortue. Cette tortue à toutes les méthodes décrites ci-dessus comme "Méthode de Turtle/RawTurtle".

class turtle.**Turtle**
Sous-classe de RawTurtle, à la même interface mais dessine sur un objet screen par défaut créé automatiquement lorsque nécessaire pour la première fois.

class turtle.**TurtleScreen**(*cv*)

Paramètres **cv** -- un tkinter.Canvas

Fournis les méthodes liées à l'écran comme setbg(), etc. qui sont décrites ci-dessus.

class turtle.**Screen**
Sous-classess de TurtleScreen, avec *quatre nouvelles méthodes*.

class turtle.**ScrolledCanvas**(*master*)

Paramètres **master** -- certain modules Tkinter pour contenir le ScrolledCanvas, c'est à dire, un canevas Tkinter avec des barres de défilement ajoutées

Utilisé par la classe Screen, qui fournit donc automatiquement un ScrolledCanvas comme terrain de jeu pour les tortues.

class turtle.**Shape**(*type_*, *data*)

Paramètres **type_** -- l'une des chaînes suivantes : *"polygon"*, *"image"* ou *"compound"*

Formes de modélisation de la structure des données. La paire (type_, data) doit suivre cette spécification :

*type_*	*data*
"polygon"	un polygone n-uplet, c'est-à-dire un n-uplet constitué de paires (chaque paire définissant des coordonnées)
"image"	une image (utilisée uniquement en interne sous ce format !)
"compound"	None (une forme composée doit être construite en utilisant la méthode *addcomponent()*)

addcomponent(*poly*, *fill*, *outline=None*)

Paramètres

- **poly** -- un polygone, c.-à-d. un n-uplet de paires de nombres
- **fill** -- une couleur de remplissage pour *poly*
- **outline** -- une couleur pour le contour du polygone (si elle est donnée)

Exemple :

```
>>> poly = ((0,0),(10,-5),(0,10),(-10,-5))
>>> s = Shape("compound")
>>> s.addcomponent(poly, "red", "blue")
>>> # ... add more components and then use register_shape()
```

Voir *Formes composées*.

class turtle.**Vec2D**(*x*, *y*)

Une classe de vecteur bidimensionnel, utilisée en tant que classe auxiliaire pour implémenter les graphiques *turtle*. Peut être utile pour les programmes graphiques faits avec *turtle*. Dérivé des *n*-uplets, donc un vecteur est un *n*-uplet !

Permet (pour les vecteurs *a*, *b* et le nombre *k*) :

— `a + b` addition de vecteurs
— `a - b` soustraction de deux vecteurs
— `a * b` produit scalaire
— `k * a` et `a * k` multiplication avec un scalaire
— `abs(a)` valeur absolue de a
— `a.rotate(angle)` rotation

25.1.6 Aide et configuration

Utilisation de l'aide

Les méthodes publiques des classes *Screen* et *Turtle* sont largement documentées dans les *docstrings*. Elles peuvent donc être utilisées comme aide en ligne via les fonctions d'aide de Python :

— Lors de l'utilisation d'IDLE, des info-bulles apparaissent avec la signature et les premières lignes de *docstring* de la fonction/méthode appelée.
— L'appel de `help()` sur les méthodes ou fonctions affichera les *docstrings* :

```
>>> help(Screen.bgcolor)
Help on method bgcolor in module turtle:

bgcolor(self, *args) unbound turtle.Screen method
    Set or return backgroundcolor of the TurtleScreen.

    Arguments (if given): a color string or three numbers
    in the range 0..colormode or a 3-tuple of such numbers.


      >>> screen.bgcolor("orange")
      >>> screen.bgcolor()
      "orange"
      >>> screen.bgcolor(0.5,0,0.5)
      >>> screen.bgcolor()
      "#800080"

>>> help(Turtle.penup)
Help on method penup in module turtle:

penup(self) unbound turtle.Turtle method
    Pull the pen up -- no drawing when moving.

    Aliases: penup | pu | up

    No argument

    >>> turtle.penup()
```

— Les *docstrings* des fonctions qui sont dérivées des méthodes ont une forme modifiée :

```
>>> help(bgcolor)
Help on function bgcolor in module turtle:

bgcolor(*args)
    Set or return backgroundcolor of the TurtleScreen.

    Arguments (if given): a color string or three numbers
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
    in the range 0..colormode or a 3-tuple of such numbers.

    Example::

      >>> bgcolor("orange")
      >>> bgcolor()
      "orange"
      >>> bgcolor(0.5,0,0.5)
      >>> bgcolor()
      "#800080"

>>> help(penup)
Help on function penup in module turtle:

penup()
    Pull the pen up -- no drawing when moving.

    Aliases: penup | pu | up

    No argument

    Example:
    >>> penup()
```

Ces chaînes de documents modifiées sont créées automatiquement avec les définitions de fonctions qui sont dérivées des méthodes au moment de l'importation.

Traduction de chaînes de documents en différentes langues

Il est utile de créer un dictionnaire dont les clés sont les noms des méthodes et les valeurs sont les *docstrings* de méthodes publiques des classes Screen et Turtle.

`turtle.`**`write_docstringdict`**(*filename="turtle_docstringdict"*)

> **Paramètres** **`filename`** -- une chaîne de caractères, utilisée en tant que nom de fichier
>
> Crée et écrit un dictionnaire de *docstrings* dans un script Python avec le nom donné. Cette fonction doit être appelée explicitement (elle n'est pas utilisée par les classes graphiques de *turtle*). Ce dictionnaire de *doctrings* sera écrit dans le script Python *`filename`*`.py`. Il sert de modèle pour la traduction des *docstrings* dans différentes langues.

Si vous (ou vos étudiants) veulent utiliser *`turtle`* avec de l'aide en ligne dans votre langue natale, vous devez traduire les *docstrings* et sauvegarder les fichiers résultants en, par exemple, `turtle_docstringdict_german.py`.

Si vous avez une entrée appropriée dans votre fichier `turtle.cfg`, ce dictionnaire est lu au moment de l'importation et remplace la *docstrings* originale en anglais par cette entrée.

Au moment de l'écriture de cette documentation, il n'existe seulement que des *docstrings* en Allemand et Italien. (Merci de faire vos demandes à glingl@aon.at.)

Comment configurer *Screen* et *Turtle*

La configuration par défaut imite l'apparence et le comportement de l'ancien module *turtle* pour pouvoir maintenir la meilleure compatibilité avec celui-ci.

Si vous voulez utiliser une configuration différente qui reflète mieux les fonctionnalités de ce module ou qui correspond mieux à vos besoins, par exemple pour un cours, vous pouvez préparer un ficher de configuration `turtle.cfg` qui sera lu au moment de l'importation et qui modifiera la configuration en utilisant les paramètres du fichier.

La configuration native correspondrait au *turtle.cfg* suivant :

```
width = 0.5
height = 0.75
leftright = None
topbottom = None
canvwidth = 400
canvheight = 300
mode = standard
colormode = 1.0
delay = 10
undobuffersize = 1000
shape = classic
pencolor = black
fillcolor = black
resizemode = noresize
visible = True
language = english
exampleturtle = turtle
examplescreen = screen
title = Python Turtle Graphics
using_IDLE = False
```

Brève explication des entrées sélectionnées :

- Les quatre premières lignes correspondent aux arguments de la méthode `Screen.setup()`.
- Les lignes 5 et 6 correspondent aux arguments de la méthode `Screen.screensize()`.
- *shape* peut être n'importe quelle forme native, par exemple *arrow*, *turtle* etc. Pour plus d'informations, essayez `help(shape)`.
- Si vous ne voulez utiliser aucune couleur de remplissage (c'est-à-dire rendre la tortue transparente), vous devez écrire `fillcolor = ""` (mais toutes les chaînes non vides ne doivent pas avoir de guillemets dans le fichier *cfg*).
- Si vous voulez refléter l'état de la tortue, vous devez utiliser `resizemode = auto`.
- Si vous définissez par exemple `language = italian`, le dictionnaire de *docstrings* `turtle.docstringdict_italian.py` sera chargé au moment de l'importation (si présent dans les chemins d'importations, par exemple dans le même dossier que *turtle*).
- Les entrées *exampleturtle* et *examplescreen* définissent les noms de ces objets tels qu'ils apparaissent dans les *docstrings*. La transformation des méthodes-*docstrings* vers fonction-*docstrings* supprimera ces noms des *docstrings*.
- *using_IDLE* : définissez ceci à `True` si vous travaillez régulièrement avec IDLE et son option `-n` (pas de sous processus). Cela évitera l'entrée de *exitonclick()* dans la boucle principale.

Il peut y avoir un :file:turtle.cfg' dans le dossier où se situe *turtle* et un autre dans le dossier de travail courant. Ce dernier prendra le dessus.

Le dossier `Lib/turtledemo` contient un fichier `turtle.cfg`. Vous pouvez le prendre comme exemple et voir ses effets lorsque vous lancez les démos (il est préférable de ne pas le faire depuis la visionneuse de démos).

25.1.7 `turtledemo` — Scripts de démonstration

Le paquet *turtledemo* inclut un ensemble de scripts de démonstration. Ces scripts peuvent être lancés et observés en utilisant la visionneuse de démos comme suit :

```
python -m turtledemo
```

Alternativement, vous pouvez lancer les scripts de démo individuellement. Par exemple :

```
python -m turtledemo.bytedesign
```

Le paquet *turtledemo* contient :

- Une visionneuse `__main__.py` qui peut être utilisée pour lire le code source de ces scripts et pour les faire tourner en même temps.

— Plusieurs script présentent les différentes fonctionnalités du module `turtle`. Les exemples peuvent être consultés via le menu *Examples*. Ils peuvent aussi être lancés de manière autonome.
— Un fichier exemple `turtle.cfg` montrant comment rédiger de tels fichiers.

Les scripts de démonstration sont :

Nom	Description	Caractéristiques
bytedesign	motif complexe de la tortue graphique classique	`tracer()`, temps mort, `update()`
chaos	graphiques dynamiques de Verhulst, cela démontre que les calculs de l'ordinateur peuvent générer des résultats qui vont parfois à l'encontre du bon sens	*world coordinates*
clock	horloge analogique indiquant l'heure de votre ordinateur	tortues sous forme des aiguilles d'horloge, sur minuterie
colormixer (mélangeur de couleurs)	des expériences en rouge, vert, bleu	`ondrag()`
forest (forêt)	3 arbres tracés par un parcours en largeur	*randomization* (répartition aléatoire)
fractalcurves	Courbes de Hilbert et de Koch	récursivité
lindenmayer	ethnomathématiques (kolams indiens)	*L-Système*
minimal_hanoi	Tours de Hanoï	Des tortues rectangulaires à la place des disques (*shape*, *shapesize*)
nim	jouez au classique jeu de *nim* avec trois piles de bâtons contre l'ordinateur.	tortues en tant que bâtons de *nim*, géré par des événements (clavier et souris)
paint (peinture)	programme de dessin extra minimaliste	`onclick()`
peace (paix)	basique	tortue : apparence et animation
penrose	tuiles apériodiques avec cerfs-volants et fléchettes	`stamp()`
planet_and_moon (planète et lune)	simulation d'un système gravitationnel	formes composées, `Vec2D`
round_dance	tortues dansantes tournant par paires en sens inverse	formes composées, clones de la forme (*shapesize*), rotation, *get_shapepoly*, *update*
sorting_animate	démonstration visuelle des différentes méthodes de classement	alignement simple, répartition aléatoire
tree (arbre)	un arbre (tracé) par un parcours en largeur (à l'aide de générateurs)	`clone()`
two_canvases (deux toiles)	design simple	tortues sur deux canevas
wikipedia	un motif issu de l'article de *wikipedia* sur la tortue graphique	`clone()`, `undo()`
yinyang	un autre exemple élémentaire	`circle()`

Amusez-vous !

25.1.8 Modifications depuis Python 2.6

— Les méthodes `Turtle.tracer()`, `Turtle.window_width()` et `Turtle.window_height()` ont été supprimées. Seule `Screen` définit maintenant des méthodes avec ces noms et fonctionnalités. Les fonction dérivées de ces méthodes restent disponibles. (En réalité, déjà en Python 2.6 ces méthodes n'étaient que de simples duplicatas des méthodes correspondantes des classes `TurtleScreen`/`Screen`)
— La méthode `Turtle.fill()` à été supprimée. Le fonctionnement de `begin_fill()` et `end_fill()` a légèrement changé : chaque opération de remplissage doit maintenant se terminer par un appel à `end_fill()`.
— La méthode `Turtle.filling()` a été ajoutée. Elle renvoie le booléen `True` si une opération de remplissage est en cours,"False" sinon. Ce comportement correspond à un appel à `fill()` sans argument en Python 2.6.

25.1.9 Modifications depuis Python 3.0

— Les méthodes `Turtle.shearfactor()`, `Turtle.shapetransform()` et `Turtle.get_shapepoly()` on été ajoutées. Ainsi, la gamme complète des transformations linéaires habituelles est maintenant disponible pour modifier les formes de la tortue. La méthode `Turtle.tiltangle()` a été améliorée : Elle peut maintenant récupérer ou définir l'angle d'inclinaison. `Turtle.settiltangle()` est désormais obsolète.
— La méthode `Screen.onkeypress()` a été ajoutée en complément à `Screen.onkey()` qui lie des actions à des relâchements de touches. En conséquence, ce dernier s'est vu doté d'un alias : `Screen.onkeyrelease()`.
— La méthode `Screen.mainloop()` à été ajoutée. Ainsi, lorsque vous travaillez uniquement avec des objets Screen et Turtle, vous n'avez plus besoin d'importer `mainloop()`.
— Deux méthodes d'entrées ont été ajoutées : `Screen.textinput()` et `Screen.numinput()`. Ces dialogues d'entrées renvoient des chaînes de caractères et des nombres respectivement.
— Deux exemples de scripts `tdemo_nim.py` et `tdemo_round_dance.py` ont été ajoutés au répertoire `Lib/turtledemo`.

25.2 cmd — Interpréteurs en ligne de commande.

Code source : Lib/cmd.py

La *Cmd* fournit une base simple permettant d'écrire des interpréteurs en ligne de commande. Ceux-ci sont souvent utiles pour piloter des tests, pour des outils administratifs, et pour des prototypes destinés à être intégrés à une interface plus sophistiquée.

class cmd.**Cmd**(*completekey='tab'*, *stdin=None*, *stdout=None*)

Une instance de *Cmd* ou d'une classe en héritant est un *framework* orienté ligne de commande. Il n'y a pas de bonne raison d'instancier *Cmd* directement. Elle est plutôt utile en tant que classe mère d'une classe-interprète que vous définirez afin d'hériter des méthodes de *Cmd* et d'encapsuler les opérations.

L'argument facultatif *completekey* est le nom *readline* d'une touche de complétion. Si *completekey* ne vaut pas *None* et que *readline* est disponible, la complétion de commandes est faite automatiquement.

Les arguments facultatifs *stdin* et *stdout* spécifient les objets-fichiers de lecture et d'écriture que l'instance de Cmd ou d'une classe fille utilisera comme entrée et sortie. Si ces arguments ne sont pas spécifiés, ils prendront comme valeur par défaut *sys.stdin* et *sys.stdout*.

Si vous souhaitez qu'un *stdin* donné soit utilisé, assurez-vous que l'attribut *use_rawinput* de l'instance vaille `False`, faute de quoi *stdin* sera ignoré.

25.2.1 Objets Cmd

Une instance de *Cmd* possède les méthodes suivantes :

Cmd.**cmdloop**(*intro=None*)
Affiche une invite de commande de manière répétée, accepte une entrée, soustrait un préfixe initial de l'entrée reçue et envoie aux méthodes d'opération la partie restante de l'entrée reçue.

L'argument facultatif est une bannière ou chaîne de caractères d'introduction à afficher avant la première invite de commande (il redéfinit l'attribut de classe *intro*).

Si le module *readline* est chargé, l'entrée héritera automatiquement d'une édition d'historique similaire à **bash** (Par exemple, `Control-P` reviendra à la dernière commande, `Control-N` avancera à la suivante, `Control-F` déplace le curseur vers la droite, `Control-B` déplace le curseur vers la gauche, etc...).

Une caractère de fin de fichier est transmis via la chaîne de caractères `'EOF'`.

Une instance d'un interpréteur reconnaîtra un nom de commande `foo` si et seulement si celle-ci possède une méthode `do_foo()`. Les lignes commençant par le caractère `'?'` sont un cas particulier : elles sont envoyées à la méthode `do_help()`. Les lignes commençant par le caractère `'!'` sont également un cas particulier : elles sont envoyées à la méthode `do_shell()` (si une telle méthode est définie).

Cette méthode ne s'arrêtera que lorsque *postcmd()* renverra une valeur vraie. L'argument *stop* de *postcmd()* est la valeur de retour de la méthode `do_*()` correspondant à la commande.

Si la complétion est activée, la complétion de commandes sera faite automatiquement ; et la complétion d'arguments sera faite en appelant `complete_foo()` avec les arguments *text*, *line*, *begidx*, et *endidx*. *text* est le préfixe que nous cherchons à faire coïncider : toutes les valeurs renvoyées doivent commencer par ce préfixe. *line* est la ligne d'entrée actuelle sans les espaces blancs de début. *begidx* et *endidx* sont les index de début et de fin du préfixe, ils pourraient être utilisés pour fournir différentes complétions en fonction de la position de l'argument.

Toutes les classes filles de *Cmd* héritent d'une méthode `do_help()` prédéfinie. Cette méthode appellera la méthode `help_bar()` lorsqu'elle est appelée avec un argument `'bar'`. Si celle-ci n'est pas définie, elle affichera la *docstring* de `do_bar()`, (si elle a une *docstring*). Sans argument, `do_help()` listera tous les sujets d'aide (c'est à dire, toutes les commandes avec une méthode `help_\*()` correspondante ou commande ayant une *docstring*, elle lisera aussi les commandes non documentées.

Cmd.**onecmd**(*str*)
Interprète l'argument comme si il avait été entré en réponse à l'invite de commande. Cette méthode peut être surchargée, mais ne devrait normalement pas avoir besoin de l'être ; voir les méthodes *precmd()* et *postcmd()* pour altérer l'exécution d'une commande. La valeur de retour est un *flag* indiquant si l'interprétation de commandes par l'interpréteur devrait arrêter. S'il existe une méthode `do_*()` pour la commande *str*, la valeur de retour de cette méthode est renvoyée. Dans le cas contraire, la valeur de retour de la méthode *default()* est renvoyée.

Cmd.**emptyline**()
Méthode appelée quand une ligne vide est entrée en réponse à l'invite de commande. Si cette méthode n'est pas surchargée, elle répète la dernière commande non-vide entrée.

Cmd.**default**(*line*)
Méthode appelée lorsque le préfixe de commande d'une ligne entrée n'est pas reconnu. Si cette méthode n'est pas surchargée, elle affiche un message d'erreur et s'arrête.

Cmd.**completedefault**(*text*, *line*, *begidx*, *endidx*)
Méthode appelée pour compléter une ligne entrée quand aucune méthode `complete_*()` spécifique à la commande n'est disponible. Par défaut, elle renvoie une liste vide.

Cmd.**precmd**(*line*)
Méthode de rappel exécutée juste avant que la ligne de commande *line* ne soit interprétée, mais après que l'invite de commande ait été généré et affiché. Cette méthode existe afin d'être surchargée par des classes filles de *Cmd*. La valeur de retour est utilisée comme la commande qui sera exécutée par la méthode *onecmd()*. L'implémentation de *precmd()* peut réécrire la commande ou simplement renvoyer *line* sans modification.

Cmd.**postcmd**(*stop*, *line*)
Méthode de rappel exécutée juste après qu'une commande ait été exécutée. Cette méthode existe afin d'être surchargée par des classes filles de *Cmd*. *line est la ligne de commande ayant été exécutée et *stop* est un *flag* indiquant si l'exécution sera terminée après un appel à *postcmd()*. *stop* sera la valeur de retour de *onecmd()*.

La valeur de retour de cette méthode sera utilisée comme nouvelle valeur pour le *flag* interne correspondant à *stop*. Renvoyer *False* permettra à l'interprétation de continuer.

Cmd.**preloop**()
Méthode de rappel exécutée une fois lorsque *cmdloop()* est appelée. Cette méthode existe afin d'être surchargée par des classes filles de *Cmd*.

Cmd.**postloop**()
Méthode de rappel exécutée une fois lorsque *cmdloop()* va s'arrêter. Cette méthode existe afin d'être surchargée par des classes filles de *Cmd*.

Les instances de classes filles de *Cmd* possèdent des variables d'instance publiques :

Cmd.**prompt**
L'invite de commande affiché pour solliciter une entrée.

Cmd.**identchars**
La chaîne de caractères acceptée en tant que préfixe de commande.

Cmd.**lastcmd**
Le dernier préfixe de commande non-vide vu.

Cmd.**cmdqueue**
Une liste de lignes entrées en file. La liste *cmdqueue* est vérifiée dans *cmdloop()* lorsqu'une nouvelle entrée est nécessitée ; si elle n'est pas vide, ses éléments seront traités dans l'ordre, comme si ils avaient entrés dans l'invite de commande.

Cmd.**intro**
Une chaîne de caractères à afficher en introduction ou bannière. Peut être surchargée en passant un argument à la méthode *cmdloop()*.

Cmd.**doc_header**
L'en-tête à afficher si la sortie de l'aide possède une section pour les commandes documentées.

Cmd.**misc_header**
L'en-tête à afficher si la sortie de l'aide possède une section pour divers sujets (c'est-à-dire qu'il existe des méthodes `help_*()` sans méthodes `do_*()` correspondantes).

Cmd.**undoc_header**
L'en-tête à afficher si la sortie de l'aide possède une section pour les commandes non documentées (c'est-à-dire qu'il existe des méthodes `dop_*()` sans méthodes `help_*()` correspondantes).

Cmd.**ruler**
Le caractère utilisé pour afficher des lignes de séparation sous les en-têtes de messages d'aide. Si il est vide, aucune ligne de séparation n'est affichée. Par défaut, ce caractère vaut `'='`.

Cmd.**use_rawinput**
Un *flag*, valant *True* par défaut. Si ce *flag* est vrai, *cmdloop()* utilise *input()* pour afficher une invite de commande et lire la prochaine commande ; si il est faux, `sys.stdout.write()` et `sys.stdin.readline()` sont utilisées. (Cela signifie qu'en important *readline* sur les systèmes qui le supportent, l'interpréteur va automatiquement supporter une édition de ligne similaire à **Emacs** ainsi que des touches d'historique de commande).

25.2.2 Exemple

Le module *cmd* est utile pour produire des invites de commande permettant à l'utilisateur de travailler avec un programme de manière interactive.

Cette section présente un exemple simple de comment produire une invite de commande autour de quelques commandes du module *turtle*.

Des commandes *turtle* basiques telles que *forward()* sont ajoutées à une classe fille de *Cmd* avec la méthode appelée `do_forward()`. L'argument est converti en nombre et envoyé au module *turtle*. La *docstring* est utilisée dans l'utilitaire d'aide fourni par l'invite de commande.

L'exemple inclut également un utilitaire d'enregistrement et de *playback* implémenté avec la méthode *precmd()*, qui est responsable du passage de l'entrée en minuscules ainsi que d'écrire les commandes dans un fichier. La méthode `do_playback()` lit le fichier et ajoute les commandes enregistrées à `cmdqueue` pour être rejouées immédiatement :

```
import cmd, sys
from turtle import *

class TurtleShell(cmd.Cmd):
    intro = 'Welcome to the turtle shell.   Type help or ? to list commands.\n'
    prompt = '(turtle) '
    file = None

    # ----- basic turtle commands -----
    def do_forward(self, arg):
        'Move the turtle forward by the specified distance:  FORWARD 10'
        forward(*parse(arg))
    def do_right(self, arg):
        'Turn turtle right by given number of degrees:  RIGHT 20'
        right(*parse(arg))
    def do_left(self, arg):
        'Turn turtle left by given number of degrees:  LEFT 90'
        left(*parse(arg))
    def do_goto(self, arg):
        'Move turtle to an absolute position with changing orientation.  GOTO 100␣
↪200'
        goto(*parse(arg))
    def do_home(self, arg):
        'Return turtle to the home position:  HOME'
        home()
    def do_circle(self, arg):
        'Draw circle with given radius an options extent and steps:  CIRCLE 50'
        circle(*parse(arg))
    def do_position(self, arg):
        'Print the current turtle position:  POSITION'
        print('Current position is %d %d\n' % position())
    def do_heading(self, arg):
        'Print the current turtle heading in degrees:  HEADING'
        print('Current heading is %d\n' % (heading(),))
    def do_color(self, arg):
        'Set the color:  COLOR BLUE'
        color(arg.lower())
    def do_undo(self, arg):
        'Undo (repeatedly) the last turtle action(s):  UNDO'
    def do_reset(self, arg):
        'Clear the screen and return turtle to center:  RESET'
        reset()
    def do_bye(self, arg):
        'Stop recording, close the turtle window, and exit:  BYE'
        print('Thank you for using Turtle')
        self.close()
        bye()
        return True

    # ----- record and playback -----
    def do_record(self, arg):
        'Save future commands to filename:  RECORD rose.cmd'
        self.file = open(arg, 'w')
    def do_playback(self, arg):
        'Playback commands from a file:  PLAYBACK rose.cmd'
        self.close()
        with open(arg) as f:
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
            self.cmdqueue.extend(f.read().splitlines())
    def precmd(self, line):
        line = line.lower()
        if self.file and 'playback' not in line:
            print(line, file=self.file)
        return line
    def close(self):
        if self.file:
            self.file.close()
            self.file = None

def parse(arg):
    'Convert a series of zero or more numbers to an argument tuple'
    return tuple(map(int, arg.split()))

if __name__ == '__main__':
    TurtleShell().cmdloop()
```

Voici une session d'exemple avec l'invite de commande *turtle*. Elle montre les fonctions d'aide, utilise les lignes vides pour répéter des commandes et montre l'utilitaire de *playback* :

```
Welcome to the turtle shell.   Type help or ? to list commands.

(turtle) ?

Documented commands (type help <topic>):
========================================
bye     color    goto     home  playback  record  right
circle  forward  heading  left  position  reset   undo

(turtle) help forward
Move the turtle forward by the specified distance:  FORWARD 10
(turtle) record spiral.cmd
(turtle) position
Current position is 0 0

(turtle) heading
Current heading is 0

(turtle) reset
(turtle) circle 20
(turtle) right 30
(turtle) circle 40
(turtle) right 30
(turtle) circle 60
(turtle) right 30
(turtle) circle 80
(turtle) right 30
(turtle) circle 100
(turtle) right 30
(turtle) circle 120
(turtle) right 30
(turtle) circle 120
(turtle) heading
Current heading is 180

(turtle) forward 100
(turtle)
(turtle) right 90
(turtle) forward 100
(turtle)
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
(turtle) right 90
(turtle) forward 400
(turtle) right 90
(turtle) forward 500
(turtle) right 90
(turtle) forward 400
(turtle) right 90
(turtle) forward 300
(turtle) playback spiral.cmd
Current position is 0 0

Current heading is 0

Current heading is 180

(turtle) bye
Thank you for using Turtle
```

25.3 `shlex` --- Simple lexical analysis

Code source : Lib/shlex.py

The *shlex* class makes it easy to write lexical analyzers for simple syntaxes resembling that of the Unix shell. This will often be useful for writing minilanguages, (for example, in run control files for Python applications) or for parsing quoted strings.

The *shlex* module defines the following functions :

shlex.**split**(*s*, *comments=False*, *posix=True*)
Split the string *s* using shell-like syntax. If *comments* is *False* (the default), the parsing of comments in the given string will be disabled (setting the *commenters* attribute of the *shlex* instance to the empty string). This function operates in POSIX mode by default, but uses non-POSIX mode if the *posix* argument is false.

Note : Since the *split()* function instantiates a *shlex* instance, passing `None` for *s* will read the string to split from standard input.

---

shlex.**quote**(*s*)
Return a shell-escaped version of the string *s*. The returned value is a string that can safely be used as one token in a shell command line, for cases where you cannot use a list.

This idiom would be unsafe :

```
>>> filename = 'somefile; rm -rf ~'
>>> command = 'ls -l {}'.format(filename)
>>> print(command)  # executed by a shell: boom!
ls -l somefile; rm -rf ~
```

quote() lets you plug the security hole :

```
>>> from shlex import quote
>>> command = 'ls -l {}'.format(quote(filename))
>>> print(command)
ls -l 'somefile; rm -rf ~'
>>> remote_command = 'ssh home {}'.format(quote(command))
>>> print(remote_command)
ssh home 'ls -l '"'"'somefile; rm -rf ~'"'"''
```

The quoting is compatible with UNIX shells and with *split()* :

```
>>> from shlex import split
>>> remote_command = split(remote_command)
>>> remote_command
['ssh', 'home', "ls -l 'somefile; rm -rf ~'"]
>>> command = split(remote_command[-1])
>>> command
['ls', '-l', 'somefile; rm -rf ~']
```

Nouveau dans la version 3.3.

The *shlex* module defines the following class :

class shlex.**shlex**(*instream=None*, *infile=None*, *posix=False*, *punctuation_chars=False*)

A *shlex* instance or subclass instance is a lexical analyzer object. The initialization argument, if present, specifies where to read characters from. It must be a file-/stream-like object with *read()* and *readline()* methods, or a string. If no argument is given, input will be taken from `sys.stdin`. The second optional argument is a filename string, which sets the initial value of the *infile* attribute. If the *instream* argument is omitted or equal to `sys.stdin`, this second argument defaults to "stdin". The *posix* argument defines the operational mode : when *posix* is not true (default), the *shlex* instance will operate in compatibility mode. When operating in POSIX mode, *shlex* will try to be as close as possible to the POSIX shell parsing rules. The *punctuation_chars* argument provides a way to make the behaviour even closer to how real shells parse. This can take a number of values : the default value, `False`, preserves the behaviour seen under Python 3.5 and earlier. If set to `True`, then parsing of the characters `();<>|&` is changed : any run of these characters (considered punctuation characters) is returned as a single token. If set to a non-empty string of characters, those characters will be used as the punctuation characters. Any characters in the *wordchars* attribute that appear in *punctuation_chars* will be removed from *wordchars*. See *Improved Compatibility with Shells* for more information. *punctuation_chars* can be set only upon *shlex* instance creation and can't be modified later.

Modifié dans la version 3.6 : The *punctuation_chars* parameter was added.

Voir aussi :

Module *configparser* Parser for configuration files similar to the Windows `.ini` files.

25.3.1 shlex Objects

A *shlex* instance has the following methods :

shlex.**get_token**()

Return a token. If tokens have been stacked using *push_token()*, pop a token off the stack. Otherwise, read one from the input stream. If reading encounters an immediate end-of-file, *eof* is returned (the empty string (`''`) in non-POSIX mode, and `None` in POSIX mode).

shlex.**push_token**(*str*)

Push the argument onto the token stack.

shlex.**read_token**()

Read a raw token. Ignore the pushback stack, and do not interpret source requests. (This is not ordinarily a useful entry point, and is documented here only for the sake of completeness.)

shlex.**sourcehook**(*filename*)

When *shlex* detects a source request (see *source* below) this method is given the following token as argument, and expected to return a tuple consisting of a filename and an open file-like object.

Normally, this method first strips any quotes off the argument. If the result is an absolute pathname, or there was no previous source request in effect, or the previous source was a stream (such as `sys.stdin`), the result is left alone. Otherwise, if the result is a relative pathname, the directory part of the name of the file immediately before it on the source inclusion stack is prepended (this behavior is like the way the C preprocessor handles `#include "file.h"`).

The result of the manipulations is treated as a filename, and returned as the first component of the tuple, with *open()* called on it to yield the second component. (Note : this is the reverse of the order of arguments in instance initialization !)

This hook is exposed so that you can use it to implement directory search paths, addition of file extensions, and other namespace hacks. There is no corresponding 'close' hook, but a shlex instance will call the *close()* method of the sourced input stream when it returns EOF.

For more explicit control of source stacking, use the *push_source()* and *pop_source()* methods.

shlex.**push_source**(*newstream*, *newfile=None*)
Push an input source stream onto the input stack. If the filename argument is specified it will later be available for use in error messages. This is the same method used internally by the *sourcehook()* method.

shlex.**pop_source**()
Pop the last-pushed input source from the input stack. This is the same method used internally when the lexer reaches EOF on a stacked input stream.

shlex.**error_leader**(*infile=None*, *lineno=None*)
This method generates an error message leader in the format of a Unix C compiler error label; the format is `'"%s", line %d: '`, where the `%s` is replaced with the name of the current source file and the `%d` with the current input line number (the optional arguments can be used to override these).

This convenience is provided to encourage *shlex* users to generate error messages in the standard, parseable format understood by Emacs and other Unix tools.

Instances of *shlex* subclasses have some public instance variables which either control lexical analysis or can be used for debugging :

shlex.**commenters**
The string of characters that are recognized as comment beginners. All characters from the comment beginner to end of line are ignored. Includes just `'#'` by default.

shlex.**wordchars**
The string of characters that will accumulate into multi-character tokens. By default, includes all ASCII alphanumerics and underscore. In POSIX mode, the accented characters in the Latin-1 set are also included. If *punctuation_chars* is not empty, the characters `~-./*?=`, which can appear in filename specifications and command line parameters, will also be included in this attribute, and any characters which appear in `punctuation_chars` will be removed from `wordchars` if they are present there.

shlex.**whitespace**
Characters that will be considered whitespace and skipped. Whitespace bounds tokens. By default, includes space, tab, linefeed and carriage-return.

shlex.**escape**
Characters that will be considered as escape. This will be only used in POSIX mode, and includes just `'\'` by default.

shlex.**quotes**
Characters that will be considered string quotes. The token accumulates until the same quote is encountered again (thus, different quote types protect each other as in the shell.) By default, includes ASCII single and double quotes.

shlex.**escapedquotes**
Characters in *quotes* that will interpret escape characters defined in *escape*. This is only used in POSIX mode, and includes just `'"'` by default.

shlex.**whitespace_split**
If `True`, tokens will only be split in whitespaces. This is useful, for example, for parsing command lines with *shlex*, getting tokens in a similar way to shell arguments. If this attribute is `True`, *punctuation_chars* will have no effect, and splitting will happen only on whitespaces. When using *punctuation_chars*, which is intended to provide parsing closer to that implemented by shells, it is advisable to leave `whitespace_split` as `False` (the default value).

shlex.**infile**
The name of the current input file, as initially set at class instantiation time or stacked by later source requests. It may be useful to examine this when constructing error messages.

shlex.**instream**
The input stream from which this *shlex* instance is reading characters.

shlex.**source**
: This attribute is None by default. If you assign a string to it, that string will be recognized as a lexical-level inclusion request similar to the source keyword in various shells. That is, the immediately following token will be opened as a filename and input will be taken from that stream until EOF, at which point the *close()* method of that stream will be called and the input source will again become the original input stream. Source requests may be stacked any number of levels deep.

shlex.**debug**
: If this attribute is numeric and 1 or more, a *shlex* instance will print verbose progress output on its behavior. If you need to use this, you can read the module source code to learn the details.

shlex.**lineno**
: Source line number (count of newlines seen so far plus one).

shlex.**token**
: The token buffer. It may be useful to examine this when catching exceptions.

shlex.**eof**
: Token used to determine end of file. This will be set to the empty string (''), in non-POSIX mode, and to None in POSIX mode.

shlex.**punctuation_chars**
: A read-only property. Characters that will be considered punctuation. Runs of punctuation characters will be returned as a single token. However, note that no semantic validity checking will be performed : for example, '»>' could be returned as a token, even though it may not be recognised as such by shells.

  Nouveau dans la version 3.6.

25.3.2 Parsing Rules

When operating in non-POSIX mode, *shlex* will try to obey to the following rules.

- Quote characters are not recognized within words (Do"Not"Separate is parsed as the single word Do"Not"Separate);
- Escape characters are not recognized;
- Enclosing characters in quotes preserve the literal value of all characters within the quotes;
- Closing quotes separate words ("Do"Separate is parsed as "Do" and Separate);
- If *whitespace_split* is False, any character not declared to be a word character, whitespace, or a quote will be returned as a single-character token. If it is True, *shlex* will only split words in whitespaces;
- EOF is signaled with an empty string ('');
- It's not possible to parse empty strings, even if quoted.

When operating in POSIX mode, *shlex* will try to obey to the following parsing rules.

- Quotes are stripped out, and do not separate words ("Do"Not"Separate" is parsed as the single word DoNotSeparate);
- Non-quoted escape characters (e.g. '\') preserve the literal value of the next character that follows;
- Enclosing characters in quotes which are not part of *escapedquotes* (e.g. "'") preserve the literal value of all characters within the quotes;
- Enclosing characters in quotes which are part of *escapedquotes* (e.g. '"') preserves the literal value of all characters within the quotes, with the exception of the characters mentioned in *escape*. The escape characters retain its special meaning only when followed by the quote in use, or the escape character itself. Otherwise the escape character will be considered a normal character.
- EOF is signaled with a *None* value;
- Quoted empty strings ('') are allowed.

25.3.3 Improved Compatibility with Shells

Nouveau dans la version 3.6.

The *shlex* class provides compatibility with the parsing performed by common Unix shells like `bash`, `dash`, and `sh`. To take advantage of this compatibility, specify the `punctuation_chars` argument in the constructor. This defaults to `False`, which preserves pre-3.6 behaviour. However, if it is set to `True`, then parsing of the characters `();<>|&` is changed : any run of these characters is returned as a single token. While this is short of a full parser for shells (which would be out of scope for the standard library, given the multiplicity of shells out there), it does allow you to perform processing of command lines more easily than you could otherwise. To illustrate, you can see the difference in the following snippet :

```
>>> import shlex
>>> text = "a && b; c && d || e; f >'abc'; (def \"ghi\")"
>>> list(shlex.shlex(text))
['a', '&', '&', 'b', ';', 'c', '&', '&', 'd', '|', '|', 'e', ';', 'f', '>',
"'abc'", ';', '(', 'def', '"ghi"', ')']
>>> list(shlex.shlex(text, punctuation_chars=True))
['a', '&&', 'b', ';', 'c', '&&', 'd', '||', 'e', ';', 'f', '>', "'abc'",
';', '(', 'def', '"ghi"', ')']
```

Of course, tokens will be returned which are not valid for shells, and you'll need to implement your own error checks on the returned tokens.

Instead of passing `True` as the value for the punctuation_chars parameter, you can pass a string with specific characters, which will be used to determine which characters constitute punctuation. For example :

```
>>> import shlex
>>> s = shlex.shlex("a && b || c", punctuation_chars="|")
>>> list(s)
['a', '&', '&', 'b', '||', 'c']
```

Note : When `punctuation_chars` is specified, the *wordchars* attribute is augmented with the characters `~-./*?=`. That is because these characters can appear in file names (including wildcards) and command-line arguments (e.g. `--color=auto`). Hence :

```
>>> import shlex
>>> s = shlex.shlex('~/a && b-c --color=auto || d *.py?',
...                 punctuation_chars=True)
>>> list(s)
['~/a', '&&', 'b-c', '--color=auto', '||', 'd', '*.py?']
```

For best effect, `punctuation_chars` should be set in conjunction with `posix=True`. (Note that `posix=False` is the default for *shlex*.)

CHAPITRE 26

Interfaces Utilisateur Graphiques avec Tk

Tk/Tcl fait depuis longtemps partie intégrante de Python. Il fournit un jeu d'outils robustes et indépendants de la plateforme pour gérer des fenêtres. Disponible aux développeurs via le paquet `tkinter` et ses extensions, les modules `tkinter.tix` et `tkinter.ttk`.

Le paquet `tkinter` est une fine couche orientée objet au dessus de Tcl/Tk. Pour utiliser le module `tkinter`, vous n'avez pas à écrire de code Tcl, mais vous devrez consulter la documentation de Tk, et parfois la documentation de Tcl. Le module `tkinter` est un ensemble de surcouches implémentant les *widgets* Tk en classes Python. De plus, le module interne `_tkinter` fournit un mécanisme robuste permettant à des fils d'exécution Python et Tcl d'interagir.

Les avantages de `tkinter` sont sa rapidité, et qu'il est généralement fourni nativement avec Python. Bien que sa documentation soit mauvaise, d'autres ressources existent : des références, tutoriels, livres, … Le module `tkinter` est aussi célèbre pour son aspect vieillot, cependant il à été grandement amélioré depuis Tk 8.5. Néanmoins, il existe bien d'autres bibliothèques d'interfaces graphiques qui pourraient vous intéresser. Pour plus d'informations sur les alternatives, consultez le chapitre *Autres paquets d'interface graphique utilisateur*.

26.1 `tkinter` — Interface Python pour Tcl/Tk

Code source : Lib/tkinter/__init__.py

Le paquet `tkinter` (« interface Tk ») est l'interface Python standard de la boîte à outils d'IUG Tk. Tk et `tkinter` sont disponibles sur la plupart des plates-formes Unix, ainsi que sur les systèmes Windows (Tk lui-même ne fait pas partie de Python ; il est maintenu par ActiveState).

Exécuter `python -m tkinter` depuis la ligne de commande ouvre une fenêtre de démonstration d'une interface Tk simple, vous indiquant que `tkinter` est correctement installé sur votre système et indiquant également quelle version de Tcl/Tk est installée ; vous pouvez donc lire la documentation Tcl/Tk spécifique à cette version.

Voir aussi :

Documentation de Tkinter :

Python Tkinter Resources Le *Python Tkinter Topic Guide* fournit beaucoup d'informations sur l'utilisation de Tk à partir de Python et des liens vers d'autres sources d'information sur Tk.

TKDocs Tutoriel complet plus convivial pour certains des objets graphiques.

Tkinter 8.5 reference : a GUI for Python Documents de référence en ligne.

Documents Tkinter sur effbot Référence en ligne pour *tkinter* réalisée par *effbot.org*.

Programming Python Livre de Mark Lutz, qui couvre excellemment bien Tkinter.

Modern Tkinter for Busy Python Developers Book by Mark Roseman about building attractive and modern graphical user interfaces with Python and Tkinter.

Python and Tkinter Programming Livre de John Grayson (ISBN 1-884777-81-3).

Documentation de Tcl/Tk :

Commandes Tk La plupart des commandes sont disponibles sous forme de classes *tkinter* ou *tkinter.ttk*. Modifiez '8.6' pour correspondre à votre version installée de Tcl/Tk.

Pages de manuel récentes de Tcl/Tk Manuels récents de Tcl/Tk sur *www.tcl.tk*.

Page d'accueil Tcl chez ActiveState Le développement de Tk/Tcl se déroule en grande partie au sein d'ActiveState.

Tcl and the Tk Toolkit Livre de John Ousterhout, l'inventeur de Tcl.

Practical Programming in Tcl and Tk Le livre encyclopédique de Brent Welch.

26.1.1 Modules Tkinter

La plupart du temps, *tkinter* est tout ce dont vous avez vraiment besoin mais un certain nombre de modules supplémentaires sont également disponibles. L'interface Tk est située dans un module binaire nommé `_tkinter`. Ce module contient l'interface de bas niveau vers Tk et ne doit jamais être utilisé directement par les développeurs. Il s'agit généralement d'une bibliothèque partagée (ou DLL) mais elle peut, dans certains cas, être liée statiquement à l'interpréteur Python.

En plus du module d'interface Tk, *tkinter* inclut un certain nombre de modules Python, `tkinter.constants` étant l'un des plus importants. Importer *tkinter* charge automatiquement `tkinter.constants` donc, habituellement, pour utiliser Tkinter, tout ce dont vous avez besoin est une simple commande d'importation :

```
import tkinter
```

Ou, plus souvent :

```
from tkinter import *
```

class `tkinter.`**Tk**(*screenName=None*, *baseName=None*, *className='Tk'*, *useTk=1*)
La classe *Tk* est instanciée sans argument. Cela crée un widget de haut niveau de Tk qui est généralement la fenêtre principale d'une application. Chaque instance a son propre interpréteur Tcl associé.

`tkinter.`**Tcl**(*screenName=None*, *baseName=None*, *className='Tk'*, *useTk=0*)
La fonction *Tcl()* est une fonction fabrique qui crée un objet similaire à celui créé par la classe *Tk*, sauf qu'elle n'initialise pas le sous-système Tk. Ceci est le plus souvent utile lorsque vous pilotez l'interpréteur Tcl dans un environnement où vous ne voulez pas créer des fenêtres de haut niveau supplémentaires, ou alors si c'est impossible (comme les systèmes Unix/Linux sans un serveur X). Un objet créé par *Tcl()* peut avoir une fenêtre de haut niveau créée (et le sous-système Tk initialisé) en appelant sa méthode `loadtk()`.

Parmi les modules qui savent gérer Tk, nous pouvons citer :

tkinter.scrolledtext Outil d'affichage de texte avec une barre de défilement verticale intégrée.

tkinter.colorchooser Boîte de dialogue permettant à l'utilisateur de choisir une couleur.

tkinter.commondialog Classe de base pour les boîtes de dialogue définies dans les autres modules listés ici.

tkinter.filedialog Boîtes de dialogue standard permettant à l'utilisateur de spécifier un fichier à ouvrir ou à enregistrer.

tkinter.font Utilitaires pour gérer les polices de caractères.

tkinter.messagebox Accès aux boîtes de dialogue Tk standard.

tkinter.simpledialog Boîtes de dialogue simples et fonctions utilitaires.

tkinter.dnd Support du glisser-déposer pour *tkinter*. Il s'agit d'une méthode expérimentale qui ne sera plus maintenue lorsqu'elle sera remplacée par Tk DND.

turtle Tortue graphique dans une fenêtre Tk.

26.1.2 Guide de survie Tkinter

Cette section n'est pas conçue pour être un tutoriel exhaustif de Tk ou Tkinter. Il s'agit plutôt d'un guide d'introduction au système.

Crédits :

- *Tk* a été écrit par John Ousterhout de Berkeley.
- *Tkinter* a été écrit par Steen Lumholt et Guido van Rossum.
- Ce guide de survie a été écrit par Matt Conway de l'Université de Virginie.
- Le rendu HTML, avec quelques modifications, a été réalisé à partir d'une version FrameMaker par Ken Manheimer.
- Fredrik Lundh a élaboré et mis à jour les descriptions de l'interface des classes, en cohérence avec Tk 4.2.
- Mike Clarkson a converti la documentation en LaTeX et a compilé le chapitre *Interface utilisateur* du manuel de référence.

Mode d'emploi

Cette section est divisée en deux parties : la première moitié (à peu près) couvre la partie théorique, tandis que la seconde moitié peut être utilisée comme guide pratique.

Lorsque l'on essaie de répondre à des questions sur la manière de faire « ceci ou cela », il est souvent préférable de trouver comment le faire en Tk, puis de le convertir en fonction correspondante `tkinter`. Les programmeurs Python peuvent souvent deviner la commande Python correcte en consultant la documentation Tk. Cela signifie que pour utiliser Tkinter, vous devez en savoir un peu plus sur Tk. Ce document ne peut pas remplir ce rôle, alors le mieux que nous puissions faire est de vous indiquer la meilleure documentation qui existe. Voici quelques conseils :

- Les auteurs conseillent fortement d'obtenir une copie des pages de manuel de Tk. En particulier, les pages de manuel dans le répertoire `manN` sont les plus utiles. Les pages de manuel `man3` décrivent l'interface C de la bibliothèque Tk et ne sont donc pas particulièrement utiles aux développeurs de scripts.
- Addison-Wesley a publié un livre intitulé *Tcl and the Tk Toolkit* de John Ousterhout (ISBN 0-201-63337-X) qui est une bonne introduction à Tcl et Tk pour débutants. Le livre n'est pas exhaustif et, pour beaucoup de détails, il renvoie aux pages du manuel.
- `tkinter/__init__.py` est souvent un dernier recours, mais peut être un bon endroit où aller quand rien d'autre ne fait sens.

Un simple programme *Hello World*

```
import tkinter as tk

class Application(tk.Frame):
    def __init__(self, master=None):
        super().__init__(master)
        self.master = master
        self.pack()
        self.create_widgets()

    def create_widgets(self):
        self.hi_there = tk.Button(self)
        self.hi_there["text"] = "Hello World\n(click me)"
        self.hi_there["command"] = self.say_hi
        self.hi_there.pack(side="top")

        self.quit = tk.Button(self, text="QUIT", fg="red",
                              command=self.master.destroy)
        self.quit.pack(side="bottom")

    def say_hi(self):
        print("hi there, everyone!")
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
root = tk.Tk()
app = Application(master=root)
app.mainloop()
```

26.1.3 Un (très) rapide aperçu de Tcl/Tk

La hiérarchie de classes semble compliquée mais, dans la pratique, les développeurs d'applications se réfèrent presque toujours aux classes situées tout en bas de la hiérarchie.

Notes :

— Ces classes sont fournies dans le but d'organiser certaines fonctions sous un seul espace de nommage. Elles n'ont pas vocation à être instanciées indépendamment.

— La classe `Tk` est destinée à être instanciée une seule fois dans une application. Les développeurs d'applications n'ont pas besoin d'en instancier une explicitement, Le système en crée une au besoin quand une des autres classes est instanciée.

— La classe `Widget` n'est pas destinée à être instanciée, elle est destinée uniquement au sous-classement pour faire de « vrais » objets graphiques (en C++, on appelle cela une « classe abstraite »).

Pour comprendre cette documentation, il y aura des moments où vous aurez besoin de savoir comment lire de courts passages de Tk et comment identifier les différentes parties d'une commande Tk. (Voir la section *Correspondance entre Basic Tk et Tkinter* pour les équivalents `tkinter` de ce qui suit).

Les scripts Tk sont des programmes Tcl. Comme tous les programmes Tcl, les scripts Tk ne sont que des listes de commandes séparées par des espaces. Un objet graphique Tk n'est constitué que de sa *classe*, des *options* qui l'aident à se configurer et des *actions* qui lui font faire des choses utiles.

Pour créer un objet graphique en Tk, la commande est toujours de la forme :

```
classCommand newPathname options
```

classCommand indique le type d'objet graphique à réaliser (un bouton, une étiquette, un menu…)

newPathname est le nouveau nom pour cet objet graphique. Tous les noms dans Tk doivent être uniques. Pour vous aider à respecter cette règle, les objets graphiques dans Tk sont nommés avec des *noms d'accès*, tout comme les fichiers dans le système de fichiers. L'objet graphique de niveau supérieur, la racine (*root* en anglais), s'appelle `.` (point) et les enfants sont délimités par plusieurs points. Par exemple, `.myApp.controlPanel.okButton` pourrait être le nom d'un objet graphique.

options configure l'apparence de l'objet graphique et, dans certains cas, son comportement. Les options se présentent sous la forme d'une liste de paramètres et de valeurs. Les paramètres sont précédés d'un « - », comme les paramètres d'une ligne de commande du shell Unix, et les valeurs sont mises entre guillemets si elles font plus d'un mot.

Par exemple :

```
button   .fred   -fg red -text "hi there"
   ^       ^     \_____________________/
   |       |                |
 class    new            options
command  widget  (-opt val -opt val ...)
```

Une fois créé, le chemin d'accès à l'objet graphique devient une nouvelle commande. Cette nouvelle *commande d'objet graphique* est l'interface du programmeur pour que le nouvel objet graphique effectue une *action*. En C, cela prend la forme `someAction(fred, someOptions)`, en C++, cela prend la forme *fred.someAction(someOptions)* et, en Tk, vous dites :

```
.fred someAction someOptions
```

Notez que le nom de l'objet, `.fred`, commence par un point.

Comme vous pouvez vous y attendre, les valeurs autorisées pour *someAction* dépendent de la classe de l'objet graphique : `.fred disable` fonctionne si `fred` est un bouton (`fred` devient grisé), mais ne fonctionne pas si `fred` est une étiquette (la désactivation des étiquettes n'existe pas dans Tk).

Les valeurs possibles de *someOptions* dépendent de l'action. Certaines actions, comme `disable`, ne nécessitent aucun argument ; d'autres, comme la commande `delete` d'une zone de saisie, nécessitent des arguments pour spécifier l'étendue du texte à supprimer.

26.1.4 Correspondance entre *Basic Tk* et *Tkinter*

Les commandes de classes dans Tk correspondent aux constructeurs de classes dans Tkinter.

```
button .fred                =====>  fred = Button()
```

Le constructeur d'un objet est implicite dans le nouveau nom qui lui est donné lors de la création. Dans Tkinter, les constructeurs sont spécifiés explicitement.

```
button .panel.fred          =====>  fred = Button(panel)
```

Les options de configuration dans Tk sont données dans des listes de paramètres séparés par des traits d'union suivies de leurs valeurs. Dans Tkinter, les options sont spécifiées sous forme d'arguments par mots-clés dans le constructeur d'instance, et d'arguments par mots-clés pour configurer les appels ou sous forme d'une entrée, dans le style dictionnaire, d'instance pour les instances établies. Voir la section *Définition des options* pour la façon de définir les options.

```
button .fred -fg red        =====>  fred = Button(panel, fg="red")
.fred configure -fg red     =====>  fred["fg"] = red
                            OR ==>  fred.config(fg="red")
```

Dans Tk, pour effectuer une action sur un objet graphique, utilisez le nom de l'objet graphique comme une commande et faites-le suivre d'un nom d'action, éventuellement avec des arguments (options). Dans Tkinter, vous appelez des méthodes sur l'instance de classe pour invoquer des actions sur l'objet graphique. Les actions (méthodes) qu'un objet graphique donné peut effectuer sont listées dans `tkinter/__init__.py`.

```
.fred invoke                =====>  fred.invoke()
```

Pour donner un objet graphique à l'empaqueteur (ce qui gère la disposition à l'écran), appelez `pack` avec des arguments optionnels. Dans Tkinter, la classe `Pack` contient toutes ces fonctionnalités et les différentes formes de la commande `pack` sont implémentées comme méthodes. Tous les objets graphiques de *`tkinter`* sont sous-classés depuis l'empaqueteur et donc héritent de toutes les méthodes d'empaquetage. Voir la documentation du module *`tkinter.tix`* pour plus d'informations sur le gestionnaire de disposition des formulaires.

```
pack .fred -side left       =====>  fred.pack(side="left")
```

26.1.5 Relations entre Tk et Tkinter

De haut en bas :

Votre application (Python) Une application Python fait un appel *`tkinter`*.

***tkinter* (paquet Python)** Cet appel (par exemple, la création d'un objet graphique de type bouton) est implémenté dans le paquet *`tkinter`*, qui est écrit en Python. Cette fonction Python analyse les commandes et les arguments et les convertit en une forme qui les fait ressembler à un script Tk au lieu d'un script Python.

_tkinter (C) Ces commandes et leurs arguments sont passés à une fonction C dans le module d'extension `_tkinter` — notez le tiret bas.

Objets graphiques Tk (C et Tcl) Cette fonction C est capable d'effectuer des appels vers d'autres modules C, y compris les fonctions C qui composent la bibliothèque Tk. Tk est implémenté en C et un peu en Tcl. La partie Tcl des objets graphiques Tk est utilisée pour lier certains comportements par défaut aux objets graphiques, et est exécutée une fois au moment où le paquet Python *tkinter* est importé (cette étape est transparente pour l'utilisateur).

Tk (C) La partie Tk des objets graphiques Tk implémente la correspondance finale avec …

Xlib (C) la bibliothèque *Xlib* pour dessiner des éléments graphiques à l'écran.

26.1.6 Guide pratique

Définition des options

Les options contrôlent des paramètres tels que la couleur et la largeur de la bordure d'un objet graphique. Les options peuvent être réglées de trois façons :

Lors de la création de l'objet, à l'aide d'arguments par mots-clés

```
fred = Button(self, fg="red", bg="blue")
```

Après la création de l'objet, en manipulant le nom de l'option comme une entrée de dictionnaire

```
fred["fg"] = "red"
fred["bg"] = "blue"
```

Utilisez la méthode `config()` pour mettre à jour plusieurs attributs après la création de l'objet

```
fred.config(fg="red", bg="blue")
```

Pour l'explication complète d'une option donnée et de son comportement, voir les pages de manuel Tk de l'objet graphique en question.

Notez que les pages de manuel listent « OPTIONS STANDARD » et « OPTIONS SPÉCIFIQUES D'OBJETS GRAPHIQUES » pour chaque objet graphique. La première est une liste d'options communes à de nombreux objets graphiques, la seconde est une liste d'options propres à cet objet graphique particulier. Les options standard sont documentées sur la page de manuel *options(3)*.

Aucune distinction n'est faite dans ce document entre les options standard et les options spécifiques à un objet graphique. Certaines options ne s'appliquent pas à certains types d'objets graphiques. La réaction d'un objet graphique donné à une option particulière dépend de la classe de l'objet graphique ; les boutons possèdent une option `command`, pas les étiquettes.

Les options gérées par un objet graphique donné sont listées dans la page de manuel de cet objet graphique, ou peuvent être interrogées à l'exécution en appelant la méthode `config()` sans argument, ou en appelant la méthode `keys()` sur cet objet graphique. La valeur de retour de ces appels est un dictionnaire dont la clé est le nom de l'option sous forme de chaîne (par exemple, `'relief'`) et dont les valeurs sont des *5-uplets*.

Certaines options, comme `bg`, sont des synonymes d'options communes qui ont des noms longs (`bg` est une abréviation pour `background` « arrière-plan »). Passer le nom abrégé d'une option à la méthode `config()` renvoie un couple, pas un quintuplet. Le couple renvoyé contient le nom abrégé et le nom *réel* de l'option, par exemple `('bg', 'background')`.

Index	Signification	Exemple
0	nom des options	`'relief'`
1	nom de l'option pour la recherche dans la base de données	`'relief'`
2	classe de l'option pour la recherche dans la base de données	`'Relief'`
3	valeur par défaut	`'raised'`
4	valeur actuelle	`'groove'`

Exemple :

```
>>> print(fred.config())
{'relief': ('relief', 'relief', 'Relief', 'raised', 'groove')}
```

Bien sûr, le dictionnaire affiché contient toutes les options disponibles et leurs valeurs. Ceci n'est donné qu'à titre d'exemple.

L'empaqueteur

L'empaqueteur est l'un des mécanismes de Tk pour la gestion de la disposition des éléments sur l'écran. Les gestionnaires de géométrie sont utilisés pour spécifier le positionnement relatif du positionnement des objets graphiques dans leur conteneur — leur *constructeur* mutuel. Contrairement au plus encombrant *placeur* (qui est utilisé moins souvent, et nous n'en parlons pas ici), l'empaqueteur prend les spécifications qualitatives de relation — *above*, *to the left of*, *filling*, etc — et calcule tout pour déterminer les coordonnées exactes du placement pour vous.

La taille d'un objet graphique *constructeur* est déterminée par la taille des « objets graphiques hérités » à l'intérieur. L'empaqueteur est utilisé pour contrôler l'endroit où les objets graphiques hérités apparaissent à l'intérieur du constructeur dans lequel ils sont empaquetés. Vous pouvez regrouper des objets graphiques dans des cadres, et des cadres dans d'autres cadres, afin d'obtenir le type de mise en page souhaité. De plus, l'arrangement est ajusté dynamiquement pour s'adapter aux changements incrémentiels de la configuration, une fois qu'elle est empaquetées.

Notez que les objets graphiques n'apparaissent pas tant que leur disposition n'a pas été spécifiée avec un gestionnaire de géométrie. C'est une erreur de débutant courante de ne pas tenir compte de la spécification de la géométrie, puis d'être surpris lorsque l'objet graphique est créé mais que rien n'apparaît. Un objet graphique n'apparaît qu'après que, par exemple, la méthode `pack()` de l'empaqueteur lui ait été appliquée.

La méthode *pack()* peut être appelée avec des paires mot-clé-option/valeur qui contrôlent où l'objet graphique doit apparaître dans son conteneur et comment il doit se comporter lorsque la fenêtre principale de l'application est redimensionnée. En voici quelques exemples :

```
fred.pack()                     # defaults to side = "top"
fred.pack(side="left")
fred.pack(expand=1)
```

Options de l'empaqueteur

Pour de plus amples informations sur l'empaqueteur et les options qu'il peut prendre, voir les pages de manuel et la page 183 du livre de John Ousterhout.

anchor Type d'ancrage. Indique l'endroit où l'empaqueteur doit placer chaque enfant dans son espace.

expand Booléen, `0` ou `1`.

fill Valeurs acceptées : `'x'`, `'y'`, `'both'`, `'none'`.

ipadx* et *ipady Une distance — désignant l'écart interne de chaque côté de l'objet graphique hérité.

padx* et *pady Une distance — désignant l'écart externe de chaque côté de l'objet graphique hérité.

side Valeurs acceptées : `'left'`, `'right'`, `'top'`, `'bottom'`.

Association des variables de l'objet graphique

L'assignation d'une valeur à certains objets graphiques (comme les objets graphique de saisie de texte) peut être liée directement aux variables de votre application à l'aide d'options spéciales. Ces options sont `variable`, `textvariable`, `onvalue`, `offvalue` et `value`. Ce lien fonctionne dans les deux sens : si la variable change pour une raison ou pour une autre, l'objet graphique auquel elle est connectée est mis à jour pour refléter la nouvelle valeur.

Malheureusement, dans l'implémentation actuelle de *tkinter* il n'est pas possible de passer une variable Python arbitraire à un objet graphique via une option `variable` ou `textvariable`. Les seuls types de variables pour lesquels cela fonctionne sont les variables qui sont sous-classées à partir d'une classe appelée *Variable*, définie dans *tkinter*.

Il existe de nombreuses sous-classes utiles de *Variable* déjà définies : `StringVar`, `IntVar`, `DoubleVar` et `BooleanVar`. Pour lire la valeur courante d'une telle variable, appelez la méthode `get()` dessus et, pour changer sa valeur, appelez la méthode `set()`. Si vous suivez ce protocole, l'objet graphique suivra toujours la valeur de la variable, sans autre intervention de votre part.

Par exemple :

```
class App(Frame):
    def __init__(self, master=None):
        super().__init__(master)
        self.pack()

        self.entrythingy = Entry()
        self.entrythingy.pack()

        # here is the application variable
        self.contents = StringVar()
        # set it to some value
        self.contents.set("this is a variable")
        # tell the entry widget to watch this variable
        self.entrythingy["textvariable"] = self.contents

        # and here we get a callback when the user hits return.
        # we will have the program print out the value of the
        # application variable when the user hits return
        self.entrythingy.bind('<Key-Return>',
                              self.print_contents)

    def print_contents(self, event):
        print("hi. contents of entry is now ---->",
              self.contents.get())
```

Le gestionnaire de fenêtres

Dans Tk, il y a une commande pratique, `wm`, pour interagir avec le gestionnaire de fenêtres. Les options de la commande `wm` vous permettent de contrôler les titres, le placement, les icônes en mode *bitmap* et encore d'autres choses du même genre. Dans *`tkinter`*, ces commandes ont été implémentées en tant que méthodes sur la classe `Wm`. Les objets graphiques de haut niveau sont sous-classés à partir de la classe `Wm`, ils peuvent donc appeler directement les méthodes de `Wm`.

Pour accéder à la fenêtre du plus haut niveau qui contient un objet graphique donné, vous pouvez souvent simplement vous référer au parent de cet objet graphique. Bien sûr, si l'objet graphique a été empaqueté à l'intérieur d'un cadre, le parent ne représentera pas la fenêtre de plus haut niveau. Pour accéder à la fenêtre du plus haut niveau qui contient un objet graphique arbitraire, vous pouvez appeler la méthode `_root()`. Cette méthode commence par un soulignement pour indiquer que cette fonction fait partie de l'implémentation, et non d'une interface avec la fonctionnalité Tk.

Voici quelques exemples d'utilisation courante :

```
import tkinter as tk

class App(tk.Frame):
    def __init__(self, master=None):
        super().__init__(master)
        self.pack()

# create the application
myapp = App()

#
# here are method calls to the window manager class
#
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
myapp.master.title("My Do-Nothing Application")
myapp.master.maxsize(1000, 400)

# start the program
myapp.mainloop()
```

Types de données des options Tk

anchor Les valeurs acceptées sont des points cardinaux : « `n` », « `ne` », « `e` », « `se` », « `s` », « `sw` », « `w` », « `nw` » et « `center` ».

bitmap Il y a huit bitmaps intégrés nommés : « `error` », « `gray25` », « `gray50` », « `hourglass` », « `info` », « `questhead` », « `question` », « `warning` »'. Pour spécifier un nom de fichier bitmap X, indiquez le chemin complet du fichier, précédé de `@`, comme dans "`@/usr/contrib/bitmap/gumby.bit`".

boolean Vous pouvez lui donner les entiers 0 ou 1 ou les chaînes de caractères "`yes`" ou "`no`".

callback N'importe quelle fonction Python qui ne prend pas d'argument. Par exemple :

```
def print_it():
    print("hi there")
fred["command"] = print_it
```

color Les couleurs peuvent être données sous forme de noms de couleurs Xorg dans le fichier *rgb.txt*, ou sous forme de chaînes représentant les valeurs RVB en 4 bits : « `#RGB` », 8 bits : « `#RRVVBB` », 12 bits“« #RRRVVVBBB », ou 16 bits ``« #RRRRVVVVBBBB », où R,V,B représente ici tout chiffre hexadécimal valide. Voir page 160 du livre d'Ousterhout pour plus de détails.

cursor Les noms de curseurs Xorg standard que l'on trouve dans `cursorfont.h` peuvent être utilisés, sans le préfixe `XC_`. Par exemple pour obtenir un curseur en forme de main (`XC_hand2`), utilisez la chaîne « `hand2` ». Vous pouvez également spécifier votre propre bitmap et fichier masque. Voir page 179 du livre d'Ousterhout.

distance Les distances à l'écran peuvent être spécifiées en pixels ou en distances absolues. Les pixels sont donnés sous forme de nombres et les distances absolues sous forme de chaînes de caractères, le dernier caractère indiquant les unités : `c` pour les centimètres, `i` pour les pouces (*inches* en anglais), `m` pour les millimètres, `p` pour les points d'impression. Par exemple, 3,5 pouces est noté « `3.5i` ».

font *Tk* utilise un format de nom de police sous forme de liste, tel que `{courier 10 bold}`. Les tailles de polices avec des nombres positifs sont mesurées en points ; les tailles avec des nombres négatifs sont mesurées en pixels.

geometry Il s'agit d'une chaîne de caractères de la forme `largeurxhauteur`, où la largeur et la hauteur sont mesurées en pixels pour la plupart des objets graphiques (en caractères pour les objets graphiques affichant du texte). Par exemple : `fred["geometry"] = "200x100"`.

justify Les valeurs acceptées sont les chaînes de caractères : *« left »*‘, « `center` », « `right` » et « `fill` ».

region c'est une chaîne de caractères avec quatre éléments séparés par des espaces, chacun d'eux étant une distance valide (voir ci-dessus). Par exemple : "`2 3 4 5`"``et ``" `3i 2i 4.5i 2i`"``et ``"`3c 2c 4c 10.43c`" sont toutes des régions valides.

relief Détermine le style de bordure d'un objet graphique. Les valeurs valides sont : "`raised`", "`sunken`", "`flat`", "`groove`", et "`ridge`".

scrollcommand C'est presque toujours la méthode `set()` d'un objet graphique de défilement, mais peut être n'importe quelle méthode d'objet graphique qui prend un seul argument.

wrap Doit être l'un d'eux : "`none`", "`char`", ou "`word`".

Liaisons et événements

La méthode *bind* de la commande d'objet graphique vous permet de surveiller certains événements et d'avoir un déclencheur de fonction de rappel lorsque ce type d'événement se produit. La forme de la méthode de liaison est la suivante :

```
def bind(self, sequence, func, add=''):
```

où :

sequence est une chaîne de caractères qui indique le type d'événement cible. (Voir la page du manuel de *bind* et la page 201 du livre de John Ousterhout pour plus de détails).

func est une fonction Python, prenant un argument, à invoquer lorsque l'événement se produit. Une instance d'évènement sera passée en argument. (Les fonctions déployées de cette façon sont communément appelées *callbacks* ou « fonctions de rappel » en français).

add est facultative, soit `''` ou `'+'`. L'envoi d'une chaîne de caractères vide indique que cette liaison doit remplacer toute autre liaison à laquelle cet événement est associé. L'envoi de"«+»" signifie que cette fonction doit être ajoutée à la liste des fonctions liées à ce type d'événement.

Par exemple :

```
def turn_red(self, event):
    event.widget["activeforeground"] = "red"

self.button.bind("<Enter>", self.turn_red)
```

Remarquez comment on accède au champ *objet graphique* de l'événement dans la fonction de rappel `turn_red()`. Ce champ contient l'objet graphique qui a capturé l'événement Xorg. Le tableau suivant répertorie les autres champs d'événements auxquels vous pouvez accéder, et comment ils sont nommés dans Tk, ce qui peut être utile lorsque vous vous référez aux pages de manuel Tk.

Tk	Champ *évènement* de Tkinter	Tk	Champ *évènement* de Tkinter
%f	focus	%A	char
%h	hauteur	%E	send_event
%k	keycode	%K	keysym
%s	state	%N	keysym_num
%t	time	%T	type
%w	width	%W	widget
%x	x	%X	x_root
%y	y	%Y	y_root

Le paramètre index

Un certain nombre d'objets graphiques nécessitent le passage de paramètres « indicés ». Ils sont utilisés pour pointer vers un endroit spécifique dans un objet graphique de type *Texte*, ou vers des caractères particuliers dans un objet graphique de type *Entrée*, ou vers des éléments de menu particuliers dans un objet graphique de type *Menu*.

Index des objets graphique de type *Entrée* (`index`, `view index`, etc.) Les objets graphiques de type *Entrée* ont des options qui se réfèrent à la position des caractères dans le texte affiché. Vous pouvez utiliser ces fonctions `tkinter` pour accéder à ces points spéciaux dans les objets graphiques texte :

Index des objets graphiques texte La notation de l'index des objets graphiques de type *Texte* est très riche et mieux décrite dans les pages du manuel Tk.

Index menu (*menu.invoke()*, *menu.entryconfig()*, etc.) Certaines options et méthodes pour manipuler les menus nécessitent des éléments de spécifiques. Chaque fois qu'un index de menu est nécessaire pour une option ou un paramètre, vous pouvez utiliser :

— un entier qui fait référence à la position numérique de l'entrée dans l'objet graphique, comptée à partir du haut, en commençant par 0 ;

— la chaîne de caractères `"active"`, qui fait référence à la position du menu qui se trouve actuellement sous le curseur ;

— la chaîne de caractères `"last"` qui fait référence au dernier élément du menu ;
— un entier précédé de `@`, comme dans `@6`, où l'entier est interprété comme une coordonnée y de pixels dans le système de coordonnées du menu ;
— la chaîne de caractères `"none"`, qui n'indique aucune entrée du menu, le plus souvent utilisée avec `menu.activate()` pour désactiver toutes les entrées, et enfin,
— une chaîne de texte dont le motif correspond à l'étiquette de l'entrée de menu, telle qu'elle est balayée du haut vers le bas du menu. Notez que ce type d'index est considéré après tous les autres, ce qui signifie que les correspondances pour les éléments de menu étiquetés `last`, `active` ou `none` peuvent être interprétés comme les littéraux ci-dessus, plutôt.

Images

Des images de différents formats peuvent être créées à travers la sous-classe correspondante de `tkinter.Image` :
— `BitmapImage` pour les images au format *XBM*.
— `PhotoImage` pour les images aux formats *PGM*, *PPM*, *GIF* et *PNG*. Ce dernier est géré à partir de Tk 8.6.
L'un ou l'autre type d'image est créé par l'option `file` ou `data` (d'autres options sont également disponibles).

L'objet image peut alors être utilisé partout où un objet graphique sait gérer une option `image` (par ex. étiquettes, boutons, menus). Dans ces cas, Tk ne conserve pas de référence à l'image. Lorsque la dernière référence Python à l'objet image est supprimée, les données de l'image sont également supprimées, et Tk affiche une boite vide à l'endroit où l'image était utilisée.

Voir aussi :

Le paquet Pillow ajoute la prise en charge de formats tels que *BMP*, *JPEG*, *TIFF* et *WebP*, entre autres.

26.1.7 Gestionnaires de fichiers

Tk vous permet d'enregistrer et de *désenregistrer* une fonction de rappel qui est appelée depuis la boucle principale de Tk lorsque des entrées-sorties sont possibles sur un descripteur de fichier. Un seul gestionnaire peut être enregistré par descripteur de fichier. Exemple de code :

```
import tkinter
widget = tkinter.Tk()
mask = tkinter.READABLE | tkinter.WRITABLE
widget.tk.createfilehandler(file, mask, callback)
...
widget.tk.deletefilehandler(file)
```

Cette fonction n'est pas disponible sous Windows.

Dans la mesure où vous ne savez pas combien d'octets sont disponibles en lecture, il ne faut pas utiliser les méthodes *`BufferedIOBase`* ou *`TextIOBase`* *`read()`* ou *`readline()`*, car elles requièrent d'indiquer le nombre de *bytes* à lire. Pour les connecteurs, les méthodes `recv()` ou *`recvfrom()`* fonctionnent bien ; pour les autres fichiers, utilisez des lectures brutes ou `os.read(file.fileno(), maxbytecount)`.

`Widget.tk.`**`createfilehandler`**(*file*, *mask*, *func*)
Enregistre la fonction de rappel du gestionnaire de fichiers *func*. L'argument `file` peut être soit un objet avec une méthode *`fileno()`* (comme un objet fichier ou connecteur), soit un descripteur de fichier de type entier. L'argument `mask` est une combinaison *OU* de l'une des trois constantes ci-dessous. La fonction de rappel s'utilise comme suit :

```
callback(file, mask)
```

`Widget.tk.`**`deletefilehandler`**(*file*)
Désenregistre un gestionnaire de fichiers.

`tkinter.`**`READABLE`**
`tkinter.`**`WRITABLE`**

tkinter.**EXCEPTION**
Constantes utilisées dans les arguments mask.

26.2 tkinter.ttk --- Tk themed widgets

Source code : Lib/tkinter/ttk.py

The *tkinter.ttk* module provides access to the Tk themed widget set, introduced in Tk 8.5. If Python has not been compiled against Tk 8.5, this module can still be accessed if *Tile* has been installed. The former method using Tk 8.5 provides additional benefits including anti-aliased font rendering under X11 and window transparency (requiring a composition window manager on X11).

The basic idea for *tkinter.ttk* is to separate, to the extent possible, the code implementing a widget's behavior from the code implementing its appearance.

Voir aussi :

Tk Widget Styling Support A document introducing theming support for Tk

26.2.1 Using Ttk

To start using Ttk, import its module :

```
from tkinter import ttk
```

To override the basic Tk widgets, the import should follow the Tk import :

```
from tkinter import *
from tkinter.ttk import *
```

That code causes several *tkinter.ttk* widgets (Button, Checkbutton, Entry, Frame, Label, LabelFrame, Menubutton, PanedWindow, Radiobutton, Scale and Scrollbar) to automatically replace the Tk widgets.

This has the direct benefit of using the new widgets which gives a better look and feel across platforms ; however, the replacement widgets are not completely compatible. The main difference is that widget options such as "fg", "bg" and others related to widget styling are no longer present in Ttk widgets. Instead, use the ttk.Style class for improved styling effects.

Voir aussi :

Converting existing applications to use Tile widgets A monograph (using Tcl terminology) about differences typically encountered when moving applications to use the new widgets.

26.2.2 Ttk Widgets

Ttk comes with 18 widgets, twelve of which already existed in tkinter : Button, Checkbutton, Entry, Frame, Label, LabelFrame, Menubutton, PanedWindow, Radiobutton, Scale, Scrollbar, and *Spinbox*. The other six are new : *Combobox*, *Notebook*, *Progressbar*, Separator, Sizegrip and *Treeview*. And all them are subclasses of *Widget*.

Using the Ttk widgets gives the application an improved look and feel. As discussed above, there are differences in how the styling is coded.

Tk code :

```
l1 = tkinter.Label(text="Test", fg="black", bg="white")
l2 = tkinter.Label(text="Test", fg="black", bg="white")
```

Ttk code :

```
style = ttk.Style()
style.configure("BW.TLabel", foreground="black", background="white")

l1 = ttk.Label(text="Test", style="BW.TLabel")
l2 = ttk.Label(text="Test", style="BW.TLabel")
```

For more information about *TtkStyling*, see the `Style` class documentation.

26.2.3 Widget

`ttk.Widget` defines standard options and methods supported by Tk themed widgets and is not supposed to be directly instantiated.

Standard Options

All the `ttk` Widgets accepts the following options :

Option	Description
classe	Specifies the window class. The class is used when querying the option database for the window's other options, to determine the default bindtags for the window, and to select the widget's default layout and style. This option is read-only, and may only be specified when the window is created.
cursor	Specifies the mouse cursor to be used for the widget. If set to the empty string (the default), the cursor is inherited for the parent widget.
takefocus	Determines whether the window accepts the focus during keyboard traversal. 0, 1 or an empty string is returned. If 0 is returned, it means that the window should be skipped entirely during keyboard traversal. If 1, it means that the window should receive the input focus as long as it is viewable. And an empty string means that the traversal scripts make the decision about whether or not to focus on the window.
style	May be used to specify a custom widget style.

Scrollable Widget Options

The following options are supported by widgets that are controlled by a scrollbar.

Option	Description
xscrollcommand	Used to communicate with horizontal scrollbars. When the view in the widget's window change, the widget will generate a Tcl command based on the scrollcommand. Usually this option consists of the method `Scrollbar.set()` of some scrollbar. This will cause the scrollbar to be updated whenever the view in the window changes.
yscrollcommand	Used to communicate with vertical scrollbars. For some more information, see above.

Label Options

The following options are supported by labels, buttons and other button-like widgets.

Option	Description
text	Specifies a text string to be displayed inside the widget.
textvariable	Specifies a name whose value will be used in place of the text option resource.
underline	If set, specifies the index (0-based) of a character to underline in the text string. The underline character is used for mnemonic activation.
image	Specifies an image to display. This is a list of 1 or more elements. The first element is the default image name. The rest of the list if a sequence of statespec/value pairs as defined by `Style.map()`, specifying different images to use when the widget is in a particular state or a combination of states. All images in the list should have the same size.
compound	Specifies how to display the image relative to the text, in the case both text and images options are present. Valid values are : — text : display text only — image : display image only — top, bottom, left, right : display image above, below, left of, or right of the text, respectively. — none : the default. display the image if present, otherwise the text.
width	If greater than zero, specifies how much space, in character widths, to allocate for the text label, if less than zero, specifies a minimum width. If zero or unspecified, the natural width of the text label is used.

Compatibility Options

Option	Description
state	May be set to ”normal” or ”disabled” to control the ”disabled” state bit. This is a write-only option : setting it changes the widget state, but the `Widget.state()` method does not affect this option.

Widget States

The widget state is a bitmap of independent state flags.

Option	Description
active	The mouse cursor is over the widget and pressing a mouse button will cause some action to occur
disabled	Widget is disabled under program control
focus	Widget has keyboard focus
pressed	Widget is being pressed
selected	”On”, ”true”, or ”current” for things like Checkbuttons and radiobuttons
background	Windows and Mac have a notion of an ”active” or foreground window. The *background* state is set for widgets in a background window, and cleared for those in the foreground window
readonly	Widget should not allow user modification
alternate	A widget-specific alternate display format
invalid	The widget’s value is invalid

A state specification is a sequence of state names, optionally prefixed with an exclamation point indicating that the bit is off.

ttk.Widget

Besides the methods described below, the `ttk.Widget` supports the methods `tkinter.Widget.cget()` and `tkinter.Widget.configure()`.

class tkinter.ttk.**Widget**

identify (*x*, *y*)
Returns the name of the element at position *x y*, or the empty string if the point does not lie within any element.

x and *y* are pixel coordinates relative to the widget.

instate (*statespec*, *callback=None*, **args*, ***kw*)
Test the widget's state. If a callback is not specified, returns `True` if the widget state matches *statespec* and `False` otherwise. If callback is specified then it is called with args if widget state matches *statespec*.

state (*statespec=None*)
Modify or inquire widget state. If *statespec* is specified, sets the widget state according to it and return a new *statespec* indicating which flags were changed. If *statespec* is not specified, returns the currently-enabled state flags.

statespec will usually be a list or a tuple.

26.2.4 Combobox

The `ttk.Combobox` widget combines a text field with a pop-down list of values. This widget is a subclass of `Entry`.

Besides the methods inherited from *`Widget`* : `Widget.cget()`, `Widget.configure()`, *`Widget.identify()`*, *`Widget.instate()`* and *`Widget.state()`*, and the following inherited from `Entry` : `Entry.bbox()`, `Entry.delete()`, `Entry.icursor()`, `Entry.index()`, `Entry.insert()`, `Entry.selection()`, `Entry.xview()`, it has some other methods, described at `ttk.Combobox`.

Options

This widget accepts the following specific options :

Option	Description
exportselection	Boolean value. If set, the widget selection is linked to the Window Manager selection (which can be returned by invoking Misc.selection_get, for example).
justify	Specifies how the text is aligned within the widget. One of ”left”, ”center”, or ”right”.
height	Specifies the height of the pop-down listbox, in rows.
postcommand	A script (possibly registered with Misc.register) that is called immediately before displaying the values. It may specify which values to display.
state	One of ”normal”, ”readonly”, or ”disabled”. In the ”readonly” state, the value may not be edited directly, and the user can only selection of the values from the dropdown list. In the ”normal” state, the text field is directly editable. In the ”disabled” state, no interaction is possible.
textvariable	Specifies a name whose value is linked to the widget value. Whenever the value associated with that name changes, the widget value is updated, and vice versa. See `tkinter.StringVar`.
valeurs	Specifies the list of values to display in the drop-down listbox.
width	Specifies an integer value indicating the desired width of the entry window, in average-size characters of the widget's font.

Virtual events

The combobox widgets generates a **«ComboboxSelected»** virtual event when the user selects an element from the list of values.

ttk.Combobox

class tkinter.ttk.**Combobox**

current(*newindex=None*)
If *newindex* is specified, sets the combobox value to the element position *newindex*. Otherwise, returns the index of the current value or -1 if the current value is not in the values list.

get()
Returns the current value of the combobox.

set(*value*)
Sets the value of the combobox to *value*.

26.2.5 Spinbox

The `ttk.Spinbox` widget is a `ttk.Entry` enhanced with increment and decrement arrows. It can be used for numbers or lists of string values. This widget is a subclass of `Entry`.

Besides the methods inherited from *`Widget`* : `Widget.cget()`, `Widget.configure()`, *`Widget.identify()`*, *`Widget.instate()`* and *`Widget.state()`*, and the following inherited from `Entry` : `Entry.bbox()`, `Entry.delete()`, `Entry.icursor()`, `Entry.index()`, `Entry.insert()`, `Entry.xview()`, it has some other methods, described at `ttk.Spinbox`.

Options

This widget accepts the following specific options :

Option	Description
from	Float value. If set, this is the minimum value to which the decrement button will decrement. Must be spelled as `from_` when used as an argument, since `from` is a Python keyword.
to	Float value. If set, this is the maximum value to which the increment button will increment.
increment	Float value. Specifies the amount which the increment/decrement buttons change the value. Defaults to 1.0.
valeurs	Sequence of string or float values. If specified, the increment/decrement buttons will cycle through the items in this sequence rather than incrementing or decrementing numbers.
wrap	Boolean value. If `True`, increment and decrement buttons will cycle from the `to` value to the `from` value or the `from` value to the `to` value, respectively.
format	String value. This specifies the format of numbers set by the increment/decrement buttons. It must be in the form "%W.Pf", where W is the padded width of the value, P is the precision, and '%' and 'f' are literal.
command	Python callable. Will be called with no arguments whenever either of the increment or decrement buttons are pressed.

Virtual events

The spinbox widget generates an **«Increment»** virtual event when the user presses <Up>, and a **«Decrement»** virtual event when the user presses <Down>.

ttk.Spinbox

class tkinter.ttk.**Spinbox**

get()
Returns the current value of the spinbox.

set(*value*)
Sets the value of the spinbox to *value*.

26.2.6 Notebook

Ttk Notebook widget manages a collection of windows and displays a single one at a time. Each child window is associated with a tab, which the user may select to change the currently-displayed window.

Options

This widget accepts the following specific options :

Option	Description
height	If present and greater than zero, specifies the desired height of the pane area (not including internal padding or tabs). Otherwise, the maximum height of all panes is used.
padding	Specifies the amount of extra space to add around the outside of the notebook. The padding is a list up to four length specifications left top right bottom. If fewer than four elements are specified, bottom defaults to top, right defaults to left, and top defaults to left.
width	If present and greater than zero, specified the desired width of the pane area (not including internal padding). Otherwise, the maximum width of all panes is used.

Tab Options

There are also specific options for tabs :

Option	Description
state	Either ”normal”, ”disabled” or ”hidden”. If ”disabled”, then the tab is not selectable. If ”hidden”, then the tab is not shown.
sticky	Specifies how the child window is positioned within the pane area. Value is a string containing zero or more of the characters ”n”, ”s”, ”e” or ”w”. Each letter refers to a side (north, south, east or west) that the child window will stick to, as per the `grid()` geometry manager.
padding	Specifies the amount of extra space to add between the notebook and this pane. Syntax is the same as for the option padding used by this widget.
text	Specifies a text to be displayed in the tab.
image	Specifies an image to display in the tab. See the option image described in *`Widget`*.
compound	Specifies how to display the image relative to the text, in the case both options text and image are present. See *Label Options* for legal values.
underline	Specifies the index (0-based) of a character to underline in the text string. The underlined character is used for mnemonic activation if *`Notebook.enable_traversal()`* is called.

Tab Identifiers

The tab_id present in several methods of `ttk.Notebook` may take any of the following forms :

— An integer between zero and the number of tabs
— The name of a child window
— A positional specification of the form "@x,y", which identifies the tab
— The literal string "current", which identifies the currently-selected tab
— The literal string "end", which returns the number of tabs (only valid for *Notebook.index()*)

Virtual Events

This widget generates a **«NotebookTabChanged»** virtual event after a new tab is selected.

ttk.Notebook

class tkinter.ttk.**Notebook**

add(*child*, ***kw*)
Adds a new tab to the notebook.
If window is currently managed by the notebook but hidden, it is restored to its previous position.
See *Tab Options* for the list of available options.

forget(*tab_id*)
Removes the tab specified by *tab_id*, unmaps and unmanages the associated window.

hide(*tab_id*)
Hides the tab specified by *tab_id*.
The tab will not be displayed, but the associated window remains managed by the notebook and its configuration remembered. Hidden tabs may be restored with the *add()* command.

identify(*x*, *y*)
Returns the name of the tab element at position *x*, *y*, or the empty string if none.

index(*tab_id*)
Returns the numeric index of the tab specified by *tab_id*, or the total number of tabs if *tab_id* is the string "end".

insert(*pos*, *child*, ***kw*)
Inserts a pane at the specified position.
pos is either the string "end", an integer index, or the name of a managed child. If *child* is already managed by the notebook, moves it to the specified position.
See *Tab Options* for the list of available options.

select(*tab_id=None*)
Selects the specified *tab_id*.
The associated child window will be displayed, and the previously-selected window (if different) is unmapped. If *tab_id* is omitted, returns the widget name of the currently selected pane.

tab(*tab_id*, *option=None*, ***kw*)
Query or modify the options of the specific *tab_id*.
If *kw* is not given, returns a dictionary of the tab option values. If *option* is specified, returns the value of that *option*. Otherwise, sets the options to the corresponding values.

tabs()
Returns a list of windows managed by the notebook.

enable_traversal()
Enable keyboard traversal for a toplevel window containing this notebook.
This will extend the bindings for the toplevel window containing the notebook as follows :
— `Control-Tab` : selects the tab following the currently selected one.
— `Shift-Control-Tab` : selects the tab preceding the currently selected one.
— `Alt-K` : where *K* is the mnemonic (underlined) character of any tab, will select that tab.
Multiple notebooks in a single toplevel may be enabled for traversal, including nested notebooks. However, notebook traversal only works properly if all panes have the notebook they are in as master.

26.2.7 Progressbar

The `ttk.Progressbar` widget shows the status of a long-running operation. It can operate in two modes : 1) the determinate mode which shows the amount completed relative to the total amount of work to be done and 2) the indeterminate mode which provides an animated display to let the user know that work is progressing.

Options

This widget accepts the following specific options :

Option	Description
orient	One of ”horizontal” or ”vertical”. Specifies the orientation of the progress bar.
length	Specifies the length of the long axis of the progress bar (width if horizontal, height if vertical).
mode	One of ”determinate” or ”indeterminate”.
maximum	A number specifying the maximum value. Defaults to 100.
valeur	The current value of the progress bar. In ”determinate” mode, this represents the amount of work completed. In ”indeterminate” mode, it is interpreted as modulo *maximum* ; that is, the progress bar completes one ”cycle” when its value increases by *maximum*.
variable	A name which is linked to the option value. If specified, the value of the progress bar is automatically set to the value of this name whenever the latter is modified.
phase	Read-only option. The widget periodically increments the value of this option whenever its value is greater than 0 and, in determinate mode, less than maximum. This option may be used by the current theme to provide additional animation effects.

ttk.Progressbar

class tkinter.ttk.**Progressbar**

start(*interval=None*)
Begin autoincrement mode : schedules a recurring timer event that calls *Progressbar.step()* every *interval* milliseconds. If omitted, *interval* defaults to 50 milliseconds.

step(*amount=None*)
Increments the progress bar’s value by *amount*.
amount defaults to 1.0 if omitted.

stop()
Stop autoincrement mode : cancels any recurring timer event initiated by *Progressbar.start()* for this progress bar.

26.2.8 Separator

The `ttk.Separator` widget displays a horizontal or vertical separator bar.

It has no other methods besides the ones inherited from `ttk.Widget`.

Options

This widget accepts the following specific option :

Option	Description
orient	One of ”horizontal” or ”vertical”. Specifies the orientation of the separator.

26.2.9 Sizegrip

The `ttk.Sizegrip` widget (also known as a grow box) allows the user to resize the containing toplevel window by pressing and dragging the grip.

This widget has neither specific options nor specific methods, besides the ones inherited from `ttk.Widget`.

Platform-specific notes

— On MacOS X, toplevel windows automatically include a built-in size grip by default. Adding a `Sizegrip` is harmless, since the built-in grip will just mask the widget.

Bugs

— If the containing toplevel's position was specified relative to the right or bottom of the screen (e.g. ....), the `Sizegrip` widget will not resize the window.
— This widget supports only ”southeast” resizing.

26.2.10 Treeview

The `ttk.Treeview` widget displays a hierarchical collection of items. Each item has a textual label, an optional image, and an optional list of data values. The data values are displayed in successive columns after the tree label.

The order in which data values are displayed may be controlled by setting the widget option `displaycolumns`. The tree widget can also display column headings. Columns may be accessed by number or symbolic names listed in the widget option columns. See *Column Identifiers*.

Each item is identified by a unique name. The widget will generate item IDs if they are not supplied by the caller. There is a distinguished root item, named `{}`. The root item itself is not displayed ; its children appear at the top level of the hierarchy.

Each item also has a list of tags, which can be used to associate event bindings with individual items and control the appearance of the item.

The Treeview widget supports horizontal and vertical scrolling, according to the options described in *Scrollable Widget Options* and the methods *`Treeview.xview()`* and *`Treeview.yview()`*.

Options

This widget accepts the following specific options :

Option	Description
columns	A list of column identifiers, specifying the number of columns and their names.
displaycolumns	A list of column identifiers (either symbolic or integer indices) specifying which data columns are displayed and the order in which they appear, or the string "#all".
height	Specifies the number of rows which should be visible. Note : the requested width is determined from the sum of the column widths.
padding	Specifies the internal padding for the widget. The padding is a list of up to four length specifications.
selectmode	Controls how the built-in class bindings manage the selection. One of "extended", "browse" or "none". If set to "extended" (the default), multiple items may be selected. If "browse", only a single item will be selected at a time. If "none", the selection will not be changed. Note that the application code and tag bindings can set the selection however they wish, regardless of the value of this option.
show	A list containing zero or more of the following values, specifying which elements of the tree to display. — tree : display tree labels in column #0. — headings : display the heading row. The default is "tree headings", i.e., show all elements. **Note** : Column #0 always refers to the tree column, even if show="tree" is not specified.

Item Options

The following item options may be specified for items in the insert and item widget commands.

Option	Description
text	The textual label to display for the item.
image	A Tk Image, displayed to the left of the label.
valeurs	The list of values associated with the item. Each item should have the same number of values as the widget option columns. If there are fewer values than columns, the remaining values are assumed empty. If there are more values than columns, the extra values are ignored.
open	`True`/`False` value indicating whether the item's children should be displayed or hidden.
tags	A list of tags associated with this item.

Tag Options

The following options may be specified on tags :

Option	Description
foreground	Specifies the text foreground color.
background	Specifies the cell or item background color.
font	Specifies the font to use when drawing text.
image	Specifies the item image, in case the item's image option is empty.

Column Identifiers

Column identifiers take any of the following forms :
— A symbolic name from the list of columns option.
— An integer n, specifying the nth data column.
— A string of the form #n, where n is an integer, specifying the nth display column.
Notes :
— Item's option values may be displayed in a different order than the order in which they are stored.
— Column #0 always refers to the tree column, even if show="tree" is not specified.
A data column number is an index into an item's option values list ; a display column number is the column number in the tree where the values are displayed. Tree labels are displayed in column #0. If option displaycolumns is not set, then data column n is displayed in column #n+1. Again, **column #0 always refers to the tree column**.

Virtual Events

The Treeview widget generates the following virtual events.

Event	Description
«TreeviewSelect»	Generated whenever the selection changes.
«TreeviewOpen»	Generated just before settings the focus item to open=True.
«TreeviewClose»	Generated just after setting the focus item to open=False.

The `Treeview.focus()` and `Treeview.selection()` methods can be used to determine the affected item or items.

ttk.Treeview

class tkinter.ttk.**Treeview**

bbox(*item*, *column=None*)
Returns the bounding box (relative to the treeview widget's window) of the specified *item* in the form (x, y, width, height).
If *column* is specified, returns the bounding box of that cell. If the *item* is not visible (i.e., if it is a descendant of a closed item or is scrolled offscreen), returns an empty string.

get_children(*item=None*)
Returns the list of children belonging to *item*.
If *item* is not specified, returns root children.

set_children(*item*, **newchildren*)
Replaces *item*'s child with *newchildren*.
Children present in *item* that are not present in *newchildren* are detached from the tree. No items in *newchildren* may be an ancestor of *item*. Note that not specifying *newchildren* results in detaching *item*'s children.

column(*column*, *option=None*, ***kw*)
Query or modify the options for the specified *column*.
If *kw* is not given, returns a dict of the column option values. If *option* is specified then the value for that *option* is returned. Otherwise, sets the options to the corresponding values.
The valid options/values are :
— **id** Returns the column name. This is a read-only option.
— **anchor : One of the standard Tk anchor values.** Specifies how the text in this column should be aligned with respect to the cell.
— **minwidth : width** The minimum width of the column in pixels. The treeview widget will not make the column any smaller than specified by this option when the widget is resized or the user drags a column.
— **stretch : `True`/`False`** Specifies whether the column's width should be adjusted when the widget is resized.
— **width : width** The width of the column in pixels.

To configure the tree column, call this with column = "#0"

delete (**items*)
Delete all specified *items* and all their descendants.
The root item may not be deleted.

detach (**items*)
Unlinks all of the specified *items* from the tree.
The items and all of their descendants are still present, and may be reinserted at another point in the tree, but will not be displayed.
The root item may not be detached.

exists (*item*)
Returns `True` if the specified *item* is present in the tree.

focus (*item=None*)
If *item* is specified, sets the focus item to *item*. Otherwise, returns the current focus item, or '' if there is none.

heading (*column*, *option=None*, ***kw*)
Query or modify the heading options for the specified *column*.
If *kw* is not given, returns a dict of the heading option values. If *option* is specified then the value for that *option* is returned. Otherwise, sets the options to the corresponding values.
The valid options/values are :
— **text : text** The text to display in the column heading.
— **image : imageName** Specifies an image to display to the right of the column heading.
— **anchor : anchor** Specifies how the heading text should be aligned. One of the standard Tk anchor values.
— **command : callback** A callback to be invoked when the heading label is pressed.
To configure the tree column heading, call this with column = "#0".

identify (*component*, *x*, *y*)
Returns a description of the specified *component* under the point given by *x* and *y*, or the empty string if no such *component* is present at that position.

identify_row (*y*)
Returns the item ID of the item at position *y*.

identify_column (*x*)
Returns the data column identifier of the cell at position *x*.
The tree column has ID #0.

identify_region (*x*, *y*)
Returns one of :

region	meaning
heading	Tree heading area.
separator	Space between two columns headings.
tree (arbre)	The tree area.
cell	A data cell.

Availability : Tk 8.6.

identify_element (*x*, *y*)
Returns the element at position *x*, *y*.
Availability : Tk 8.6.

index (*item*)
Returns the integer index of *item* within its parent's list of children.

insert (*parent*, *index*, *iid=None*, ***kw*)
Creates a new item and returns the item identifier of the newly created item.
parent is the item ID of the parent item, or the empty string to create a new top-level item. *index* is an integer, or the value "end", specifying where in the list of parent's children to insert the new item. If *index* is less than or equal to zero, the new node is inserted at the beginning ; if *index* is greater than or equal to the current number of children, it is inserted at the end. If *iid* is specified, it is used as the item identifier ; *iid* must not already exist in the tree. Otherwise, a new unique identifier is generated.
See *Item Options* for the list of available points.

item (*item*, *option=None*, ***kw*)
Query or modify the options for the specified *item*.

If no options are given, a dict with options/values for the item is returned. If *option* is specified then the value for that option is returned. Otherwise, sets the options to the corresponding values as given by *kw*.

move (*item*, *parent*, *index*)
Moves *item* to position *index* in *parent*'s list of children.

It is illegal to move an item under one of its descendants. If *index* is less than or equal to zero, *item* is moved to the beginning ; if greater than or equal to the number of children, it is moved to the end. If *item* was detached it is reattached.

next (*item*)
Returns the identifier of *item*'s next sibling, or '' if *item* is the last child of its parent.

parent (*item*)
Returns the ID of the parent of *item*, or '' if *item* is at the top level of the hierarchy.

prev (*item*)
Returns the identifier of *item*'s previous sibling, or '' if *item* is the first child of its parent.

reattach (*item*, *parent*, *index*)
An alias for *Treeview.move()*.

see (*item*)
Ensure that *item* is visible.

Sets all of *item*'s ancestors open option to `True`, and scrolls the widget if necessary so that *item* is within the visible portion of the tree.

selection (*selop=None*, *items=None*)
If *selop* is not specified, returns selected items. Otherwise, it will act according to the following selection methods.

Deprecated since version 3.6, will be removed in version 3.8 : Using `selection()` for changing the selection state is deprecated. Use the following selection methods instead.

selection_set (**items*)
items becomes the new selection.

Modifié dans la version 3.6 : *items* can be passed as separate arguments, not just as a single tuple.

selection_add (**items*)
Add *items* to the selection.

Modifié dans la version 3.6 : *items* can be passed as separate arguments, not just as a single tuple.

selection_remove (**items*)
Remove *items* from the selection.

Modifié dans la version 3.6 : *items* can be passed as separate arguments, not just as a single tuple.

selection_toggle (**items*)
Toggle the selection state of each item in *items*.

Modifié dans la version 3.6 : *items* can be passed as separate arguments, not just as a single tuple.

set (*item*, *column=None*, *value=None*)
With one argument, returns a dictionary of column/value pairs for the specified *item*. With two arguments, returns the current value of the specified *column*. With three arguments, sets the value of given *column* in given *item* to the specified *value*.

tag_bind (*tagname*, *sequence=None*, *callback=None*)
Bind a callback for the given event *sequence* to the tag *tagname*. When an event is delivered to an item, the callbacks for each of the item's tags option are called.

tag_configure (*tagname*, *option=None*, ***kw*)
Query or modify the options for the specified *tagname*.

If *kw* is not given, returns a dict of the option settings for *tagname*. If *option* is specified, returns the value for that *option* for the specified *tagname*. Otherwise, sets the options to the corresponding values for the given *tagname*.

tag_has (*tagname*, *item=None*)
If *item* is specified, returns 1 or 0 depending on whether the specified *item* has the given *tagname*. Otherwise, returns a list of all items that have the specified tag.

Availability : Tk 8.6

xview (**args*)
Query or modify horizontal position of the treeview.

yview (**args*)
Query or modify vertical position of the treeview.

26.2.11 Ttk Styling

Each widget in `ttk` is assigned a style, which specifies the set of elements making up the widget and how they are arranged, along with dynamic and default settings for element options. By default the style name is the same as the widget's class name, but it may be overridden by the widget's style option. If you don't know the class name of a widget, use the method `Misc.winfo_class()` (somewidget.winfo_class()).

Voir aussi :

Tcl'2004 conference presentation This document explains how the theme engine works

class tkinter.ttk.**Style**
This class is used to manipulate the style database.

configure (*style*, *query_opt=None*, ***kw*)
Query or set the default value of the specified option(s) in *style*.

Each key in *kw* is an option and each value is a string identifying the value for that option.

For example, to change every default button to be a flat button with some padding and a different background color :

```
from tkinter import ttk
import tkinter

root = tkinter.Tk()

ttk.Style().configure("TButton", padding=6, relief="flat",
   background="#ccc")

btn = ttk.Button(text="Sample")
btn.pack()

root.mainloop()
```

map (*style*, *query_opt=None*, ***kw*)
Query or sets dynamic values of the specified option(s) in *style*.

Each key in *kw* is an option and each value should be a list or a tuple (usually) containing statespecs grouped in tuples, lists, or some other preference. A statespec is a compound of one or more states and then a value.

An example may make it more understandable :

```
import tkinter
from tkinter import ttk

root = tkinter.Tk()

style = ttk.Style()
style.map("C.TButton",
    foreground=[('pressed', 'red'), ('active', 'blue')],
    background=[('pressed', '!disabled', 'black'), ('active', 'white')]
    )

colored_btn = ttk.Button(text="Test", style="C.TButton").pack()

root.mainloop()
```

Note that the order of the (states, value) sequences for an option does matter, if the order is changed to `[('active', 'blue'), ('pressed', 'red')]` in the foreground option, for example, the result would be a blue foreground when the widget were in active or pressed states.

lookup (*style*, *option*, *state=None*, *default=None*)

Returns the value specified for *option* in *style*.

If *state* is specified, it is expected to be a sequence of one or more states. If the *default* argument is set, it is used as a fallback value in case no specification for option is found.

To check what font a Button uses by default :

```
from tkinter import ttk

print(ttk.Style().lookup("TButton", "font"))
```

layout (*style*, *layoutspec=None*)

Define the widget layout for given *style*. If *layoutspec* is omitted, return the layout specification for given style.

layoutspec, if specified, is expected to be a list or some other sequence type (excluding strings), where each item should be a tuple and the first item is the layout name and the second item should have the format described in *Layouts*.

To understand the format, see the following example (it is not intended to do anything useful) :

```
from tkinter import ttk
import tkinter

root = tkinter.Tk()

style = ttk.Style()
style.layout("TMenubutton", [
    ("Menubutton.background", None),
    ("Menubutton.button", {"children":
        [("Menubutton.focus", {"children":
            [("Menubutton.padding", {"children":
                [("Menubutton.label", {"side": "left", "expand": 1})]
            })]
        })]
    }),
])

mbtn = ttk.Menubutton(text='Text')
mbtn.pack()
root.mainloop()
```

element_create (*elementname*, *etype*, **args*, ***kw*)

Create a new element in the current theme, of the given *etype* which is expected to be either ”image”, ”from” or ”vsapi”. The latter is only available in Tk 8.6a for Windows XP and Vista and is not described here.

If ”image” is used, *args* should contain the default image name followed by statespec/value pairs (this is the imagespec), and *kw* may have the following options :

— **border=padding** padding is a list of up to four integers, specifying the left, top, right, and bottom borders, respectively.

— **height=height** Specifies a minimum height for the element. If less than zero, the base image’s height is used as a default.

— **padding=padding** Specifies the element’s interior padding. Defaults to border’s value if not specified.

— **sticky=spec** Specifies how the image is placed within the final parcel. spec contains zero or more characters ”n”, ”s”, ”w”, or ”e”.

— **width=width** Specifies a minimum width for the element. If less than zero, the base image’s width is used as a default.

If ”from” is used as the value of *etype*, *element_create()* will clone an existing element. *args* is expected to contain a themename, from which the element will be cloned, and optionally an element to clone from. If this element to clone from is not specified, an empty element will be used. *kw* is discarded.

element_names()
Returns the list of elements defined in the current theme.

element_options(*elementname*)
Returns the list of *elementname*'s options.

theme_create(*themename*, *parent=None*, *settings=None*)
Create a new theme.

It is an error if *themename* already exists. If *parent* is specified, the new theme will inherit styles, elements and layouts from the parent theme. If *settings* are present they are expected to have the same syntax used for *theme_settings()*.

theme_settings(*themename*, *settings*)
Temporarily sets the current theme to *themename*, apply specified *settings* and then restore the previous theme.

Each key in *settings* is a style and each value may contain the keys 'configure', 'map', 'layout' and 'element create' and they are expected to have the same format as specified by the methods *Style.configure()*, *Style.map()*, *Style.layout()* and *Style.element_create()* respectively.

As an example, let's change the Combobox for the default theme a bit :

```
from tkinter import ttk
import tkinter

root = tkinter.Tk()

style = ttk.Style()
style.theme_settings("default", {
   "TCombobox": {
       "configure": {"padding": 5},
       "map": {
           "background": [("active", "green2"),
                          ("!disabled", "green4")],
           "fieldbackground": [("!disabled", "green3")],
           "foreground": [("focus", "OliveDrab1"),
                          ("!disabled", "OliveDrab2")]
       }
   }
})

combo = ttk.Combobox().pack()

root.mainloop()
```

theme_names()
Returns a list of all known themes.

theme_use(*themename=None*)
If *themename* is not given, returns the theme in use. Otherwise, sets the current theme to *themename*, refreshes all widgets and emits a «ThemeChanged» event.

Layouts

A layout can be just `None`, if it takes no options, or a dict of options specifying how to arrange the element. The layout mechanism uses a simplified version of the pack geometry manager : given an initial cavity, each element is allocated a parcel. Valid options/values are :

— **side : whichside** Specifies which side of the cavity to place the element ; one of top, right, bottom or left. If omitted, the element occupies the entire cavity.
— **sticky : nswe** Specifies where the element is placed inside its allocated parcel.
— **unit : 0 or 1** If set to 1, causes the element and all of its descendants to be treated as a single element for the purposes of *Widget.identify()* et al. It's used for things like scrollbar thumbs with grips.
— **children : [sublayout...]** Specifies a list of elements to place inside the element. Each element is a tuple (or other sequence type) where the first item is the layout name, and the other is a *Layout*.

26.3 `tkinter.tix` --- Extension widgets for Tk

Source code : Lib/tkinter/tix.py

Obsolète depuis la version 3.6 : This Tk extension is unmaintained and should not be used in new code. Use *tkinter.ttk* instead.

The *tkinter.tix* (Tk Interface Extension) module provides an additional rich set of widgets. Although the standard Tk library has many useful widgets, they are far from complete. The *tkinter.tix* library provides most of the commonly needed widgets that are missing from standard Tk : *HList*, *ComboBox*, *Control* (a.k.a. SpinBox) and an assortment of scrollable widgets. *tkinter.tix* also includes many more widgets that are generally useful in a wide range of applications : *NoteBook*, *FileEntry*, *PanedWindow*, etc ; there are more than 40 of them.

With all these new widgets, you can introduce new interaction techniques into applications, creating more useful and more intuitive user interfaces. You can design your application by choosing the most appropriate widgets to match the special needs of your application and users.

Voir aussi :

Tix Homepage The home page for `Tix`. This includes links to additional documentation and downloads.

Tix Man Pages On-line version of the man pages and reference material.

Tix Programming Guide On-line version of the programmer's reference material.

Tix Development Applications Tix applications for development of Tix and Tkinter programs. Tide applications work under Tk or Tkinter, and include **`TixInspect`**, an inspector to remotely modify and debug Tix/Tk/Tkinter applications.

26.3.1 Using Tix

class `tkinter.tix.`**`Tk`**(*screenName=None*, *baseName=None*, *className='Tix'*)

Toplevel widget of Tix which represents mostly the main window of an application. It has an associated Tcl interpreter.

Classes in the *tkinter.tix* module subclasses the classes in the *tkinter*. The former imports the latter, so to use *tkinter.tix* with Tkinter, all you need to do is to import one module. In general, you can just import *tkinter.tix*, and replace the toplevel call to *tkinter.Tk* with `tix.Tk` :

```
from tkinter import tix
from tkinter.constants import *
root = tix.Tk()
```

To use *tkinter.tix*, you must have the Tix widgets installed, usually alongside your installation of the Tk widgets. To test your installation, try the following :

```
from tkinter import tix
root = tix.Tk()
root.tk.eval('package require Tix')
```

26.3.2 Tix Widgets

Tix introduces over 40 widget classes to the *tkinter* repertoire.

Basic Widgets

class tkinter.tix.**Balloon**
A Balloon that pops up over a widget to provide help. When the user moves the cursor inside a widget to which a Balloon widget has been bound, a small pop-up window with a descriptive message will be shown on the screen.

class tkinter.tix.**ButtonBox**
The ButtonBox widget creates a box of buttons, such as is commonly used for `Ok Cancel`.

class tkinter.tix.**ComboBox**
The ComboBox widget is similar to the combo box control in MS Windows. The user can select a choice by either typing in the entry subwidget or selecting from the listbox subwidget.

class tkinter.tix.**Control**
The Control widget is also known as the `SpinBox` widget. The user can adjust the value by pressing the two arrow buttons or by entering the value directly into the entry. The new value will be checked against the user-defined upper and lower limits.

class tkinter.tix.**LabelEntry**
The LabelEntry widget packages an entry widget and a label into one mega widget. It can be used to simplify the creation of ”entry-form” type of interface.

class tkinter.tix.**LabelFrame**
The LabelFrame widget packages a frame widget and a label into one mega widget. To create widgets inside a LabelFrame widget, one creates the new widgets relative to the `frame` subwidget and manage them inside the `frame` subwidget.

class tkinter.tix.**Meter**
The Meter widget can be used to show the progress of a background job which may take a long time to execute.

class tkinter.tix.**OptionMenu**
The OptionMenu creates a menu button of options.

class tkinter.tix.**PopupMenu**
The PopupMenu widget can be used as a replacement of the `tk_popup` command. The advantage of the `Tix` *`PopupMenu`* widget is it requires less application code to manipulate.

class tkinter.tix.**Select**
The Select widget is a container of button subwidgets. It can be used to provide radio-box or check-box style of selection options for the user.

class tkinter.tix.**StdButtonBox**
The StdButtonBox widget is a group of standard buttons for Motif-like dialog boxes.

File Selectors

class tkinter.tix.**DirList**
The DirList widget displays a list view of a directory, its previous directories and its sub-directories. The user can choose one of the directories displayed in the list or change to another directory.

class tkinter.tix.**DirTree**
The DirTree widget displays a tree view of a directory, its previous directories and its sub-directories. The user can choose one of the directories displayed in the list or change to another directory.

class tkinter.tix.**DirSelectDialog**
The DirSelectDialog widget presents the directories in the file system in a dialog window. The user can use this dialog window to navigate through the file system to select the desired directory.

class tkinter.tix.**DirSelectBox**
The *`DirSelectBox`* is similar to the standard Motif(TM) directory-selection box. It is generally used for the user to choose a directory. DirSelectBox stores the directories mostly recently selected into a ComboBox widget so that they can be quickly selected again.

class tkinter.tix.**ExFileSelectBox**
The ExFileSelectBox widget is usually embedded in a tixExFileSelectDialog widget. It provides a convenient method for the user to select files. The style of the *ExFileSelectBox* widget is very similar to the standard file dialog on MS Windows 3.1.

class tkinter.tix.**FileSelectBox**
The FileSelectBox is similar to the standard Motif(TM) file-selection box. It is generally used for the user to choose a file. FileSelectBox stores the files mostly recently selected into a *ComboBox* widget so that they can be quickly selected again.

class tkinter.tix.**FileEntry**
The FileEntry widget can be used to input a filename. The user can type in the filename manually. Alternatively, the user can press the button widget that sits next to the entry, which will bring up a file selection dialog.

Hierarchical ListBox

class tkinter.tix.**HList**
The HList widget can be used to display any data that have a hierarchical structure, for example, file system directory trees. The list entries are indented and connected by branch lines according to their places in the hierarchy.

class tkinter.tix.**CheckList**
The CheckList widget displays a list of items to be selected by the user. CheckList acts similarly to the Tk checkbutton or radiobutton widgets, except it is capable of handling many more items than checkbuttons or radiobuttons.

class tkinter.tix.**Tree**
The Tree widget can be used to display hierarchical data in a tree form. The user can adjust the view of the tree by opening or closing parts of the tree.

Tabular ListBox

class tkinter.tix.**TList**
The TList widget can be used to display data in a tabular format. The list entries of a *TList* widget are similar to the entries in the Tk listbox widget. The main differences are (1) the *TList* widget can display the list entries in a two dimensional format and (2) you can use graphical images as well as multiple colors and fonts for the list entries.

Manager Widgets

class tkinter.tix.**PanedWindow**
The PanedWindow widget allows the user to interactively manipulate the sizes of several panes. The panes can be arranged either vertically or horizontally. The user changes the sizes of the panes by dragging the resize handle between two panes.

class tkinter.tix.**ListNoteBook**
The ListNoteBook widget is very similar to the `TixNoteBook` widget : it can be used to display many windows in a limited space using a notebook metaphor. The notebook is divided into a stack of pages (windows). At one time only one of these pages can be shown. The user can navigate through these pages by choosing the name of the desired page in the `hlist` subwidget.

class tkinter.tix.**NoteBook**
The NoteBook widget can be used to display many windows in a limited space using a notebook metaphor. The notebook is divided into a stack of pages. At one time only one of these pages can be shown. The user can navigate through these pages by choosing the visual ”tabs” at the top of the NoteBook widget.

Image Types

The *tkinter.tix* module adds :

- pixmap capabilities to all *tkinter.tix* and *tkinter* widgets to create color images from XPM files.
- Compound image types can be used to create images that consists of multiple horizontal lines ; each line is composed of a series of items (texts, bitmaps, images or spaces) arranged from left to right. For example, a compound image can be used to display a bitmap and a text string simultaneously in a Tk `Button` widget.

Miscellaneous Widgets

class tkinter.tix.**InputOnly**
The InputOnly widgets are to accept inputs from the user, which can be done with the `bind` command (Unix only).

Form Geometry Manager

In addition, *tkinter.tix* augments *tkinter* by providing :

class tkinter.tix.**Form**
The Form geometry manager based on attachment rules for all Tk widgets.

26.3.3 Tix Commands

class tkinter.tix.**tixCommand**
The tix commands provide access to miscellaneous elements of `Tix`'s internal state and the `Tix` application context. Most of the information manipulated by these methods pertains to the application as a whole, or to a screen or display, rather than to a particular window.

To view the current settings, the common usage is :

```
from tkinter import tix
root = tix.Tk()
print(root.tix_configure())
```

tixCommand.**tix_configure**(*cnf=None*, ***kw*)
Query or modify the configuration options of the Tix application context. If no option is specified, returns a dictionary all of the available options. If option is specified with no value, then the method returns a list describing the one named option (this list will be identical to the corresponding sublist of the value returned if no option is specified). If one or more option-value pairs are specified, then the method modifies the given option(s) to have the given value(s) ; in this case the method returns an empty string. Option may be any of the configuration options.

tixCommand.**tix_cget**(*option*)
Returns the current value of the configuration option given by *option*. Option may be any of the configuration options.

tixCommand.**tix_getbitmap**(*name*)
Locates a bitmap file of the name `name.xpm` or `name` in one of the bitmap directories (see the *tix_addbitmapdir()* method). By using *tix_getbitmap()*, you can avoid hard coding the pathnames of the bitmap files in your application. When successful, it returns the complete pathname of the bitmap file, prefixed with the character `@`. The returned value can be used to configure the `bitmap` option of the Tk and Tix widgets.

tixCommand.**tix_addbitmapdir**(*directory*)
Tix maintains a list of directories under which the *tix_getimage()* and *tix_getbitmap()* methods will search for image files. The standard bitmap directory is `$TIX_LIBRARY/bitmaps`. The *tix_addbitmapdir()* method adds *directory* into this list. By using this method, the image files of an applications can also be located using the *tix_getimage()* or *tix_getbitmap()* method.

tixCommand.**tix_filedialog**([*dlgclass*])
: Returns the file selection dialog that may be shared among different calls from this application. This method will create a file selection dialog widget when it is called the first time. This dialog will be returned by all subsequent calls to *tix_filedialog()*. An optional dlgclass parameter can be passed as a string to specified what type of file selection dialog widget is desired. Possible options are `tix`, `FileSelectDialog` or `tixExFileSelectDialog`.

tixCommand.**tix_getimage**(*self*, *name*)
: Locates an image file of the name `name.xpm`, `name.xbm` or `name.ppm` in one of the bitmap directories (see the *tix_addbitmapdir()* method above). If more than one file with the same name (but different extensions) exist, then the image type is chosen according to the depth of the X display : xbm images are chosen on monochrome displays and color images are chosen on color displays. By using *tix_getimage()*, you can avoid hard coding the pathnames of the image files in your application. When successful, this method returns the name of the newly created image, which can be used to configure the `image` option of the Tk and Tix widgets.

tixCommand.**tix_option_get**(*name*)
: Gets the options maintained by the Tix scheme mechanism.

tixCommand.**tix_resetoptions**(*newScheme*, *newFontSet*[, *newScmPrio*])
: Resets the scheme and fontset of the Tix application to *newScheme* and *newFontSet*, respectively. This affects only those widgets created after this call. Therefore, it is best to call the resetoptions method before the creation of any widgets in a Tix application.

  The optional parameter *newScmPrio* can be given to reset the priority level of the Tk options set by the Tix schemes.

  Because of the way Tk handles the X option database, after Tix has been has imported and inited, it is not possible to reset the color schemes and font sets using the `tix_config()` method. Instead, the *tix_resetoptions()* method must be used.

26.4 `tkinter.scrolledtext` — Gadget texte avec barre de défilement

Code source : Lib/tkinter/scrolledtext.py

Le module *tkinter.scrolledtext* fournit une classe, de même nom, implémentant un simple gadget texte avec une barre de défilement verticale, configuré ”pour faire ce qu'on attend de lui”. Utiliser `ScrolledText` est beaucoup plus simple que configurer un gadget texte et une barre de défilement. Le constructeur est le même que celui de la classe `tkinter.Text`.

Le gadget texte et la barre de défilement sont regroupés dans une `Frame`, et les méthodes gestionnaires de géométrie `Grid` et `Pack` sont récupérées de l'objet `Frame`. L'objet `ScrolledText` a donc tous les attributs classiques pour la gestion de la géométrie.

Si un contrôle plus fin est nécessaire, les attributs suivants sont disponibles :

ScrolledText.**frame**
: Le cadre (objet *Frame*) qui englobe le gadget texte et le gadget de la barre de défilement.

ScrolledText.**vbar**
: Le gadget de la barre de défilement.

26.5 *IDLE*

Code source : Lib/idlelib/

IDLE est l'environnement de développement et d'apprentissage intégré de Python (*Integrated Development and Learning Environment*).

IDLE a les fonctionnalités suivantes :

— codé à 100% en pur Python, en utilisant l'outil d'interfaçage graphique `tkinter`
— multi-plateformes : fonctionne de la même manière sous Windows, *Unix* et *macOS*
— Console Python (interpréteur interactif) avec coloration du code entré, des sorties et des messages d'erreur
— éditeur de texte multi-fenêtres avec annulations multiples, coloration Python, indentation automatique, aide pour les appels de fonction, *autocomplétion*, parmi d'autres fonctionnalités
— recherche dans n'importe quelle fenêtre, remplacement dans une fenêtre d'édition et recherche dans des fichiers multiples (*grep*)
— débogueur avec points d'arrêt persistants, pas-à-pas et visualisation des espaces de nommage locaux et globaux
— configuration, navigateur et d'autres fenêtres de dialogue

26.5.1 Menus

IDLE a deux principaux types de fenêtre, la fenêtre de console et la fenêtre d'édition. Il est possible d'avoir de multiples fenêtres d'édition ouvertes simultanément. Sous Windows et Linux, chacune a son propre menu. Chaque menu documenté ci-dessous indique à quel type de fenêtre il est associé.

Les fenêtre d'affichage, comme celles qui sont utilisées pour *Edit* => *Find in Files*, sont un sous-type de fenêtre d'édition. Elles possèdent actuellement le même menu principal mais un titre par défaut et un menu contextuel différents.

Sous *macOS*, il y a un menu d'application. Il change dynamiquement en fonction de la fenêtre active. Il a un menu *IDLE* et certaines entrées décrites ci-dessous sont déplacées conformément aux directives d'Apple.

Menu *File* (Console et Éditeur)

New File Crée une nouvelle fenêtre d'édition.

Open... Ouvre un fichier existant avec une fenêtre de dialogue pour l'ouverture.

Recent Files Ouvre une liste des fichiers récents. Cliquez sur l'un d'eux pour l'ouvrir.

Open Module... Ouvre un module existant (cherche dans *sys.path*).

Class Browser Montre les fonctions, classes et méthodes dans une arborescence pour le fichier en cours d'édition. Dans la console, ouvre d'abord un module.

Path Browser Affiche les dossiers de *sys.path*, les modules, fonctions, classes et méthodes dans une arborescence.

Save Enregistre la fenêtre active sous le fichier associé, s'il existe. Les fenêtres qui ont été modifiées depuis leur ouverture ou leur dernier enregistrement ont un * avant et après le titre de la fenêtre. S'il n'y a aucun fichier associé, exécute *Save As* à la place.

Save As... Enregistre la fenêtre active avec une fenêtre de dialogue d'enregistrement. Le fichier enregistré devient le nouveau fichier associé pour cette fenêtre.

Save Copy As... Enregistre la fenêtre active sous un fichier différent sans changer le fichier associé.

Print Window Imprime la fenêtre active avec l'imprimante par défaut.

Close Ferme la fenêtre active (demande à enregistrer si besoin).

Exit Ferme toutes les fenêtres et quitte *IDLE* (demande à enregistrer les fenêtres non sauvegardées).

Menu *Edit* (console et éditeur)

Undo Annule le dernier changement dans la fenêtre active. Un maximum de 1000 changements peut être annulé.

Redo Ré-applique le dernier changement annulé dans la fenêtre active.

Cut Copie la sélection dans le presse-papier global ; puis supprime la sélection.

Copy Copie la sélection dans le presse-papier global.

Paste Insère le contenu du presse-papier global dans la fenêtre active.

Les fonctions du presse-papier sont aussi disponibles dans les menus contextuels.

Select All Sélectionne la totalité du contenu de la fenêtre active.

Find... Ouvre une fenêtre de recherche avec de nombreuses options

Find Again Répète la dernière recherche, s'il y en a une.

Find Selection Cherche la chaîne sélectionnée, s'il y en a une.

Find in Files... Ouvre une fenêtre de recherche de fichiers. Présente les résultats dans une nouvelle fenêtre d'affichage.

Replace... Ouvre une fenêtre de recherche et remplacement.

Go to Line Move the cursor to the beginning of the line requested and make that line visible. A request past the end of the file goes to the end. Clear any selection and update the line and column status.

Show Completions Ouvre une liste navigable permettant la sélection de mots-clefs et attributs. Reportez-vous à *Complétions* dans la section Édition et navigation ci-dessous.

Expand Word Complète un préfixe que vous avez saisi pour correspondre à un mot complet de la même fenêtre ; recommencez pour obtenir un autre complément.

Show call tip Après une parenthèse ouverte pour une fonction, ouvre une petite fenêtre avec des indications sur les paramètres de la fonction. Reportez-vous à *Aides aux appels* dans la section Édition et navigation ci-dessous.

Show surrounding parens Surligne les parenthèses encadrantes.

Menu *Format* (fenêtre d'édition uniquement)

Indent Region Décale les lignes sélectionnées vers la droite d'un niveau d'indentation (4 espaces par défaut).

Dedent Region Décale les lignes sélectionnées vers la gauche d'un niveau d'indentation (4 espaces par défaut).

Comment Out Region Insère ## devant les lignes sélectionnées.

Uncomment Region Enlève les # ou ## au début des lignes sélectionnées.

Tabify Region Transforme les blocs d'espaces *au début des lignes* en tabulations. (Note : Nous recommandons d'utiliser des blocs de 4 espaces pour indenter du code Python.)

Untabify Region Transforme *toutes* les tabulations en le bon nombre d'espaces.

Toggle Tabs Ouvre une boîte de dialogue permettant de passer des espaces aux tabulations (et inversement) pour l'indentation.

New Indent Width Ouvre une boîte de dialogue pour changer la taille de l'indentation. La valeur par défaut acceptée par la communauté Python est de 4 espaces.

Format Paragraph Reformate le paragraphe actif, délimité par des lignes vides, en un bloc de commentaires, ou la chaîne de caractères multi-lignes ou ligne sélectionnée en chaîne de caractères. Toutes les lignes du paragraphe seront formatées à moins de N colonnes, avec N valant 72 par défaut.

Strip trailing whitespace Remove trailing space and other whitespace characters after the last non-whitespace character of a line by applying str.rstrip to each line, including lines within multiline strings. Except for Shell windows, remove extra newlines at the end of the file.

Menu *Run* (fenêtre d'édition uniquement)

Run Module Applique *Check Module* (ci-dessus). S'il n'y a pas d'erreur, redémarre la console pour nettoyer l'environnement, puis exécute le module. Les sorties sont affichées dans la fenêtre de console. Notez qu'une sortie requiert l'utilisation de `print` ou `write`. Quand l'exécution est terminée, la console reste active et affiche une invite de commande. À ce moment, vous pouvez explorer interactivement le résultat de l'exécution. Ceci est similaire à l'exécution d'un fichier avec `python -i fichier` sur un terminal.

Run... Customized Similaire à *Run Module*, mais lance le module avec des paramètres personnalisés. Les *Command Line Arguments* se rajoutent à `sys.argv` comme s'ils étaient passés par la ligne de commande. Le module peut être lancé dans le terminal sans avoir à le redémarrer.

Check Module Vérifie la syntaxe du module actuellement ouvert dans la fenêtre d'édition. Si le module n'a pas été enregistré, *IDLE* va soit demander à enregistrer à l'utilisateur, soit enregistrer automatiquement, selon l'option sélectionnée dans l'onglet *General* de la fenêtre de configuration d'*IDLE*. S'il y a une erreur de syntaxe, l'emplacement approximatif est indiqué dans la fenêtre d'édition.

Console Python Ouvre ou active la fenêtre de console Python.

Menu Shell (fenêtre de console uniquement)

View Last Restart Fait défiler la fenêtre de console jusqu'au dernier redémarrage de la console.

Restart Shell Redémarre la console pour nettoyer l'environnement.

Previous History Parcours les commandes précédentes dans l'historique qui correspondent à l'entrée actuelle.

Next History Parcours les commandes suivantes dans l'historique qui correspondent à l'entrée actuelle.

Interrupt Execution Arrête un programme en cours d'exécution.

Menu *Debug* (fenêtre de console uniquement)

Go to File/Line Cherche, sur la ligne active et la ligne en-dessous, un nom de fichier et un numéro de ligne. Le cas échéant, ouvre le fichier s'il n'est pas encore ouvert et montre la ligne. Utilisez ceci pour visualiser les lignes de code source référencées dans un *traceback* d'exception et les lignes trouvées par *Find in Files*. Également disponible dans le menu contextuel des fenêtres de console et d'affichage.

***Debugger* ([dés]activer)** Quand cette fonctionnalité est activée, le code saisi dans la console ou exécuté depuis un Éditeur s'exécutera avec le débogueur. Dans l'Éditeur, des points d'arrêt peuvent être placés avec le menu contextuel. Cette fonctionnalité est encore incomplète et plus ou moins expérimentale.

Stack Viewer Montre l'état de la pile au moment de la dernière erreur dans une arborescence, avec accès aux variables locales et globales.

Auto-open Stack Viewer Active ou désactive l'ouverture automatique de l'afficheur de pile après une erreur non gérée.

Menu *Options* (console et éditeur)

Configure IDLE Open a configuration dialog and change preferences for the following : fonts, indentation, keybindings, text color themes, startup windows and size, additional help sources, and extensions. On macOS, open the configuration dialog by selecting Preferences in the application menu. For more details, see *Setting preferences* under Help and preferences.

Most configuration options apply to all windows or all future windows. The option items below only apply to the active window.

***Show/Hide Code Context* (fenêtres d'édition uniquement)** Fais passer la fenêtre de taille normale à maximale. La taille de départ par défaut est de 40 lignes par 80 caractères, sauf changement dans l'onglet *General* de la fenêtre de configuration d'*IDLE*. Consultez *Code Context* dans la section « Édition et navigation » ci-dessous.

Show/Hide Line Numbers (Editor Window only) Open a column to the left of the edit window which shows the number of each line of text. The default is off, which may be changed in the preferences (see *Setting preferences*).

Zoom/Restore Height Toggles the window between normal size and maximum height. The initial size defaults to 40 lines by 80 chars unless changed on the General tab of the Configure IDLE dialog. The maximum height for a screen is determined by momentarily maximizing a window the first time one is zoomed on the screen. Changing screen settings may invalidate the saved height. This toggle has no effect when a window is maximized.

Menu *Windows* (console et éditeur)

Liste les noms de toutes les fenêtres ouvertes ; sélectionnez-en une pour l'amener au premier plan (en l'ouvrant si nécessaire).

Menu *Help* (console et éditeur)

About *IDLE* Affiche la version, les copyrights, la licence, les crédits, entre autres.

IDLE Help Affiche ce document *IDLE*, qui détaille les options des menus, les bases de l'édition et de la navigation ainsi que d'autres astuces.

Python Docs Accède à la documentation Python locale, si installée, ou ouvre docs.python.org dans un navigateur pour afficher la documentation Python la plus récente.

Turtle Demo Exécute le module *turtledemo* avec des exemples de code Python et de dessins *turtle*.

Des sources d'aide supplémentaires peuvent être ajoutées ici avec la fenêtre de configuration d'*IDLE* dans l'onglet *General*. Référez-vous à la sous-section *Sources d'aide* ci-dessous pour plus de détails sur les choix du menu d'aide.

Menus Contextuels

Vous pouvez ouvrir un menu contextuel par un clic droit dans une fenêtre (Contrôle-clic sous *macOS*). Les menus contextuels ont les fonctions de presse-papier standard, également disponibles dans le menu *Edit*.

Cut Copie la sélection dans le presse-papier global ; puis supprime la sélection.

Copy Copie la sélection dans le presse-papier global.

Paste Insère le contenu du presse-papier global dans la fenêtre active.

Editor windows also have breakpoint functions. Lines with a breakpoint set are specially marked. Breakpoints only have an effect when running under the debugger. Breakpoints for a file are saved in the user's `.idlerc` directory.

Set Breakpoint Place un point d'arrêt sur la ligne active.

Clear Breakpoint Enlève le point d'arrêt sur cette ligne.

Les fenêtres de console et d'affichage disposent en plus des éléments suivants.

Go to file/line Même effet que dans le menu *Debug*.

Les fenêtres de console ont également une fonction de réduction des sorties détaillée dans la sous-section *fenêtre de console de Python* ci-dessous.

Squeeze Si le curseur est sur une ligne d'affichage, compacte toute la sortie entre le code au-dessus et l'invite en-dessous en un bouton *"Squeezed text"*.

26.5.2 Édition et navigation

Fenêtre d'édition

IDLE peut ouvrir une fenêtre d'édition quand il démarre, selon les paramètres et la manière dont vous démarrez *IDLE*. Ensuite, utilisez le menu *File*. Il ne peut y avoir qu'une fenêtre d'édition pour un fichier donné.

La barre de titre contient le nom du fichier, le chemin absolu et la version de Python et d'*IDLE* s'exécutant dans la fenêtre. La barre de statut contient le numéro de ligne ("*Ln*") et le numéro de la colonne ("*Col*"). Les numéros de ligne commencent à 1 ; les numéros de colonne commencent à 0.

IDLE suppose que les fichiers avec une extension en *.py** reconnue contiennent du code Python, mais pas les autres fichiers. Exécutez du code Python avec le menu *Run*.

Raccourcis clavier

Dans cette section, *"C"* renvoie à la touche `Contrôle`sous Windows et *Unix* et à la touche :kbd:`Commande` sous *macOS*.

- `Retour arrière` supprime à gauche ; `Suppr` supprime à droite
- `C-Retour arrière` supprime le mot à gauche ; `C-Suppr` supprime le mot à droite
- Utilisez les touches flèche et `Page Haut` / `Page Bas` pour vous déplacer
- `C-Flèche Gauche` et `C-Flèche Droite` déplacent de mot en mot
- `Début`/`Fin` vont au début / à la fin de la ligne
- `C-Début` / `C-Fin` vont au début / à la fin du fichier
- Quelques raccourcis *Emacs* utiles sont hérités de *Tcl/Tk* :
  - `C-a` début de ligne
  - `C-e` fin de ligne
  - `C-k` supprime la ligne (mais ne la met pas dans le presse-papier)
  - `C-l` centre la fenêtre autour du point d'insertion
  - `C-b` recule d'un caractère sans le supprimer (habituellement vous pouvez également utiliser les touches flèches pour faire cela)
  - `C-f` avance d'un caractère sans le supprimer (habituellement vous pouvez également utiliser les touches flèches pour faire cela)
  - `C-p` remonte d'une ligne (habituellement vous pouvez également utiliser les touches flèches pour faire cela)
  - `C-d` supprime le caractère suivant

Les raccourcis clavier standards (comme `C-c` pour copier et `C-v` pour coller) peuvent fonctionner. Les raccourcis clavier sont sélectionnés dans la fenêtre de configuration d'*IDLE*.

Indentation automatique

Après une structure d'ouverture de bloc, la prochaine ligne est indentée de 4 espaces (dans la console Python d'une tabulation). Après certains mots-clefs (*break*, *return* etc) la ligne suivante est *dédentée*. Dans une indentation au début de la ligne, `Retour arrière` supprime jusqu'à 4 espaces s'il y en a. `Tab` insère des espaces (dans la console, une tabulation), en nombre dépendant de la configuration. Les tabulations sont actuellement restreintes à quatre espaces à cause de limitations de *Tcl/Tk*.

Cf. les commandes *indent/dedent region* dans le *menu *Format**.

Complétions

Les complétions sont fournies pour les fonctions, classes et attributs de classes incluses par défaut et celles définies par l'utilisateur. Les complétions sont aussi fournies pour les noms de fichiers.

La fenêtre d'auto-complétion (*ACW*, *AutoCompleteWindow*) s'ouvre après un délai prédéfini (deux secondes par défaut) après qu'un *"."*** ou (dans une chaîne) un os.sep est saisi. Si, après un de ces caractères (éventuellement suivi d'autres caractères), une tabulation est saisie, l'**ACW** s'ouvre immédiatement si une complétion compatible est trouvée.

S'il n'y a qu'une seule complétion possible pour le caractère saisi, un `Tab` fournit cette complétion sans ouvrir l'*ACW*.

"Show Completions" force l'ouverture d'une fenêtre de complétion, par défaut `C-espace` ouvre une fenêtre de complétion. Dans une chaîne vide, cette fenêtre contient les fichiers du dossier actif. Sur une ligne vide, elle contient les fonctions et classes intégrées par défaut et définies par l'utilisateur de l'espace de nommage actif, plus tous les modules importés. Si des caractères ont été saisis, l'*ACW* essaie d'être plus spécifique.

Si une chaîne de caractère est saisie, la sélection de l'*ACW* va à l'entrée la plus proche de ces caractères. Saisir un `Tab` saisit la plus longue correspondance non ambiguë dans la console ou l'éditeur. Deux `Tab` à la suite fournissent la sélection de l'*ACW*, de la même manière que la touche *"Entrée"* ou un double-clic. Les touches flèches, Page Haut/Bas, la sélection à la souris et la molette de la souris fonctionnent tous sur l'*ACW*.

Les attributs *"cachés"* peuvent être atteints en saisissant le début d'un nom caché après un *"."*, **e.g."**_"**. Ceci permet l'accès aux modules utilisant `__all__` ou aux attributs privés des classes.

Les complétions et la fonctionnalité *"*Expand Word"** peuvent vous faire économiser beaucoup de temps !

Les complétions sont actuellement limitées à ce qui est présent dans les espaces de nommage. Les noms dans une fenêtre d'édition qui ne viennent pas de `__main__` et *sys.modules* ne sont pas trouvés. Exécutez votre module avec vos importations pour corriger cette situation. Notez qu'*IDLE* lui-même place quelques modules dans *sys.modules*, qui peuvent être donc accédés par défaut, comme le module *re*.

Si vous n'aimez pas que l'*ACW* s'affiche spontanément, vous pouvez simplement augmenter le délai ou désactiver l'extension.

Info-bulles

Une info-bulle est affichée quand vous saisissez `(` après le nom d'une fonction *accessible*. Une expression de nom peut inclure des points et des tirets bas.L'info-bulle reste affichée jusqu'à ce que vous cliquiez dessus, que le curseur se déplace hors de la zone des arguments, ou que `)` soit saisi. Quand le curseur est dans la partie *"arguments"* de la définition, le menu ou raccourci affiche une info-bulle.

Une info-bulle contient la signature de la fonction et la première ligne de la *docstring*. Pour les fonctions incluses par défaut sans signature accessible, l'info-bulle contient toutes les lignes jusqu'à la cinquième ligne ou la première ligne vide. Ces détails sont sujets à changement.

L'ensemble des fonctions *accessibles* dépend des modules qui ont été importés dans le processus utilisateur, y compris ceux importés par *IDLE* lui-même et quelles définitions ont été exécutées, le tout depuis le dernier redémarrage.

Par exemple, redémarrez la console et saisissez `itertools.count(`. Une info-bulle s'affiche parce que *IDLE* importe *itertools* dans le processus utilisateur pour son propre usage (ceci pourrait changer). Saisissez `turtle.write(` et rien ne s'affiche. *IDLE* n'importe pas *turtle*. Le menu ou le raccourci ne font rien non plus. Saisir `import *turtle` puis `turtle.write(` fonctionnera.

Dans l'éditeur, les commandes d'importation n'ont pas d'effet jusqu'à ce que le fichier soit exécuté. Vous pouvez exécuter un fichier après avoir écrit les commandes d'importation au début, ou immédiatement exécuter un fichier existant avant de l'éditer.

Contexte du code

Dans une fenêtre d'édition contenant du code Python, le contexte du code peut être activé pour afficher ou cacher une zone en haut de la fenêtre. Quand elle est affichée, cette zone gèle les lignes ouvrant le bloc de code, comme celles qui commencent par les mots-clés `class`, `def` ou `if`, qui auraient autrement été cachées plus haut dans le fichier. La taille de cette zone varie automatiquement selon ce qui est nécessaire pour afficher tous les niveaux de contexte, jusqu'à un nombre maximal de lignes défini dans la fenêtre de configuration d'*IDLE* (valeur qui vaut 15 par défaut). S'il n'y a pas de lignes de contexte et que cette fonctionnalité est activée, une unique ligne vide est affichée. Un clic sur une ligne dans la zone de contexte déplace cette ligne en haut de l'éditeur.

Les couleurs de texte et du fond pour la zone de contexte peuvent être configurées dans l'onglet *Highlights* de la fenêtre de configuration d'*IDLE*.

Fenêtre de console Python

Avec la console d'*IDLE*, vous pouvez saisir, éditer et rappeler des commandes entières. La plupart des consoles et des terminaux ne travaillent qu'avec une seule ligne physique à la fois.

Quand du texte est collé dans la console, il n'est ni compilé, ni exécuté jusqu'à la ce qu'on saisisse `Entrée`. On peut éditer le code collé d'abord. Si plus d'une commande est collée dans la console, une *`SyntaxError`* est levée si plusieurs commandes sont compilées comme une seule.

Les fonctionnalités d'édition décrites dans les sous-sections suivantes fonctionnent du code est saisi de façon interactive. La fenêtre de console d'*IDLE* réagit également aux touches suivantes.

- `C-c` interrompt l'exécution de la commande
- `C-d` envoie fin-de-fichier (*EOF*) ; cela ferme la fenêtre s'il est saisi à une invite >>>
- `Alt-/` (Compléter le mot) est également utile pour réduire la quantité de texte saisie
  Historique des commandes
  - `Alt-p` récupère la précédente commande qui correspond à ce que vous avez saisi. Sous *macOS*, utilisez `C-p`.
  - `Alt-n` récupère la suivante. Sous *macOS*, utilisez `C-n`.
  - `Entrée` sur une des commandes précédentes récupère cette commande

Coloration du texte

IDLE affiche par défaut le texte en noir sur blanc mais colore le texte qui possède une signification spéciale. Pour la console, ceci concerne les sorties de la console et de l'utilisateur ainsi que les erreurs de l'utilisateur. Pour le code Python, dans l'invite de commande de la console ou sur un éditeur, ce sont les mots-clefs, noms de fonctions et de classes incluses par défaut, les noms suivant `class` et `def`, les chaînes de caractères et les commentaires. Pour n'importe quelle fenêtre de texte, ce sont le curseur (si présent), le texte trouvé (s'il y en a) et le texte sélectionné.

La coloration du texte est faite en arrière-plan, donc du texte non coloré est parfois visible. Pour changer les couleurs, utilisez l'onglet *Highlighting* de la fenêtre de configuration d'*IDLE*. Le marquage des points d'arrêt du débogueur dans l'éditeur et du texte dans les dialogues n'est pas configurable.

26.5.3 Démarrage et exécution du code

Quand il est démarré avec l'option `-s`, *IDLE* exécutera le fichier référencé par la variable d'environnement `IDLE*STARTUP` ou `PYTHONSTARTUP`. *IDLE* cherche d'abord `IDLESTARTUP` ; si `IDLESTARTUP` est présent, le fichier référencé est exécuté. Si `IDLESTARTUP` n'est pas présent, alors *IDLE* cherche `PYTHONSTARTUP`. Les fichiers référencés par ces variables d'environnement sont de bons endroits pour stocker des fonctions qui sont utilisées fréquemment depuis la console d'*IDLE* ou pour exécuter des commandes d'importation des modules communs.

De plus, `Tk` charge lui aussi un fichier de démarrage s'il est présent. Notez que le fichier de *Tk* est chargé sans condition. Ce fichier additionnel est `.Idle.py` et est recherché dans le dossier personnel de l'utilisateur. Les commandes dans ce fichier sont exécutées dans l'espace de nommage de *Tk*, donc ce fichier n'est pas utile pour importer des fonctions à utiliser depuis la console Python d'*IDLE*.

Utilisation de la ligne de commande

```
idle.py [-c command] [-d] [-e] [-h] [-i] [-r file] [-s] [-t title] [-] [arg] ...

-c command  run command in the shell window
-d          enable debugger and open shell window
-e          open editor window
-h          print help message with legal combinations and exit
-i          open shell window
-r file     run file in shell window
-s          run $IDLESTARTUP or $PYTHONSTARTUP first, in shell window
-t title    set title of shell window
-           run stdin in shell (- must be last option before args)
```

S'il y a des arguments :

— Si `-`, `-c` ou `-r` sont utilisés, tous les arguments sont placés dans `sys.argv[1:...]` et `sys.argv[0]` est assigné à `''`, `'-c'`, ou `'-r'`. Aucune fenêtre d'édition n'est ouverte, même si c'est le comportement par défaut fixé dans la fenêtre d'options.

— Sinon, les arguments sont des fichiers ouverts pour édition et `sys.argv` reflète les arguments passés à *IDLE* lui-même.

Échec au démarrage

IDLE utilise un connecteur (*socket* en anglais) pour communiquer entre le processus d'interface graphique d'*IDLE* et le processus d'exécution de code de l'utilisateur. Une connexion doit être établie quand la console démarre ou redémarre (le redémarrage est indiqué par une ligne de division avec *"RESTART"*). Si le processus utilisateur échoue à établir une connexion avec le processus graphique, il affiche une fenêtre d'erreur `Tk` avec un message *"connexion impossible"* qui redirige l'utilisateur ici. Ensuite, il s'arrête.

Une cause d'échec courant est un fichier écrit par l'utilisateur avec le même nom qu'un module de la bibliothèque standard, comme *random.py* et *tkinter.py*. Quand un fichier de ce genre est enregistré dans le même répertoire qu'un fichier à exécuter, *IDLE* ne peut pas importer le fichier standard. La solution actuelle consiste à renommer le fichier de l'utilisateur.

Même si c'est plus rare qu'avant, un antivirus ou un pare-feu peuvent interrompre la connexion. Si le programme ne peut pas être paramétré pour autoriser la connexion, alors il doit être éteint pour qu'*IDLE* puisse fonctionner. Cette connexion interne est sûre car aucune donnée n'est visible depuis un port extérieur. Un problème similaire est une mauvaise configuration du réseau qui bloque les connexions.

Des problèmes d'installation de Python stoppent parfois *IDLE* : il peut y avoir un conflit de versions ou bien l'installation peut nécessiter des privilèges administrateurs. Si on corrige le conflit , ou qu'on ne peut ou ne veut pas accorder de privilège, il peut être plus facile de désinstaller complètement Python et de recommencer.

A zombie pythonw.exe process could be a problem. On Windows, use Task Manager to check for one and stop it if there is. Sometimes a restart initiated by a program crash or Keyboard Interrupt (control-C) may fail to connect. Dismissing the error box or using Restart Shell on the Shell menu may fix a temporary problem.

When IDLE first starts, it attempts to read user configuration files in `~/.idlerc/` (~ is one's home directory). If there is a problem, an error message should be displayed. Leaving aside random disk glitches, this can be prevented by never editing the files by hand. Instead, use the configuration dialog, under Options. Once there is an error in a user configuration file, the best solution may be to delete it and start over with the settings dialog.

If IDLE quits with no message, and it was not started from a console, try starting it from a console or terminal (`python -m idlelib`) and see if this results in an error message.

Exécuter le code de l'utilisateur

Sauf dans de rares cas, le résultat de l'exécution de code Python avec *IDLE* est censé être le même que lors de l'exécution du même code via la méthode par défaut, directement avec Python dans une console système en mode texte ou dans une fenêtre de terminal. Cependant, les différentes interfaces et opérations affectent parfois les résultats visibles. Par exemple, `sys.modules` démarre avec plus d'entrées et `threading.activeCount()` renvoie 2 plutôt que 1.

Par défaut, *IDLE* exécute le code de l'utilisateur dans un processus système séparé plutôt que dans le processus d'interface utilisateur qui exécute la console et l'éditeur. Dans le processus d'exécution, il remplace `sys.stdin`, `sys.stdout` et `sys.stderr` par des objets qui récupèrent les entrées et envoient les sorties à la fenêtre de console. Les valeurs originales stockées dans `sys.__stdin__`, `sys.__stdout__` et `sys.__stderr__` ne sont pas touchées, mais peuvent être `None`.

Quand la console est au premier plan, elle contrôle le clavier et l'écran. Ceci est normalement transparent, mais les fonctions qui accèdent directement au clavier et à l'écran ne fonctionneront pas. Ceci inclut des fonctions spécifiques du système qui déterminent si une touche a été pressée et, le cas échéant, laquelle.

Les remplacements des flux standards par *IDLE* ne sont pas hérités par les sous-processus créés dans le processus d'exécution, directement par le code de l'utilisateur ou par des modules comme *multiprocessing*. Si de tels modules utilisent `input` à partir de *sys.stdin* ou `write` à *sys.stdout* ou *sys.stderr*, *IDLE* doit être démarré dans une fenêtre de ligne de commande. Le sous-processus secondaire sera ensuite attaché à cette fenêtre pour les entrées et les sorties.

The IDLE code running in the execution process adds frames to the call stack that would not be there otherwise. IDLE wraps `sys.getrecursionlimit` and `sys.setrecursionlimit` to reduce the effect of the additional stack frames.

Si `sys` est réinitialisé par le code de l'utilisateur, comme avec `importlib.reload(sys)`, les changements d'*IDLE* seront perdus et l'entrée du clavier et la sortie à l'écran ne fonctionneront pas correctement.

Lorsque l'utilisateur lève *SystemExit* directement ou en appelant `sys.exit`, IDLE revient au terminal IDLE au lieu de quitter.

Sortie de l'utilisateur sur la console

Quand un programme affiche du texte, le résultat est déterminé par le support d'affichage correspondant. Quand *IDLE* exécute du code de l'utilisateur, `sys.stdout` et `sys.stderr` sont connectées à la zone d'affichage de la console d'*IDLE*. Certaines de ces fonctionnalités sont héritées des widgets *Tk* sous-jacents. D'autres sont des additions programmées. Quand cela importe, la console est conçue pour le développement plutôt que l'exécution en production.

Par exemple, la console ne supprime jamais de sortie. Un programme qui écrit à l'infini dans la console finira par remplir la mémoire, ce qui entraînera un erreur mémoire. Par ailleurs, certains systèmes de fenêtres textuelles ne conservent que les n dernières lignes de sortie. Une console Windows, par exemple, conserve une quantité de lignes configurable entre 1 et 9999, avec une valeur par défaut de 300.

A Tk Text widget, and hence IDLE's Shell, displays characters (codepoints) in the BMP (Basic Multilingual Plane) subset of Unicode. Which characters are displayed with a proper glyph and which with a replacement box depends on the operating system and installed fonts. Tab characters cause the following text to begin after the next tab stop. (They occur every 8 'characters'). Newline characters cause following text to appear on a new line. Other control characters are ignored or displayed as a space, box, or something else, depending on the operating system and font. (Moving the text cursor through such output with arrow keys may exhibit some surprising spacing behavior.)

```
>>> s = 'a\tb\a<\x02><\r>\bc\nd'  # Enter 22 chars.
>>> len(s)
14
>>> s  # Display repr(s)
'a\tb\x07<\x02><\r>\x08c\nd'
>>> print(s, end='')  # Display s as is.
# Result varies by OS and font.  Try it.
```

La fonction `repr` est utilisée pour l'affichage interactif de la valeur des expressions. Elle renvoie une version modifiée de la chaîne en entrée dans laquelle les codes de contrôle, certains points de code *BMP* et tous les points de code

non *BMP* sont remplacés par des caractères d'échappement. Comme montré ci-dessus, ceci permet d'identifier les caractères dans une chaîne, quelle que soit la façon dont elle est affichée.

Les sorties standard et d'erreur sont généralement séparées (sur des lignes séparées) de l'entrée de code et entre elles. Elles ont chacune une coloration différente.

Pour les *traceback* de *SyntaxError*, le *"^"* habituel marquant l'endroit où l'erreur a été détectée est remplacé par la coloration et le surlignage du texte avec une erreur. Quand du code exécuté depuis un fichier cause d'autres exceptions, un clic droit sur la ligne du *traceback* permet d'accéder à la ligne correspondante dans un éditeur *IDLE*. Le fichier est ouvert si nécessaire.

La console a une fonctionnalité spéciale pour réduire les lignes de sorties à une étiquette *"Squeezed text"*. Ceci est fait automatiquement pour un sortie de plus de N lignes (N = 50 par défaut). N peut être changé dans la section *PyShell* de la page *General* de la fenêtre de configuration. Les sorties avec moins de lignes peuvent être réduites par un clic droit sur la sortie. Ceci peut être utile sur des lignes si longues qu'elles ralentissent la navigation.

Les sorties réduites sont étendues sur place en double-cliquant sur l'étiquette Elles peuvent aussi être envoyées au presse-papier ou sur un fenêtre séparée par un clic-droit sur l'étiquette.

Développer des applications *tkinter*

IDLE est intentionnellement différent de Python standard dans le but de faciliter le développement des programmes *tkinter*. Saisissez `import *tkinter* as tk; root = tk.Tk()` avec Python standard, rien n'apparaît. Saisissez la même chose dans *IDLE* et une fenêtre *tk* apparaît. En Python standard, il faut également saisir `root.update()` pour voir la fenêtre. *IDLE* fait un équivalent mais en arrière-plan, environ 20 fois par seconde, soit environ toutes les 50 millisecondes. Ensuite, saisissez `b = tk.Button(root, text='button'); b.pack()`. De la même manière, aucun changement n'est visible en Python standard jusqu'à la saisie de `root.update()`.

La plupart des programmes *tkinter* exécutent `root.mainloop()`, qui d'habitude ne renvoie pas jusqu'à ce que l'application *tk* soit détruite. Si le programme est exécuté avec `python -i``ou depuis un éditeur *IDLE*, une invite de commande ``>>>` n'apparaît pas tant que `mainloop()` ne termine pas, c'est-à-dire quand il ne reste plus rien avec lequel interagir.

Avec un programme *tkinter* exécuté depuis un éditeur *IDLE*, vous pouvez immédiatement commenter l'appel à *mainloop*. On a alors accès à une invite de commande et on peut interagir en direct avec l'application. Il faut juste se rappeler de réactiver l'appel à *mainloop* lors de l'exécution en Python standard.

Exécution sans sous-processus

Par défaut *IDLE* exécute le code de l'utilisateur dans un sous-processus séparé via un connecteur sur l'interface de la boucle locale. Cette connexion n'est pas visible de l'extérieur et rien n'est envoyé ou reçu d'Internet. Si un pare-feu s'en plaint quand même, vous pouvez l'ignorer.

Si la tentative de connexion par le *socket* échoue, *IDLE* vous le notifie. Ce genre d'échec est parfois temporaire, mais s'il persiste, le problème peut soit venir d'un pare-feu qui bloque la connexion ou d'une mauvaise configuration dans un système particulier. Jusqu'à ce que le problème soit résolu, vous pouvez exécuter *IDLE* avec l'option *-n* de la ligne de commande.

Si *IDLE* est démarré avec l'option *-n* de la ligne de commande, il s'exécute dans un seul processus et ne crée pas de sous-processus pour exécuter le serveur RPC d'exécution de Python. Ceci peut être utile si Python ne peut pas créer de sous-processus ou de connecteur *RPC* sur votre plateforme. Cependant, dans ce mode, le code de l'utilisateur n'est pas isolé de *IDLE* lui-même. De plus, l'environnement n'est pas réinitialisé quand *Run/Run Module* (*F5*) est sélectionné. Si votre code a été modifié, vous devez *reload*() les modules affectés et ré-importer tous les éléments spécifiques (e.g. *from foo import baz*)* pour que les changements prennent effet. Pour toutes ces raisons, il est préférable d'exécuter *IDLE* avec le sous-processus par défaut si c'est possible.

Obsolète depuis la version 3.4.

26.5.4 Aide et préférences

Sources d'aide

L'entrée du menu d'aide *"IDLE Help"* affiche une version *html* formatée du chapitre sur *IDLE* de la *Library Reference*. Le résultat, dans une fenêtre de texte *tkinter* en lecture-seule, est proche de ce qu'on voit dans un navigateur. Naviguez dans le texte avec la molette de la souris, la barre de défilement ou avec les touches directionnelles du clavier enfoncées. Ou cliquez sur le bouton TOC (*Table of Contents* : sommaire) et sélectionnez un titre de section dans l'espace ouvert.

Help menu entry "Python Docs" opens the extensive sources of help, including tutorials, available at `docs.python.org/x.y`, where 'x.y' is the currently running Python version. If your system has an off-line copy of the docs (this may be an installation option), that will be opened instead.

Selected URLs can be added or removed from the help menu at any time using the General tab of the Configure IDLE dialog.

Modifier les préférences

The font preferences, highlighting, keys, and general preferences can be changed via Configure IDLE on the Option menu. Non-default user settings are saved in a `.idlerc` directory in the user's home directory. Problems caused by bad user configuration files are solved by editing or deleting one or more of the files in `.idlerc`.

Dans l'onglet *Fonts*, regardez les échantillons de texte pour voir l'effet de la police et de la taille sur de multiples caractères de multiples langues. Éditez les échantillons pour ajouter d'autres caractères qui vous intéressent. Utilisez les échantillons pour sélectionner les polices à largeur constante. Si certains caractères posent des difficultés dans la console ou l'éditeur, ajoutez-les en haut des échantillons et essayez de changer d'abord la taille, puis la fonte.

Dans les onglets *Highlights* et *Keys*, sélectionnez un ensemble de couleurs et de raccourcis pré-inclus ou personnalisé. Pour utiliser un ensemble de couleurs et de raccourcis récent avec une version d'*IDLE* plus ancienne, enregistrez-le en tant que nouveau thème ou ensemble de raccourcis personnalisé ; il sera alors accessible aux *IDLE* plus anciens.

IDLE sous *macOS*

Dans *System Preferences : Dock*, on peut mettre *"Prefer tabs when opening documents"* à la valeur *"Always"*. Ce paramètre n'est pas compatible avec le cadriciel *tk/tkinter* utilisé par *IDLE* et il casse quelques fonctionnalités d'*IDLE*.

Extensions

IDLE inclut un outil d'extensions. Les préférences pour les extensions peuvent être changées avec l'onglet Extensions de la fenêtre de préférences. Lisez le début de *config-extensions.def* dans le dossier *idlelib* pour plus d'informations. La seule extension actuellement utilisée par défaut est *zzdummy*, un exemple également utilisé pour les tests.

26.6 Autres paquets d'interface graphique utilisateur

Des boîtes à outils multiplateformes (Windows, Mac OS X ou Unix et assimilé) majeures sont disponibles pour Python :

Voir aussi :

PyGObject *PyGObject* fournit une surcouche introspective pour les bibliothèques C utilisant GObject. Une de ces bibliothèques est la collection de composants graphiques GTK+ 3

PyGTK *PyGTK* fournit une surcouche pour une version plus ancienne de la bibliothèque, GTK+ 2. Cette dernière fournit une interface orientée objet qui est légèrement plus haut niveau que son équivalent C. Il y a également une surcouche pour GNOME. Un tutoriel en ligne est disponible.

PyQt *PyQt* est une surcouche de la boite à outils *Qt* basée sur **sip**. *Qt* est un *framework* complet de développement d'interface graphique en C++ , disponible pour Unix, Windows et Mac OS X. **sip** est un outil pour générer une surcouche de classes Python au dessus de bibliothèques C++, et est spécifiquement conçu pour Python.

PySide2 Also known as the Qt for Python project, PySide2 is a newer binding to the Qt toolkit. It is provided by The Qt Company and aims to provide a complete port of PySide to Qt 5. Compared to PyQt, its licensing scheme is friendlier to non-open source applications.

wxPython *wxPython* est une boîte à outils d'interface graphique multiplateforme pour Python qui est construite autour de la populaire boîte à outils wxWidgets (anciennement *wxWindows*). En plus d'un ensemble de composants graphiques complet, *wxPython* fournit des classes pour de la documentation en ligne, de l'aide contextuelle, de l'impression, de la consultation de HTML, du rendu graphique bas niveau, du glisser-déposer, l'accès au système de presse-papier, un DSL de description de ressources en XML et même plus, y compris une collection de modules contribués par la communauté qui grandit sans cesse. Elle fournit un aspect et une expérience native pour les applications sur Windows, Mac OS X et systèmes Unix en utilisant les composants natifs de chaque plateforme quand cela est possible (GTK+ sur les systèmes Unix et assimilés).

PyGTK, PyQt, PySide2, and wxPython, all have a modern look and feel and more widgets than Tkinter. In addition, there are many other GUI toolkits for Python, both cross-platform, and platform-specific. See the GUI Programming page in the Python Wiki for a much more complete list, and also for links to documents where the different GUI toolkits are compared.

CHAPITRE 27

Outils de développement

Les modules décrits dans ce chapitre vous aident à écrire des logiciels. Par exemple, le module *pydoc* prend un module et génère de la documentation basée sur son contenu. Les modules *doctest* et *unittest* contiennent des cades applicatifs pour écrire des tests unitaires qui permettent de valider automatiquement le code en vérifiant que chaque résultat attendu est produit. Le programme **2to3** peut traduire du code Python 2.x en Python 3.x.

La liste des modules documentés dans ce chapitre est :

27.1 `typing` — Prise en charge des annotations de type

Nouveau dans la version 3.5.

Code source : Lib/typing.py

Note : The Python runtime does not enforce function and variable type annotations. They can be used by third party tools such as type checkers, IDEs, linters, etc.

This module supports type hints as specified by **PEP 484** and **PEP 526**. The most fundamental support consists of the types *Any*, *Union*, *Tuple*, *Callable*, *TypeVar*, and *Generic*. For full specification please see **PEP 484**. For a simplified introduction to type hints see **PEP 483**.

La fonction ci-dessous prend et renvoie une chaîne de caractères, et est annotée comme suit :

```
def greeting(name: str) -> str:
    return 'Hello ' + name
```

La fonction `greeting` s'attend à ce que l'argument `name` soit de type *str* et le type de retour *str*. Les sous-types sont acceptés comme arguments.

27.1.1 Alias de type

A type alias is defined by assigning the type to the alias. In this example, `Vector` and `List[float]` will be treated as interchangeable synonyms :

```
from typing import List
Vector = List[float]

def scale(scalar: float, vector: Vector) -> Vector:
    return [scalar * num for num in vector]

# typechecks; a list of floats qualifies as a Vector.
new_vector = scale(2.0, [1.0, -4.2, 5.4])
```

Les alias de type sont utiles pour simplifier les signatures complexes. Par exemple :

```
from typing import Dict, Tuple, Sequence

ConnectionOptions = Dict[str, str]
Address = Tuple[str, int]
Server = Tuple[Address, ConnectionOptions]

def broadcast_message(message: str, servers: Sequence[Server]) -> None:
    ...

# The static type checker will treat the previous type signature as
# being exactly equivalent to this one.
def broadcast_message(
        message: str,
        servers: Sequence[Tuple[Tuple[str, int], Dict[str, str]]]) -> None:
    ...
```

Notez que `None` comme indication de type est un cas particulier et est remplacé par `type(None)`.

27.1.2 *NewType*

Aidez-vous de la fonction *`NewType()`* pour créer des types distincts :

```
from typing import NewType

UserId = NewType('UserId', int)
some_id = UserId(524313)
```

Le vérificateur de type statique traite le nouveau type comme s'il s'agissait d'une sous-classe du type original. C'est utile pour aider à détecter les erreurs logiques :

```
def get_user_name(user_id: UserId) -> str:
    ...

# typechecks
user_a = get_user_name(UserId(42351))

# does not typecheck; an int is not a UserId
user_b = get_user_name(-1)
```

Vous pouvez toujours effectuer toutes les opérations applicables à un entier (type `int`) sur une variable de type `UserId`, mais le résultat sera toujours de type `int`. Ceci vous permet de passer un `UserId` partout où un `int` est attendu, mais vous empêche de créer accidentellement un `UserId` d'une manière invalide :

```
# 'output' is of type 'int', not 'UserId'
output = UserId(23413) + UserId(54341)
```

Note that these checks are enforced only by the static type checker. At runtime the statement `Derived = NewType('Derived', Base)` will make `Derived` a function that immediately returns whatever parameter you pass it. That means the expression `Derived(some_value)` does not create a new class or introduce any overhead beyond that of a regular function call.

Plus précisément, l'expression `some_value is Derived(some_value)` est toujours vraie au moment de l'exécution.

Cela signifie également qu'il n'est pas possible de créer un sous-type de `Derived` puisqu'il s'agit d'une fonction d'identité au moment de l'exécution, pas d'un type réel :

```
from typing import NewType

UserId = NewType('UserId', int)

# Fails at runtime and does not typecheck
class AdminUserId(UserId): pass
```

Cependant, il est possible de créer un *`NewType()`* basé sur un `NewType` « dérivé » :

```
from typing import NewType

UserId = NewType('UserId', int)

ProUserId = NewType('ProUserId', UserId)
```

et la vérification de type pour `ProUserId` fonctionne comme prévu.

Voir la **PEP 484** pour plus de détails.

Note : Rappelons que l'utilisation d'un alias de type déclare que deux types sont *équivalents* l'un à l'autre. Écrire `Alias = Original` fait que le vérificateur de type statique traite `Alias` comme étant *exactement équivalent* à `Original` dans tous les cas. C'est utile lorsque vous voulez simplifier des signatures complexes.

En revanche, `NewType` déclare qu'un type est un *sous-type* d'un autre. Écrire `Derived = NewType('Derived', Original)` fait en sorte que le vérificateur de type statique traite `Derived` comme une *sous-classe* de `Original`, ce qui signifie qu'une valeur de type `Original` ne peut être utilisée dans les endroits où une valeur de type `Derived` est prévue. C'est utile lorsque vous voulez éviter les erreurs logiques avec un coût d'exécution minimal.

Nouveau dans la version 3.5.2.

27.1.3 Appelable

Les cadriciels (*frameworks* en anglais) qui attendent des fonctions de rappel ayant des signatures spécifiques peuvent être typés en utilisant `Callable[[Arg1Type, Arg2Type], ReturnType]`.

Par exemple :

```
from typing import Callable

def feeder(get_next_item: Callable[[], str]) -> None:
    # Body

def async_query(on_success: Callable[[int], None],
                on_error: Callable[[int, Exception], None]) -> None:
    # Body
```

Il est possible de déclarer le type de retour d'un appelable sans spécifier la signature de l'appel en indiquant des points de suspension à la liste des arguments dans l'indice de type : `Callable[..., ReturnType]`.

27.1.4 Génériques

Comme les informations de type sur les objets conservés dans des conteneurs ne peuvent pas être déduites statiquement de manière générique, les classes de base abstraites ont été étendues pour prendre en charge la sélection (*subscription* en anglais) et indiquer les types attendus pour les éléments de conteneur.

```
from typing import Mapping, Sequence

def notify_by_email(employees: Sequence[Employee],
                    overrides: Mapping[str, str]) -> None: ...
```

Les génériques peuvent être paramétrés en utilisant une nouvelle fabrique (au sens des patrons de conception) disponible en tapant *TypeVar*.

```
from typing import Sequence, TypeVar

T = TypeVar('T')      # Declare type variable

def first(l: Sequence[T]) -> T:   # Generic function
    return l[0]
```

27.1.5 Types génériques définis par l'utilisateur

Une classe définie par l'utilisateur peut être définie comme une classe générique.

```
from typing import TypeVar, Generic
from logging import Logger

T = TypeVar('T')

class LoggedVar(Generic[T]):
    def __init__(self, value: T, name: str, logger: Logger) -> None:
        self.name = name
        self.logger = logger
        self.value = value

    def set(self, new: T) -> None:
        self.log('Set ' + repr(self.value))
        self.value = new

    def get(self) -> T:
        self.log('Get ' + repr(self.value))
        return self.value

    def log(self, message: str) -> None:
        self.logger.info('%s: %s', self.name, message)
```

`Generic[T]` en tant que classe de base définit que la classe `LoggedVar` prend un paramètre de type unique `T`. Ceci rend également `T` valide en tant que type dans le corps de la classe.

The *Generic* base class defines `__class_getitem__()` so that `LoggedVar[t]` is valid as a type :

```
from typing import Iterable

def zero_all_vars(vars: Iterable[LoggedVar[int]]) -> None:
    for var in vars:
        var.set(0)
```

Un type générique peut avoir un nombre quelconque de variables de type et vous pouvez fixer des contraintes sur les variables de type :

```
from typing import TypeVar, Generic
...

T = TypeVar('T')
S = TypeVar('S', int, str)

class StrangePair(Generic[T, S]):
    ...
```

Chaque argument de variable de type *Generic* doit être distinct. Ceci n'est donc pas valable :

```
from typing import TypeVar, Generic
...

T = TypeVar('T')

class Pair(Generic[T, T]):   # INVALID
    ...
```

Vous pouvez utiliser l'héritage multiple avec *Generic* :

```
from typing import TypeVar, Generic, Sized

T = TypeVar('T')

class LinkedList(Sized, Generic[T]):
    ...
```

Lors de l'héritage de classes génériques, certaines variables de type peuvent être corrigées :

```
from typing import TypeVar, Mapping

T = TypeVar('T')

class MyDict(Mapping[str, T]):
    ...
```

Dans ce cas, `MyDict` a un seul paramètre, `T`.

L'utilisation d'une classe générique sans spécifier de paramètres de type suppose *Any* pour chaque position. Dans l'exemple suivant, `MyIterable` n'est pas générique mais hérite implicitement de `Iterable[Any]` :

```
from typing import Iterable

class MyIterable(Iterable): # Same as Iterable[Any]
```

Les alias de type générique définis par l'utilisateur sont également pris en charge. Exemples :

```
from typing import TypeVar, Iterable, Tuple, Union
S = TypeVar('S')
Response = Union[Iterable[S], int]

# Return type here is same as Union[Iterable[str], int]
def response(query: str) -> Response[str]:
    ...

T = TypeVar('T', int, float, complex)
Vec = Iterable[Tuple[T, T]]

def inproduct(v: Vec[T]) -> T: # Same as Iterable[Tuple[T, T]]
    return sum(x*y for x, y in v)
```

Modifié dans la version 3.7 : *Generic* no longer has a custom metaclass.

A user-defined generic class can have ABCs as base classes without a metaclass conflict. Generic metaclasses are not supported. The outcome of parameterizing generics is cached, and most types in the typing module are hashable and comparable for equality.

27.1.6 Le type `Any`

Un type particulier est *Any*. Un vérificateur de type statique traite chaque type comme étant compatible avec *Any* et *Any* comme étant compatible avec chaque type.

This means that it is possible to perform any operation or method call on a value of type on *Any* and assign it to any variable :

```
from typing import Any

a = None     # type: Any
a = []       # OK
a = 2        # OK

s = ''       # type: str
s = a        # OK

def foo(item: Any) -> int:
    # Typechecks; 'item' could be any type,
    # and that type might have a 'bar' method
    item.bar()
    ...
```

Notez qu'aucun contrôle de typage n'est effectué lors de l'affectation d'une valeur de type *Any* à un type plus précis. Par exemple, le vérificateur de type statique ne signale pas d'erreur lors de l'affectation de `a` à `s` même si `s` était déclaré être de type *str* et reçoit une valeur *int* au moment de son exécution !

De plus, toutes les fonctions sans type de retour ni type de paramètre sont considérées comme utilisant *Any* implicitement par défaut :

```
def legacy_parser(text):
    ...
    return data

# A static type checker will treat the above
# as having the same signature as:
def legacy_parser(text: Any) -> Any:
    ...
    return data
```

Ce comportement permet à *Any* d'être utilisé comme succédané lorsque vous avez besoin de mélanger du code typé dynamiquement et statiquement.

Comparons le comportement de *Any* avec celui de *object*. De la même manière que pour *Any*, chaque type est un sous-type de *object*. Cependant, contrairement à *Any*, l'inverse n'est pas vrai : *object* n'est *pas* un sous-type de chaque autre type.

Cela signifie que lorsque le type d'une valeur est *object*, un vérificateur de type rejette presque toutes les opérations sur celle-ci, et l'affecter à une variable (ou l'utiliser comme une valeur de retour) d'un type plus spécialisé est une erreur de typage. Par exemple :

```
def hash_a(item: object) -> int:
    # Fails; an object does not have a 'magic' method.
    item.magic()
    ...

def hash_b(item: Any) -> int:
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
    # Typechecks
    item.magic()
    ...

# Typechecks, since ints and strs are subclasses of object
hash_a(42)
hash_a("foo")

# Typechecks, since Any is compatible with all types
hash_b(42)
hash_b("foo")
```

Utilisez *object* pour indiquer qu'une valeur peut être de n'importe quel type de manière sûre. Utiliser *Any* pour indiquer qu'une valeur est typée dynamiquement.

27.1.7 Classes, functions, and decorators

The module defines the following classes, functions and decorators :

class typing.**TypeVar**

Variables de type.

Utilisation :

```
T = TypeVar('T')  # Can be anything
A = TypeVar('A', str, bytes)  # Must be str or bytes
```

Les variables de type existent principalement dans l'intérêt des contrôleurs de type statiques. Elles servent de paramètres pour les types génériques ainsi que pour les définitions de fonctions génériques. Voir la classe `Generic` pour plus d'informations sur les types génériques. Les fonctions génériques fonctionnent comme suit :

```
def repeat(x: T, n: int) -> Sequence[T]:
    """Return a list containing n references to x."""
    return [x]*n

def longest(x: A, y: A) -> A:
    """Return the longest of two strings."""
    return x if len(x) >= len(y) else y
```

La signature de ce dernier exemple est essentiellement la surcharge de `(str, str) -> str` et `(bytes, bytes) -> bytes`. Notez également que si les arguments sont des instances d'une sous-classe de la classe *str*, le type de retour est toujours la classe *str*.

Au moment de l'exécution, `isinstance(x, T)` va lever *TypeError*. En général, *isinstance()* et *issubclass()* ne devraient pas être utilisés avec les types.

Les variables de type peuvent être marquées covariantes ou contravariantes en passant `covariant=True` ou `contravariant=True`. Voir la **PEP 484** pour plus de détails. Par défaut, les variables de type sont invariantes. Sinon, une variable de type peut spécifier une limite supérieure en utilisant `bound=<type>`. Cela signifie qu'un type réel substitué (explicitement ou implicitement) à la variable type doit être une sous-classe du type frontière (*boundary* en anglais), voir la **PEP 484**.

class typing.**Generic**

Classe de base abstraite pour les types génériques.

Un type générique est généralement déclaré en héritant d'une instanciation de cette classe avec une ou plusieurs variables de type. Par exemple, un type de correspondance générique peut être défini comme suit :

```
class Mapping(Generic[KT, VT]):
    def __getitem__(self, key: KT) -> VT:
        ...
        # Etc.
```

Cette classe peut alors être utilisée comme suit :

```
X = TypeVar('X')
Y = TypeVar('Y')

def lookup_name(mapping: Mapping[X, Y], key: X, default: Y) -> Y:
    try:
        return mapping[key]
    except KeyError:
        return default
```

class typing.**Type**(*Generic[CT_co]*)

Une variable annotée de `C` peut accepter une valeur de type `C`. En revanche, une variable annotée avec `Type[C]` peut accepter des valeurs qui sont elles-mêmes des classes — plus précisément, elle accepte l'objet *class* de `C`. Par exemple :

```
a = 3         # Has type 'int'
b = int       # Has type 'Type[int]'
c = type(a)   # Also has type 'Type[int]'
```

Notez que `Type[C]` est covariant :

```
class User: ...
class BasicUser(User): ...
class ProUser(User): ...
class TeamUser(User): ...

# Accepts User, BasicUser, ProUser, TeamUser, ...
def make_new_user(user_class: Type[User]) -> User:
    # ...
    return user_class()
```

Le fait que `Type[C]` soit covariant implique que toutes les sous-classes de `C` doivent implémenter la même signature de constructeur et les signatures de méthode de classe que `C`. Le vérificateur de type doit signaler les manquements à cette règle. Il doit également autoriser les appels du constructeur dans les sous-classes qui correspondent aux appels du constructeur dans la classe de base indiquée. La façon dont le vérificateur de type est tenu de traiter ce cas particulier peut changer dans les futures révisions de **PEP 484**.

Les seuls paramètres légitimes pour *`Type`* sont les classes, *`Any`*, *type variables*, et les unions de ces types. Par exemple :

```
def new_non_team_user(user_class: Type[Union[BaseUser, ProUser]]): ...
```

`Type[Any]` est équivalent à `Type` qui à son tour est équivalent à `type`, qui est la racine de la hiérarchie des métaclasses de Python.

Nouveau dans la version 3.5.2.

class typing.**Iterable**(*Generic[T_co]*)

Une version générique de *`collections.abc.Iterable`*.

class typing.**Iterator**(*Iterable[T_co]*)

Une version générique de *`collections.abc.Iterator`*.

class typing.**Reversible**(*Iterable[T_co]*)

Une version générique de *`collections.abc.Reversible`*.

class typing.**SupportsInt**

Une ABC avec une méthode abstraite `__int__`.

class typing.**SupportsFloat**

Une ABC avec une méthode abstraite `__float__`.

class typing.**SupportsComplex**

Une ABC avec une méthode abstraite `__complex__`.

class typing.**SupportsBytes**
Une ABC avec une méthode abstraite `__bytes__`.

class typing.**SupportsAbs**
Une ABC avec une méthode abstraite `__abs__` qui est covariante dans son type de retour.

class typing.**SupportsRound**
Une ABC avec une méthode abstraite `__round__` qui est covariante dans son type de retour.

class typing.**Container**(*Generic[T_co]*)
Une version générique de *collections.abc.Container*.

class typing.**Hashable**
Un alias pour *collections.abc.Hashable*

class typing.**Sized**
Un alias pour *collections.abc.Sized*

class typing.**Collection**(*Sized, Iterable[T_co], Container[T_co]*)
Une version générique de *collections.abc.Collection*
Nouveau dans la version 3.6.0.

class typing.**AbstractSet**(*Sized, Collection[T_co]*)
Une version générique de *collections.abc.Set*.

class typing.**MutableSet**(*AbstractSet[T]*)
Une version générique de *collections.abc.MutableSet*.

class typing.**Mapping**(*Sized, Collection[KT], Generic[VT_co]*)
Une version générique de *collections.abc.Mapping*. Ce type peut être utilisé comme suit :

```
def get_position_in_index(word_list: Mapping[str, int], word: str) -> int:
    return word_list[word]
```

class typing.**MutableMapping**(*Mapping[KT, VT]*)
Une version générique de *collections.abc.MutableMapping*.

class typing.**Sequence**(*Reversible[T_co], Collection[T_co]*)
Une version générique de *collections.abc.Sequence*.

class typing.**MutableSequence**(*Sequence[T]*)
Une version générique de *collections.abc.MutableSequence*.

class typing.**ByteString**(*Sequence[int]*)
Une version générique de *collections.abc.ByteString*.
This type represents the types *bytes*, *bytearray*, and *memoryview*.
Comme abréviation pour ce type, *bytes* peut être utilisé pour annoter des arguments de n'importe quel type mentionné ci-dessus.

class typing.**Deque**(*deque, MutableSequence[T]*)
Une version générique de *collections.deque*.
Nouveau dans la version 3.5.4.
Nouveau dans la version 3.6.1.

class typing.**List**(*list, MutableSequence[T]*)
Version générique de *list*. Utile pour annoter les types de retour. Pour annoter les arguments, il est préférable d'utiliser un type de collection abstraite tel que *Sequence* ou *Iterable*.
Ce type peut être utilisé comme suit :

```
T = TypeVar('T', int, float)

def vec2(x: T, y: T) -> List[T]:
    return [x, y]
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
def keep_positives(vector: Sequence[T]) -> List[T]:
    return [item for item in vector if item > 0]
```

class typing.**Set**(*set, MutableSet[T]*)
Une version générique de *builtins.set*. Utile pour annoter les types de retour. Pour annoter les arguments, il est préférable d'utiliser un type de collection abstraite tel que *AbstractSet*.

class typing.**FrozenSet**(*frozenset, AbstractSet[T_co]*)
Une version générique de *builtins.frozenset*.

class typing.**MappingView**(*Sized, Iterable[T_co]*)
Une version générique de *collections.abc.MappingView*.

class typing.**KeysView**(*MappingView[KT_co], AbstractSet[KT_co]*)
Une version générique de *collections.abc.KeysView*.

class typing.**ItemsView**(*MappingView, Generic[KT_co, VT_co]*)
Une version générique de *collections.abc.ItemsView*.

class typing.**ValuesView**(*MappingView[VT_co]*)
Une version générique de *collections.abc.ValuesView*.

class typing.**Awaitable**(*Generic[T_co]*)
Une version générique de *collections.abc.Awaitable*.
Nouveau dans la version 3.5.2.

class typing.**Coroutine**(*Awaitable[V_co], Generic[T_co T_contra, V_co]*)
Une version générique de *collections.abc.Coroutine*. La variance et l'ordre des variables de type correspondent à ceux de la classe *Generator*, par exemple :

```
from typing import List, Coroutine
c = None # type: Coroutine[List[str], str, int]
...
x = c.send('hi') # type: List[str]
async def bar() -> None:
    x = await c # type: int
```

Nouveau dans la version 3.5.3.

class typing.**AsyncIterable**(*Generic[T_co]*)
Une version générique de *collections.abc.AsyncIterable*.
Nouveau dans la version 3.5.2.

class typing.**AsyncIterator**(*AsyncIterable[T_co]*)
Une version générique de *collections.abc.AsyncIterator*.
Nouveau dans la version 3.5.2.

class typing.**ContextManager**(*Generic[T_co]*)
Une version générique de *contextlib.AbstractContextManager*.
Nouveau dans la version 3.5.4.
Nouveau dans la version 3.6.0.

class typing.**AsyncContextManager**(*Generic[T_co]*)
Une version générique de *contextlib.AbstractAsyncContextManager*.
Nouveau dans la version 3.5.4.
Nouveau dans la version 3.6.2.

class typing.**Dict**(*dict, MutableMapping[KT, VT]*)
Une version générique de *dict*. Utile pour annoter les types de retour. Pour annoter les arguments, il est préférable d'utiliser un type de collection abstraite tel que *Mapping*.
Ce type peut être utilisé comme suit :

```
def count_words(text: str) -> Dict[str, int]:
    ...
```

class typing.**DefaultDict**(*collections.defaultdict, MutableMapping[KT, VT]*)
Une version générique de *collections.defaultdict*.
Nouveau dans la version 3.5.2.

class typing.**OrderedDict**(*collections.OrderedDict, MutableMapping[KT, VT]*)
Une version générique de *collections.OrderedDict*.
Nouveau dans la version 3.7.2.

class typing.**Counter**(*collections.Counter, Dict[T, int]*)
Une version générique de *collections.Counter*.
Nouveau dans la version 3.5.4.
Nouveau dans la version 3.6.1.

class typing.**ChainMap**(*collections.ChainMap, MutableMapping[KT, VT]*)
Une version générique de *collections.ChainMap*.
Nouveau dans la version 3.5.4.
Nouveau dans la version 3.6.1.

class typing.**Generator**(*Iterator[T_co], Generic[T_co, T_contra, V_co]*)
Un générateur peut être annoté par le type générique `Generator[YieldType, SendType, ReturnType]`. Par exemple :

```
def echo_round() -> Generator[int, float, str]:
    sent = yield 0
    while sent >= 0:
        sent = yield round(sent)
    return 'Done'
```

Notez que contrairement à beaucoup d'autres génériques dans le module *typing*, le `SendType` de *Generator* se comporte de manière contravariante, pas de manière covariante ou invariante.
Si votre générateur ne donne que des valeurs, réglez les paramètres `SendType` et `ReturnType` sur `None` :

```
def infinite_stream(start: int) -> Generator[int, None, None]:
    while True:
        yield start
        start += 1
```

Alternativement, annotez votre générateur comme ayant un type de retour soit `Iterable[YieldType]` ou `Iterator[YieldType]` :

```
def infinite_stream(start: int) -> Iterator[int]:
    while True:
        yield start
        start += 1
```

class typing.**AsyncGenerator**(*AsyncIterator[T_co], Generic[T_co, T_contra]*)
Un générateur asynchrone peut être annoté par le type générique `AsyncGenerator[YieldType, SendType]`. Par exemple :

```
async def echo_round() -> AsyncGenerator[int, float]:
    sent = yield 0
    while sent >= 0.0:
        rounded = await round(sent)
        sent = yield rounded
```

Contrairement aux générateurs normaux, les générateurs asynchrones ne peuvent pas renvoyer une valeur, il n'y a donc pas de paramètre de type `ReturnType`. Comme avec *Generator*, le `SendType` se comporte de manière contravariante.
Si votre générateur ne donne que des valeurs, réglez le paramètre `SendType` sur `None` :

```
async def infinite_stream(start: int) -> AsyncGenerator[int, None]:
    while True:
        yield start
        start = await increment(start)
```

Alternativement, annotez votre générateur comme ayant un type de retour soit `AsyncIterable[YieldType]` ou `AsyncIterator[YieldType]` :

```
async def infinite_stream(start: int) -> AsyncIterator[int]:
    while True:
        yield start
        start = await increment(start)
```

Nouveau dans la version 3.6.1.

class typing.**Text**

`Text` est un alias pour `str`. Il est fourni pour obtenir une compatibilité ascendante du code Python 2 : en Python 2, `Text` est un alias pour `unicode`.

Utilisez `Text` pour indiquer qu'une valeur doit contenir une chaîne Unicode d'une manière compatible avec Python 2 et Python 3 :

```
def add_unicode_checkmark(text: Text) -> Text:
    return text + u' \u2713'
```

Nouveau dans la version 3.5.2.

class typing.**IO**
class typing.**TextIO**
class typing.**BinaryIO**

Generic type `IO[AnyStr]` and its subclasses `TextIO(IO[str])` and `BinaryIO(IO[bytes])` represent the types of I/O streams such as returned by *open()*.

class typing.**Pattern**
class typing.**Match**

These type aliases correspond to the return types from *re.compile()* and *re.match()*. These types (and the corresponding functions) are generic in `AnyStr` and can be made specific by writing `Pattern[str]`, `Pattern[bytes]`, `Match[str]`, or `Match[bytes]`.

class typing.**NamedTuple**

Version typée de *collections.namedtuple()*.

Utilisation :

```
class Employee(NamedTuple):
    name: str
    id: int
```

C'est équivalent à :

```
Employee = collections.namedtuple('Employee', ['name', 'id'])
```

Pour assigner une valeur par défaut à un champ, vous pouvez lui donner dans le corps de classe :

```
class Employee(NamedTuple):
    name: str
    id: int = 3

employee = Employee('Guido')
assert employee.id == 3
```

Les champs avec une valeur par défaut doivent venir après tous les champs sans valeur par défaut.

The resulting class has two extra attributes : `_field_types`, giving a dict mapping field names to types, and `_field_defaults`, a dict mapping field names to default values. (The field names are in the `_fields` attribute, which is part of the namedtuple API.)

Les sous-classes de `NamedTuple` peuvent aussi avoir des *docstrings* et des méthodes :

```
class Employee(NamedTuple):
    """Represents an employee."""
    name: str
    id: int = 3

    def __repr__(self) -> str:
        return f'<Employee {self.name}, id={self.id}>'
```

Utilisation rétrocompatible :

```
Employee = NamedTuple('Employee', [('name', str), ('id', int)])
```

Modifié dans la version 3.6 : Ajout de la gestion de la syntaxe d'annotation variable de la **PEP 526**.

Modifié dans la version 3.6.1 : Ajout de la prise en charge des valeurs par défaut, des méthodes et des chaînes de caractères *docstrings*.

class typing.**ForwardRef**

Une classe utilisée pour le typage interne de la représentation des références directes des chaînes de caractères. Par exemple, `Liste["SomeClass"]` est implicitement transformé en `Liste[ForwardRef("SomeClass")]`. Cette classe ne doit pas être instanciée par un utilisateur, mais peut être utilisée par des outils d'introspection.

typing.**NewType**(*typ*)

A helper function to indicate a distinct types to a typechecker, see *NewType*. At runtime it returns a function that returns its argument. Usage :

```
UserId = NewType('UserId', int)
first_user = UserId(1)
```

Nouveau dans la version 3.5.2.

typing.**cast**(*typ*, *val*)

Convertit une valeur en un type.

Ceci renvoie la valeur inchangée. Pour le vérificateur de type, cela signifie que la valeur de retour a le type désigné mais, à l'exécution, intentionnellement, rien n'est vérifié (afin que cela soit aussi rapide que possible).

typing.**get_type_hints**(*obj*[, *globals*[, *locals*]])

renvoie un dictionnaire contenant des indications de type pour une fonction, une méthode, un module ou un objet de classe.

C'est souvent équivalent à `obj.__annotations__`. De plus, les références directes encodées sous forme de chaîne littérales sont traitées en les évaluant dans les espaces de nommage `globals` et `locals`. Si nécessaire, `Optional[t]` est ajouté pour les annotations de fonction et de méthode si une valeur par défaut égale à `None` est définie. Pour une classe `C`, renvoie un dictionnaire construit en fusionnant toutes les `__annotations__` en parcourant `C.__mro__` en ordre inverse.

@typing.**overload**

Le décorateur `@overload` permet de décrire des fonctions et des méthodes qui acceptent plusieurs combinaisons différentes de types d'arguments. Une série de définitions décorées avec `overload` doit être suivie d'une seule définition non décorée de `overload` (pour la même fonction/méthode). Les définitions décorées de `@overload` ne sont destinées qu'au vérificateur de type, puisqu'elles sont écrasées par la définition non décorée de `@overload`; cette dernière, en revanche, est utilisée à l'exécution mais qu'il convient que le vérificateur de type l'ignore. Lors de l'exécution, l'appel direct d'une fonction décorée avec `@overload` lèvera *NotImplementedError*. Un exemple de surcharge qui donne un type plus précis que celui qui peut être exprimé à l'aide d'une variable union ou type :

```
@overload
def process(response: None) -> None:
    ...
@overload
def process(response: int) -> Tuple[int, str]:
    ...
@overload
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
def process(response: bytes) -> str:
    ...
def process(response):
    <actual implementation>
```

Voir la **PEP 484** pour plus de détails et la comparaison avec d'autres sémantiques de typage.

`@typing.`**`no_type_check`**

Décorateur pour indiquer que les annotations ne sont pas des indications de type.

Cela fonctionne en tant que classe ou fonction *décoratrice*. Avec une classe, elle s'applique récursivement à toutes les méthodes définies dans cette classe (mais pas aux méthodes définies dans ses superclasses ou sous-classes).

Cela fait muter la ou les fonctions en place.

`@typing.`**`no_type_check_decorator`**

Décorateur pour donner à un autre décorateur l'effet *`no_type_check()`*.

Ceci enveloppe le décorateur avec quelque chose qui enveloppe la fonction décorée dans *`no_type_check()`*.

`@typing.`**`type_check_only`**

Décorateur pour marquer une classe ou une fonction comme étant indisponible au moment de l'exécution.

Ce décorateur n'est pas disponible à l'exécution. Il est principalement destiné à marquer les classes qui sont définies dans des fichiers séparés d'annotations de type (*type stub file*, en anglais) si une implémentation renvoie une instance d'une classe privée :

```
@type_check_only
class Response:  # private or not available at runtime
    code: int
    def get_header(self, name: str) -> str: ...

def fetch_response() -> Response: ...
```

Notez qu'il n'est pas recommandé de renvoyer les instances des classes privées. Il est généralement préférable de rendre ces classes publiques.

`typing.`**`Any`**

Type spécial indiquant un type non contraint.

— Chaque type est compatible avec *`Any`*.

— *`Any`* est compatible avec tous les types.

`typing.`**`NoReturn`**

Type spécial indiquant qu'une fonction ne renvoie rien. Par exemple :

```
from typing import NoReturn

def stop() -> NoReturn:
    raise RuntimeError('no way')
```

Nouveau dans la version 3.5.4.

Nouveau dans la version 3.6.2.

`typing.`**`Union`**

Type « union » ; `Union[X, Y]` signifie X ou Y.

Pour définir une union, utilisez par exemple `Union[int, str]`. Détail :

— Les arguments doivent être des types et il doit y en avoir au moins un.

— Les unions d'unions sont aplanies, par exemple :

```
Union[Union[int, str], float] == Union[int, str, float]
```

— Les unions d'un seul argument disparaissent, par exemple :

```
Union[int] == int  # The constructor actually returns int
```

— Les arguments redondants sont ignorés, par exemple :

```
Union[int, str, int] == Union[int, str]
```

— Lors de la comparaison d'unions, l'ordre des arguments est ignoré, par exemple :

```
Union[int, str] == Union[str, int]
```

— Vous ne pouvez pas sous-classer ou instancier une union.
— Vous ne pouvez pas écrire `Union[X][Y]`.
— Vous pouvez utiliser l'abréviation `Optional[X]` pour `Union[X, None]`.

Modifié dans la version 3.7 : Ne supprime pas les sous-classes explicites des unions à l'exécution.

typing.**Optional**

Type « optionnel ».

`Optional[X]` équivaut à `Union[X, None]`.

Notez que ce n'est pas le même concept qu'un argument optionnel, qui est un argument qui possède une valeur par défaut. Un argument optionnel (qui a une valeur par défaut) ne nécessite pas, à ce titre, le qualificatif `Optional` sur son annotation de type. Par exemple :

```
def foo(arg: int = 0) -> None:
    ...
```

Par contre, si une valeur explicite de `None` est permise, l'utilisation de `Optional` est appropriée, que l'argument soit facultatif ou non. Par exemple :

```
def foo(arg: Optional[int] = None) -> None:
    ...
```

typing.**Tuple**

Tuple type ; `Tuple[X, Y]` is the type of a tuple of two items with the first item of type X and the second of type Y. The type of the empty tuple can be written as `Tuple[()]`.

Exemple : `Tuple[T1, T2]` est une paire correspondant aux variables de type `T1` et `T2`. `Tuple[int, float, str]` est un triplet composé d'un entier, d'un flottant et d'une chaîne de caractères.

Pour spécifier un n-uplet de longueur variable et de type homogène, utilisez une ellipse, par exemple `Tuple[int, ...]`. Un n-uplet *Tuple* est équivalent à `Tuple[Any, ...]` et, à son tour, à *tuple*.

typing.**Callable**

Type Appelable. `Callable[[int], str]` est une fonction de type `(int) -> str`.

La syntaxe de sélection (*subscription* en anglais) doit toujours être utilisée avec exactement deux valeurs : la liste d'arguments et le type de retour. La liste d'arguments doit être une liste de types ou une ellipse ; il doit y avoir un seul type de retour.

Il n'y a pas de syntaxe pour indiquer les arguments optionnels ou les arguments par mots-clés ; de tels types de fonctions sont rarement utilisés comme types de rappel. `Callable[..., ReturnType]` (ellipse) peut être utilisé pour annoter le type d'un appelable, prenant un nombre quelconque d'arguments et renvoyant `ReturnType`. Un simple *Callable* est équivalent à `Callable[..., Any]` et, à son tour, à *collections.abc.Callable*.

typing.**ClassVar**

Construction de type particulière pour indiquer les variables de classe.

Telle qu'introduite dans la **PEP 526**, une annotation de variable enveloppée dans ClassVar indique qu'un attribut donné est destiné à être utilisé comme une variable de classe et ne doit pas être défini sur des instances de cette classe. Utilisation :

```
class Starship:
    stats: ClassVar[Dict[str, int]] = {} # class variable
    damage: int = 10                     # instance variable
```

ClassVar n'accepte que les types et ne peut plus être dérivé.

ClassVar n'est pas une classe en soi, et ne devrait pas être utilisée avec *isinstance()* ou *issubclass()*. *ClassVar* ne modifie pas le comportement d'exécution Python, mais il peut être utilisé par des vérificateurs tiers. Par exemple, un vérificateur de type peut marquer le code suivant comme une erreur :

```
enterprise_d = Starship(3000)
enterprise_d.stats = {} # Error, setting class variable on instance
Starship.stats = {}     # This is OK
```

Nouveau dans la version 3.5.3.

typing.**AnyStr**

`AnyStr` est une variable de type définie comme `AnyStr = TypeVar('AnyStr', str, bytes)`.

Cela est destiné à être utilisé pour des fonctions qui peuvent accepter n'importe quel type de chaîne de caractères sans permettre à différents types de chaînes de caractères de se mélanger. Par exemple :

```
def concat(a: AnyStr, b: AnyStr) -> AnyStr:
    return a + b

concat(u"foo", u"bar")  # Ok, output has type 'unicode'
concat(b"foo", b"bar")  # Ok, output has type 'bytes'
concat(u"foo", b"bar")  # Error, cannot mix unicode and bytes
```

typing.**TYPE_CHECKING**

Constante spéciale qui vaut `True` pour les vérificateurs de type statiques tiers et `False` à l'exécution. Utilisation :

```
if TYPE_CHECKING:
    import expensive_mod

def fun(arg: 'expensive_mod.SomeType') -> None:
    local_var: expensive_mod.AnotherType = other_fun()
```

Note that the first type annotation must be enclosed in quotes, making it a "forward reference", to hide the `expensive_mod` reference from the interpreter runtime. Type annotations for local variables are not evaluated, so the second annotation does not need to be enclosed in quotes.

Nouveau dans la version 3.5.2.

27.2 pydoc — Générateur de documentation et système d'aide en ligne

Code source : Lib/pydoc.py

Le module *pydoc* génère automatiquement de la documentation à partir de modules Python. La documentation peut se présenter sous forme de pages de texte dans la console, rendue dans un navigateur web, ou sauvegardée dans des fichiers HTML.

Pour les modules, classes, fonctions et méthodes, la documentation affichée est tirée de la *docstring* (c.à.d de l'attribut `__doc__`) de l'objet et ce, de manière récursive pour les membres qui peuvent être documentés. S'il n'y a pas de *docstring*, *pydoc* essaie d'obtenir une description à partir du bloc de commentaires juste au-dessus de la définition de la classe, fonction ou méthode du fichier source, ou en haut du module (voir *inspect.getcomments()*).

La fonction native *help()* appelle le système d'aide en ligne dans l'interpréteur Python qui utilise *pydoc* pour générer sa documentation sous forme textuelle dans la console. Cette même documentation peut aussi être consultée à l'extérieur de l'interpréteur Python en lançant **pydoc** dans le terminal du système d'exploitation. Par exemple en lançant

```
pydoc sys
```

dans un terminal, cela affiche la documentation du module *sys* dans un style similaire à la commande Unix **man**. On peut passer comme argument à **pydoc** le nom d'une fonction, d'un module, d'un paquet, ou une référence pointant vers une classe, une méthode, ou une fonction dans un module ou dans un paquet. Si l'argument passé à **pydoc** est un chemin (c.à.d qu'il contient des séparateurs de chemin tels que la barre oblique / dans Unix), et fait référence à un fichier source Python existant, alors la documentation est générée pour ce fichier.

Note : Afin de trouver des objets et leur documentation, *pydoc* importe le ou les modules à documenter. Par conséquent tout code au niveau du module sera exécuté à cette occasion. Utiliser `if __name__ == '__main__':` évite d'exécuter du code lorsqu'un fichier est appelé directement et non pas importé.

Lorsque l'on affiche une sortie sur la console, **pydoc** essaye de créer une pagination pour faciliter la lecture. Si la variable d'environnement PAGER est configurée, **pydoc** utilise sa valeur comme programme de pagination.

Ajouter une option `-w` avant l'argument entraine l'enregistrement de la documentation HTML générée dans un fichier du répertoire courant au lieu de l'afficher dans la console.

Ajouter une option `-w` avant l'argument cherche les lignes de résumé de tous les modules disponibles pour le mot clé donné comme argument, ceci à la manière de la commande Unix **man**. Les lignes de résumé d'un module sont les premières lignes de sa *docstring*.

Vous pouvez aussi utiliser **pydoc** pour lancer un serveur HTTP sur votre machine locale qui rendra la documentation consultable sur votre navigateur Web. **pydoc -p 1234** lancera un serveur HTTP sur le port 1234, permettant de consulter la documentation à l'adresse `http://localhost:1234/` dans votre navigateur web préféré. En précisant `0` comme numéro de port, un port non utilisé sera aléatoirement alloué.

pydoc -n <hostname> démarre le serveur en écoutant sur le port donné en argument. Par défaut le nom d'hôte est *localhost* mais si vous voulez que le serveur soit joignable par d'autres machines, vous avez la possibilité de changer le nom de l'hôte auquel le serveur répond. Dans le développement, c'est particulièrement utile si vous souhaitez exécuter **pydoc** depuis un conteneur.

pydoc -b démarre le serveur et ouvrira en plus un navigateur web vers une page d'index de module. Chaque page affichée a une barre de navigation en haut où vous pouvez *Obtenir* de l'aide sur un élément individuel, *Rechercher* tous les modules avec un mot-clé dans leur ligne de résumé, et aller dans les pages *Index des modules*, *Thèmes* et *Mots clés*.

Quand **pydoc** génère de la documentation, il utilise l'environnement et le chemin courant pour localiser les modules. Ainsi, en invoquant les documents **pydoc spam** en précisant la version du module, vous obtenez le même résultat qu'en lançant l'interpréteur Python et en tapant la commande `import spam`.

La documentation des modules principaux est supposée être hébergée sur `https://docs.python.org/X.Y/library/` et `https://docs.python.org/fr/X.Y/library` pour la version française, où `X` et `Y` sont les versions respectivement majeures et mineures de l'interpréteur Python. Ces valeurs peuvent être redéfinies en configurant la variable d'environnement PYTHONDOCS sur une URL différente ou un répertoire local contenant les pages du manuel de la bibliothèque de référence.

Modifié dans la version 3.2 : Ajout de l'option `-b`.

Modifié dans la version 3.3 : Suppression de l'option `-g`.

Modifié dans la version 3.4 : *pydoc* utilise à présent *inspect.signature()* plutôt que *inspect.getfullargspec()* pour extraire les informations de signatures des *callables*.

Modifié dans la version 3.7 : Ajout de l'option `-n`.

27.3 doctest --- Test interactive Python examples

Source code : Lib/doctest.py

The *doctest* module searches for pieces of text that look like interactive Python sessions, and then executes those sessions to verify that they work exactly as shown. There are several common ways to use doctest :

- To check that a module's docstrings are up-to-date by verifying that all interactive examples still work as documented.
- To perform regression testing by verifying that interactive examples from a test file or a test object work as expected.
- To write tutorial documentation for a package, liberally illustrated with input-output examples. Depending on whether the examples or the expository text are emphasized, this has the flavor of "literate testing" or "executable documentation".

Here's a complete but small example module :

```
"""
This is the "example" module.

The example module supplies one function, factorial().  For example,

>>> factorial(5)
120
"""

def factorial(n):
    """Return the factorial of n, an exact integer >= 0.

    >>> [factorial(n) for n in range(6)]
    [1, 1, 2, 6, 24, 120]
    >>> factorial(30)
    265252859812191058636308480000000
    >>> factorial(-1)
    Traceback (most recent call last):
        ...
    ValueError: n must be >= 0

    Factorials of floats are OK, but the float must be an exact integer:
    >>> factorial(30.1)
    Traceback (most recent call last):
        ...
    ValueError: n must be exact integer
    >>> factorial(30.0)
    265252859812191058636308480000000

    It must also not be ridiculously large:
    >>> factorial(1e100)
    Traceback (most recent call last):
        ...
    OverflowError: n too large
    """

    import math
    if not n >= 0:
        raise ValueError("n must be >= 0")
    if math.floor(n) != n:
        raise ValueError("n must be exact integer")
    if n+1 == n:  # catch a value like 1e300
        raise OverflowError("n too large")
    result = 1
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
    factor = 2
    while factor <= n:
        result *= factor
        factor += 1
    return result


if __name__ == "__main__":
    import doctest
    doctest.testmod()
```

If you run `example.py` directly from the command line, *doctest* works its magic :

```
$ python example.py
$
```

There's no output ! That's normal, and it means all the examples worked. Pass `-v` to the script, and *doctest* prints a detailed log of what it's trying, and prints a summary at the end :

```
$ python example.py -v
Trying:
    factorial(5)
Expecting:
    120
ok
Trying:
    [factorial(n) for n in range(6)]
Expecting:
    [1, 1, 2, 6, 24, 120]
ok
```

And so on, eventually ending with :

```
Trying:
    factorial(1e100)
Expecting:
    Traceback (most recent call last):
        ...
    OverflowError: n too large
ok
2 items passed all tests:
   1 tests in __main__
   8 tests in __main__.factorial
9 tests in 2 items.
9 passed and 0 failed.
Test passed.
$
```

That's all you need to know to start making productive use of *doctest* ! Jump in. The following sections provide full details. Note that there are many examples of doctests in the standard Python test suite and libraries. Especially useful examples can be found in the standard test file `Lib/test/test_doctest.py`.

27.3.1 Simple Usage : Checking Examples in Docstrings

The simplest way to start using doctest (but not necessarily the way you'll continue to do it) is to end each module `M` with :

```
if __name__ == "__main__":
    import doctest
    doctest.testmod()
```

doctest then examines docstrings in module `M`.

Running the module as a script causes the examples in the docstrings to get executed and verified :

```
python M.py
```

This won't display anything unless an example fails, in which case the failing example(s) and the cause(s) of the failure(s) are printed to stdout, and the final line of output is `***Test Failed*** N failures.`, where *N* is the number of examples that failed.

Run it with the `-v` switch instead :

```
python M.py -v
```

and a detailed report of all examples tried is printed to standard output, along with assorted summaries at the end.

You can force verbose mode by passing `verbose=True` to *testmod()*, or prohibit it by passing `verbose=False`. In either of those cases, `sys.argv` is not examined by *testmod()* (so passing `-v` or not has no effect).

There is also a command line shortcut for running *testmod()*. You can instruct the Python interpreter to run the doctest module directly from the standard library and pass the module name(s) on the command line :

```
python -m doctest -v example.py
```

This will import `example.py` as a standalone module and run *testmod()* on it. Note that this may not work correctly if the file is part of a package and imports other submodules from that package.

For more information on *testmod()*, see section *Basic API*.

27.3.2 Simple Usage : Checking Examples in a Text File

Another simple application of doctest is testing interactive examples in a text file. This can be done with the *testfile()* function :

```
import doctest
doctest.testfile("example.txt")
```

That short script executes and verifies any interactive Python examples contained in the file `example.txt`. The file content is treated as if it were a single giant docstring ; the file doesn't need to contain a Python program ! For example, perhaps `example.txt` contains this :

```
The ``example`` module
======================

Using ``factorial``
-------------------

This is an example text file in reStructuredText format.  First import
``factorial`` from the ``example`` module:

    >>> from example import factorial

```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
Now use it:

    >>> factorial(6)
    120
```

Running `doctest.testfile("example.txt")` then finds the error in this documentation :

```
File "./example.txt", line 14, in example.txt
Failed example:
    factorial(6)
Expected:
    120
Got:
    720
```

As with *testmod()*, *testfile()* won't display anything unless an example fails. If an example does fail, then the failing example(s) and the cause(s) of the failure(s) are printed to stdout, using the same format as *testmod()*.

By default, *testfile()* looks for files in the calling module's directory. See section *Basic API* for a description of the optional arguments that can be used to tell it to look for files in other locations.

Like *testmod()*, *testfile()*'s verbosity can be set with the `-v` command-line switch or with the optional keyword argument *verbose*.

There is also a command line shortcut for running *testfile()*. You can instruct the Python interpreter to run the doctest module directly from the standard library and pass the file name(s) on the command line :

```
python -m doctest -v example.txt
```

Because the file name does not end with `.py`, *doctest* infers that it must be run with *testfile()*, not *testmod()*.

For more information on *testfile()*, see section *Basic API*.

27.3.3 How It Works

This section examines in detail how doctest works : which docstrings it looks at, how it finds interactive examples, what execution context it uses, how it handles exceptions, and how option flags can be used to control its behavior. This is the information that you need to know to write doctest examples ; for information about actually running doctest on these examples, see the following sections.

Which Docstrings Are Examined ?

The module docstring, and all function, class and method docstrings are searched. Objects imported into the module are not searched.

In addition, if `M.__test__` exists and "is true", it must be a dict, and each entry maps a (string) name to a function object, class object, or string. Function and class object docstrings found from `M.__test__` are searched, and strings are treated as if they were docstrings. In output, a key `K` in `M.__test__` appears with name

```
<name of M>.__test__.K
```

Any classes found are recursively searched similarly, to test docstrings in their contained methods and nested classes.

CPython implementation detail : Prior to version 3.4, extension modules written in C were not fully searched by doctest.

How are Docstring Examples Recognized ?

In most cases a copy-and-paste of an interactive console session works fine, but doctest isn't trying to do an exact emulation of any specific Python shell.

```
>>> # comments are ignored
>>> x = 12
>>> x
12
>>> if x == 13:
...     print("yes")
... else:
...     print("no")
...     print("NO")
...     print("NO!!!")
...
no
NO
NO!!!
>>>
```

Any expected output must immediately follow the final `'>>> '` or `'... '` line containing the code, and the expected output (if any) extends to the next `'>>> '` or all-whitespace line.

The fine print :

- Expected output cannot contain an all-whitespace line, since such a line is taken to signal the end of expected output. If expected output does contain a blank line, put `<BLANKLINE>` in your doctest example each place a blank line is expected.
- All hard tab characters are expanded to spaces, using 8-column tab stops. Tabs in output generated by the tested code are not modified. Because any hard tabs in the sample output *are* expanded, this means that if the code output includes hard tabs, the only way the doctest can pass is if the *NORMALIZE_WHITESPACE* option or *directive* is in effect. Alternatively, the test can be rewritten to capture the output and compare it to an expected value as part of the test. This handling of tabs in the source was arrived at through trial and error, and has proven to be the least error prone way of handling them. It is possible to use a different algorithm for handling tabs by writing a custom *DocTestParser* class.
- Output to stdout is captured, but not output to stderr (exception tracebacks are captured via a different means).
- If you continue a line via backslashing in an interactive session, or for any other reason use a backslash, you should use a raw docstring, which will preserve your backslashes exactly as you type them :

  ```
  >>> def f(x):
  ...     r'''Backslashes in a raw docstring: m\n'''
  >>> print(f.__doc__)
  Backslashes in a raw docstring: m\n
  ```

  Otherwise, the backslash will be interpreted as part of the string. For example, the `\n` above would be interpreted as a newline character. Alternatively, you can double each backslash in the doctest version (and not use a raw string) :

  ```
  >>> def f(x):
  ...     '''Backslashes in a raw docstring: m\\n'''
  >>> print(f.__doc__)
  Backslashes in a raw docstring: m\n
  ```

- The starting column doesn't matter :

  ```
  >>> assert "Easy!"
        >>> import math
            >>> math.floor(1.9)
            1
  ```

  and as many leading whitespace characters are stripped from the expected output as appeared in the initial `'>>> '` line that started the example.

What's the Execution Context?

By default, each time *doctest* finds a docstring to test, it uses a *shallow copy* of M's globals, so that running tests doesn't change the module's real globals, and so that one test in M can't leave behind crumbs that accidentally allow another test to work. This means examples can freely use any names defined at top-level in M, and names defined earlier in the docstring being run. Examples cannot see names defined in other docstrings.

You can force use of your own dict as the execution context by passing `globs=your_dict` to *testmod()* or *testfile()* instead.

What About Exceptions?

No problem, provided that the traceback is the only output produced by the example : just paste in the traceback. [1] Since tracebacks contain details that are likely to change rapidly (for example, exact file paths and line numbers), this is one case where doctest works hard to be flexible in what it accepts.

Simple example :

```
>>> [1, 2, 3].remove(42)
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
ValueError: list.remove(x): x not in list
```

That doctest succeeds if *ValueError* is raised, with the `list.remove(x): x not in list` detail as shown.

The expected output for an exception must start with a traceback header, which may be either of the following two lines, indented the same as the first line of the example :

```
Traceback (most recent call last):
Traceback (innermost last):
```

The traceback header is followed by an optional traceback stack, whose contents are ignored by doctest. The traceback stack is typically omitted, or copied verbatim from an interactive session.

The traceback stack is followed by the most interesting part : the line(s) containing the exception type and detail. This is usually the last line of a traceback, but can extend across multiple lines if the exception has a multi-line detail :

```
>>> raise ValueError('multi\n    line\ndetail')
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
ValueError: multi
    line
detail
```

The last three lines (starting with *ValueError*) are compared against the exception's type and detail, and the rest are ignored.

Best practice is to omit the traceback stack, unless it adds significant documentation value to the example. So the last example is probably better as :

```
>>> raise ValueError('multi\n    line\ndetail')
Traceback (most recent call last):
    ...
ValueError: multi
    line
detail
```

1. Examples containing both expected output and an exception are not supported. Trying to guess where one ends and the other begins is too error-prone, and that also makes for a confusing test.

Note that tracebacks are treated very specially. In particular, in the rewritten example, the use of `...` is independent of doctest's *ELLIPSIS* option. The ellipsis in that example could be left out, or could just as well be three (or three hundred) commas or digits, or an indented transcript of a Monty Python skit.

Some details you should read once, but won't need to remember :

— Doctest can't guess whether your expected output came from an exception traceback or from ordinary printing. So, e.g., an example that expects `ValueError: 42 is prime` will pass whether *ValueError* is actually raised or if the example merely prints that traceback text. In practice, ordinary output rarely begins with a traceback header line, so this doesn't create real problems.

— Each line of the traceback stack (if present) must be indented further than the first line of the example, *or* start with a non-alphanumeric character. The first line following the traceback header indented the same and starting with an alphanumeric is taken to be the start of the exception detail. Of course this does the right thing for genuine tracebacks.

— When the *IGNORE_EXCEPTION_DETAIL* doctest option is specified, everything following the leftmost colon and any module information in the exception name is ignored.

— The interactive shell omits the traceback header line for some *SyntaxError*s. But doctest uses the traceback header line to distinguish exceptions from non-exceptions. So in the rare case where you need to test a *SyntaxError* that omits the traceback header, you will need to manually add the traceback header line to your test example.

— For some *SyntaxError*s, Python displays the character position of the syntax error, using a ^ marker :

```
>>> 1 1
  File "<stdin>", line 1
    1 1
      ^
SyntaxError: invalid syntax
```

Since the lines showing the position of the error come before the exception type and detail, they are not checked by doctest. For example, the following test would pass, even though it puts the ^ marker in the wrong location :

```
>>> 1 1
  File "<stdin>", line 1
    1 1
    ^
SyntaxError: invalid syntax
```

Option Flags

A number of option flags control various aspects of doctest's behavior. Symbolic names for the flags are supplied as module constants, which can be bitwise ORed together and passed to various functions. The names can also be used in *doctest directives*, and may be passed to the doctest command line interface via the `-o` option.

Nouveau dans la version 3.4 : The `-o` command line option.

The first group of options define test semantics, controlling aspects of how doctest decides whether actual output matches an example's expected output :

`doctest.`**DONT_ACCEPT_TRUE_FOR_1**

By default, if an expected output block contains just `1`, an actual output block containing just `1` or just `True` is considered to be a match, and similarly for `0` versus `False`. When *DONT_ACCEPT_TRUE_FOR_1* is specified, neither substitution is allowed. The default behavior caters to that Python changed the return type of many functions from integer to boolean ; doctests expecting "little integer" output still work in these cases. This option will probably go away, but not for several years.

`doctest.`**DONT_ACCEPT_BLANKLINE**

By default, if an expected output block contains a line containing only the string `<BLANKLINE>`, then that line will match a blank line in the actual output. Because a genuinely blank line delimits the expected output, this is the only way to communicate that a blank line is expected. When *DONT_ACCEPT_BLANKLINE* is specified, this substitution is not allowed.

doctest.**NORMALIZE_WHITESPACE**
When specified, all sequences of whitespace (blanks and newlines) are treated as equal. Any sequence of whitespace within the expected output will match any sequence of whitespace within the actual output. By default, whitespace must match exactly. *NORMALIZE_WHITESPACE* is especially useful when a line of expected output is very long, and you want to wrap it across multiple lines in your source.

doctest.**ELLIPSIS**
When specified, an ellipsis marker (`...`) in the expected output can match any substring in the actual output. This includes substrings that span line boundaries, and empty substrings, so it's best to keep usage of this simple. Complicated uses can lead to the same kinds of "oops, it matched too much!" surprises that `.*` is prone to in regular expressions.

doctest.**IGNORE_EXCEPTION_DETAIL**
When specified, an example that expects an exception passes if an exception of the expected type is raised, even if the exception detail does not match. For example, an example expecting `ValueError: 42` will pass if the actual exception raised is `ValueError: 3*14`, but will fail, e.g., if *TypeError* is raised.

It will also ignore the module name used in Python 3 doctest reports. Hence both of these variations will work with the flag specified, regardless of whether the test is run under Python 2.7 or Python 3.2 (or later versions) :

```
>>> raise CustomError('message')
Traceback (most recent call last):
CustomError: message

>>> raise CustomError('message')
Traceback (most recent call last):
my_module.CustomError: message
```

Note that *ELLIPSIS* can also be used to ignore the details of the exception message, but such a test may still fail based on whether or not the module details are printed as part of the exception name. Using *IGNORE_EXCEPTION_DETAIL* and the details from Python 2.3 is also the only clear way to write a doctest that doesn't care about the exception detail yet continues to pass under Python 2.3 or earlier (those releases do not support *doctest directives* and ignore them as irrelevant comments). For example :

```
>>> (1, 2)[3] = 'moo'
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
TypeError: object doesn't support item assignment
```

passes under Python 2.3 and later Python versions with the flag specified, even though the detail changed in Python 2.4 to say "does not" instead of "doesn't".

Modifié dans la version 3.2 : *IGNORE_EXCEPTION_DETAIL* now also ignores any information relating to the module containing the exception under test.

doctest.**SKIP**
When specified, do not run the example at all. This can be useful in contexts where doctest examples serve as both documentation and test cases, and an example should be included for documentation purposes, but should not be checked. E.g., the example's output might be random ; or the example might depend on resources which would be unavailable to the test driver.

The SKIP flag can also be used for temporarily "commenting out" examples.

doctest.**COMPARISON_FLAGS**
A bitmask or'ing together all the comparison flags above.

The second group of options controls how test failures are reported :

doctest.**REPORT_UDIFF**
When specified, failures that involve multi-line expected and actual outputs are displayed using a unified diff.

doctest.**REPORT_CDIFF**
When specified, failures that involve multi-line expected and actual outputs will be displayed using a context diff.

doctest.**REPORT_NDIFF**
When specified, differences are computed by `difflib.Differ`, using the same algorithm as the popular

ndiff.py utility. This is the only method that marks differences within lines as well as across lines. For example, if a line of expected output contains digit 1 where actual output contains letter l, a line is inserted with a caret marking the mismatching column positions.

doctest.**REPORT_ONLY_FIRST_FAILURE**
When specified, display the first failing example in each doctest, but suppress output for all remaining examples. This will prevent doctest from reporting correct examples that break because of earlier failures ; but it might also hide incorrect examples that fail independently of the first failure. When *REPORT_ONLY_FIRST_FAILURE* is specified, the remaining examples are still run, and still count towards the total number of failures reported ; only the output is suppressed.

doctest.**FAIL_FAST**
When specified, exit after the first failing example and don't attempt to run the remaining examples. Thus, the number of failures reported will be at most 1. This flag may be useful during debugging, since examples after the first failure won't even produce debugging output.

The doctest command line accepts the option -f as a shorthand for -o FAIL_FAST.

Nouveau dans la version 3.4.

doctest.**REPORTING_FLAGS**
A bitmask or'ing together all the reporting flags above.

There is also a way to register new option flag names, though this isn't useful unless you intend to extend *doctest* internals via subclassing :

doctest.**register_optionflag**(*name*)
Create a new option flag with a given name, and return the new flag's integer value. *register_optionflag()* can be used when subclassing *OutputChecker* or *DocTestRunner* to create new options that are supported by your subclasses. *register_optionflag()* should always be called using the following idiom :

```
MY_FLAG = register_optionflag('MY_FLAG')
```

Directives

Doctest directives may be used to modify the *option flags* for an individual example. Doctest directives are special Python comments following an example's source code :

```
directive             ::=   "#" "doctest:" directive_options
directive_options     ::=   directive_option ("," directive_option)\*
directive_option      ::=   on_or_off directive_option_name
on_or_off             ::=   "+" \| "-"
directive_option_name ::=   "DONT_ACCEPT_BLANKLINE" \| "NORMALIZE_WHITESPACE" \| ...
```

Whitespace is not allowed between the + or − and the directive option name. The directive option name can be any of the option flag names explained above.

An example's doctest directives modify doctest's behavior for that single example. Use + to enable the named behavior, or − to disable it.

For example, this test passes :

```
>>> print(list(range(20)))
[0,   1,  2,  3,  4,  5,  6,  7,  8,  9,
10,  11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19]
```

Without the directive it would fail, both because the actual output doesn't have two blanks before the single-digit list elements, and because the actual output is on a single line. This test also passes, and also requires a directive to do so :

```
>>> print(list(range(20)))
[0, 1, ..., 18, 19]
```

Multiple directives can be used on a single physical line, separated by commas :

```
>>> print(list(range(20)))
[0,    1, ...,   18,    19]
```

If multiple directive comments are used for a single example, then they are combined :

```
>>> print(list(range(20)))
...
[0,    1, ...,   18,    19]
```

As the previous example shows, you can add `...` lines to your example containing only directives. This can be useful when an example is too long for a directive to comfortably fit on the same line :

```
>>> print(list(range(5)) + list(range(10, 20)) + list(range(30, 40)))
...
[0, ..., 4, 10, ..., 19, 30, ..., 39]
```

Note that since all options are disabled by default, and directives apply only to the example they appear in, enabling options (via + in a directive) is usually the only meaningful choice. However, option flags can also be passed to functions that run doctests, establishing different defaults. In such cases, disabling an option via − in a directive can be useful.

Avertissements

doctest is serious about requiring exact matches in expected output. If even a single character doesn't match, the test fails. This will probably surprise you a few times, as you learn exactly what Python does and doesn't guarantee about output. For example, when printing a set, Python doesn't guarantee that the element is printed in any particular order, so a test like

```
>>> foo()
{"Hermione", "Harry"}
```

is vulnerable ! One workaround is to do

```
>>> foo() == {"Hermione", "Harry"}
True
```

instead. Another is to do

```
>>> d = sorted(foo())
>>> d
['Harry', 'Hermione']
```

Note : Before Python 3.6, when printing a dict, Python did not guarantee that the key-value pairs was printed in any particular order.

There are others, but you get the idea.

Another bad idea is to print things that embed an object address, like

```
>>> id(1.0) # certain to fail some of the time
7948648
>>> class C: pass
>>> C()   # the default repr() for instances embeds an address
<__main__.C instance at 0x00AC18F0>
```

The *ELLIPSIS* directive gives a nice approach for the last example :

```
>>> C()
<__main__.C instance at 0x...>
```

Floating-point numbers are also subject to small output variations across platforms, because Python defers to the platform C library for float formatting, and C libraries vary widely in quality here.

```
>>> 1./7  # risky
0.14285714285714285
>>> print(1./7) # safer
0.142857142857
>>> print(round(1./7, 6)) # much safer
0.142857
```

Numbers of the form `I/2.**J` are safe across all platforms, and I often contrive doctest examples to produce numbers of that form :

```
>>> 3./4  # utterly safe
0.75
```

Simple fractions are also easier for people to understand, and that makes for better documentation.

27.3.4 Basic API

The functions *testmod()* and *testfile()* provide a simple interface to doctest that should be sufficient for most basic uses. For a less formal introduction to these two functions, see sections *Simple Usage : Checking Examples in Docstrings* and *Simple Usage : Checking Examples in a Text File*.

doctest.**testfile**(*filename*, *module_relative=True*, *name=None*, *package=None*, *globs=None*, *verbose=None*, *report=True*, *optionflags=0*, *extraglobs=None*, *raise_on_error=False*, *parser=DocTestParser()*, *encoding=None*)

All arguments except *filename* are optional, and should be specified in keyword form.

Test examples in the file named *filename*. Return `(failure_count, test_count)`.

Optional argument *module_relative* specifies how the filename should be interpreted :

— If *module_relative* is `True` (the default), then *filename* specifies an OS-independent module-relative path. By default, this path is relative to the calling module's directory ; but if the *package* argument is specified, then it is relative to that package. To ensure OS-independence, *filename* should use `/` characters to separate path segments, and may not be an absolute path (i.e., it may not begin with `/`).

— If *module_relative* is `False`, then *filename* specifies an OS-specific path. The path may be absolute or relative ; relative paths are resolved with respect to the current working directory.

Optional argument *name* gives the name of the test ; by default, or if `None`, `os.path.basename(filename)` is used.

Optional argument *package* is a Python package or the name of a Python package whose directory should be used as the base directory for a module-relative filename. If no package is specified, then the calling module's directory is used as the base directory for module-relative filenames. It is an error to specify *package* if *module_relative* is `False`.

Optional argument *globs* gives a dict to be used as the globals when executing examples. A new shallow copy of this dict is created for the doctest, so its examples start with a clean slate. By default, or if `None`, a new empty dict is used.

Optional argument *extraglobs* gives a dict merged into the globals used to execute examples. This works like *dict.update()* : if *globs* and *extraglobs* have a common key, the associated value in *extraglobs* appears in the combined dict. By default, or if `None`, no extra globals are used. This is an advanced feature that allows parameterization of doctests. For example, a doctest can be written for a base class, using a generic name for the class, then reused to test any number of subclasses by passing an *extraglobs* dict mapping the generic name to the subclass to be tested.

Optional argument *verbose* prints lots of stuff if true, and prints only failures if false ; by default, or if `None`, it's true if and only if `'-v'` is in `sys.argv`.

Optional argument *report* prints a summary at the end when true, else prints nothing at the end. In verbose mode, the summary is detailed, else the summary is very brief (in fact, empty if all tests passed).

Optional argument *optionflags* (default value 0) takes the bitwise OR of option flags. See section *Option Flags*.

Optional argument *raise_on_error* defaults to false. If true, an exception is raised upon the first failure or unexpected exception in an example. This allows failures to be post-mortem debugged. Default behavior is to continue running examples.

Optional argument *parser* specifies a `DocTestParser` (or subclass) that should be used to extract tests from the files. It defaults to a normal parser (i.e., `DocTestParser()`).

Optional argument *encoding* specifies an encoding that should be used to convert the file to unicode.

`doctest.`**`testmod`**(*m=None*, *name=None*, *globs=None*, *verbose=None*, *report=True*, *optionflags=0*, *extraglobs=None*, *raise_on_error=False*, *exclude_empty=False*)

All arguments are optional, and all except for *m* should be specified in keyword form.

Test examples in docstrings in functions and classes reachable from module *m* (or module `__main__` if *m* is not supplied or is `None`), starting with `m.__doc__`.

Also test examples reachable from dict `m.__test__`, if it exists and is not `None`. `m.__test__` maps names (strings) to functions, classes and strings; function and class docstrings are searched for examples; strings are searched directly, as if they were docstrings.

Only docstrings attached to objects belonging to module *m* are searched.

Return `(failure_count, test_count)`.

Optional argument *name* gives the name of the module; by default, or if `None`, `m.__name__` is used.

Optional argument *exclude_empty* defaults to false. If true, objects for which no doctests are found are excluded from consideration. The default is a backward compatibility hack, so that code still using `doctest.master.summarize()` in conjunction with `testmod()` continues to get output for objects with no tests. The *exclude_empty* argument to the newer `DocTestFinder` constructor defaults to true.

Optional arguments *extraglobs*, *verbose*, *report*, *optionflags*, *raise_on_error*, and *globs* are the same as for function `testfile()` above, except that *globs* defaults to `m.__dict__`.

`doctest.`**`run_docstring_examples`**(*f*, *globs*, *verbose=False*, *name="NoName"*, *compileflags=None*, *optionflags=0*)

Test examples associated with object *f*; for example, *f* may be a string, a module, a function, or a class object.

A shallow copy of dictionary argument *globs* is used for the execution context.

Optional argument *name* is used in failure messages, and defaults to `"NoName"`.

If optional argument *verbose* is true, output is generated even if there are no failures. By default, output is generated only in case of an example failure.

Optional argument *compileflags* gives the set of flags that should be used by the Python compiler when running the examples. By default, or if `None`, flags are deduced corresponding to the set of future features found in *globs*.

Optional argument *optionflags* works as for function `testfile()` above.

27.3.5 Unittest API

As your collection of doctest'ed modules grows, you'll want a way to run all their doctests systematically. `doctest` provides two functions that can be used to create `unittest` test suites from modules and text files containing doctests. To integrate with `unittest` test discovery, include a `load_tests()` function in your test module :

```
import unittest
import doctest
import my_module_with_doctests

def load_tests(loader, tests, ignore):
    tests.addTests(doctest.DocTestSuite(my_module_with_doctests))
    return tests
```

There are two main functions for creating `unittest.TestSuite` instances from text files and modules with doctests :

doctest.**DocFileSuite**(**paths*, *module_relative=True*, *package=None*, *setUp=None*, *tearDown=None*, *globs=None*, *optionflags=0*, *parser=DocTestParser()*, *encoding=None*)

Convert doctest tests from one or more text files to a `unittest.TestSuite`.

The returned `unittest.TestSuite` is to be run by the unittest framework and runs the interactive examples in each file. If an example in any file fails, then the synthesized unit test fails, and a `failureException` exception is raised showing the name of the file containing the test and a (sometimes approximate) line number.

Pass one or more paths (as strings) to text files to be examined.

Options may be provided as keyword arguments :

Optional argument *module_relative* specifies how the filenames in *paths* should be interpreted :

— If *module_relative* is `True` (the default), then each filename in *paths* specifies an OS-independent module-relative path. By default, this path is relative to the calling module's directory ; but if the *package* argument is specified, then it is relative to that package. To ensure OS-independence, each filename should use `/` characters to separate path segments, and may not be an absolute path (i.e., it may not begin with `/`).

— If *module_relative* is `False`, then each filename in *paths* specifies an OS-specific path. The path may be absolute or relative ; relative paths are resolved with respect to the current working directory.

Optional argument *package* is a Python package or the name of a Python package whose directory should be used as the base directory for module-relative filenames in *paths*. If no package is specified, then the calling module's directory is used as the base directory for module-relative filenames. It is an error to specify *package* if *module_relative* is `False`.

Optional argument *setUp* specifies a set-up function for the test suite. This is called before running the tests in each file. The *setUp* function will be passed a `DocTest` object. The setUp function can access the test globals as the *globs* attribute of the test passed.

Optional argument *tearDown* specifies a tear-down function for the test suite. This is called after running the tests in each file. The *tearDown* function will be passed a `DocTest` object. The setUp function can access the test globals as the *globs* attribute of the test passed.

Optional argument *globs* is a dictionary containing the initial global variables for the tests. A new copy of this dictionary is created for each test. By default, *globs* is a new empty dictionary.

Optional argument *optionflags* specifies the default doctest options for the tests, created by or-ing together individual option flags. See section *Option Flags*. See function `set_unittest_reportflags()` below for a better way to set reporting options.

Optional argument *parser* specifies a `DocTestParser` (or subclass) that should be used to extract tests from the files. It defaults to a normal parser (i.e., `DocTestParser()`).

Optional argument *encoding* specifies an encoding that should be used to convert the file to unicode.

The global `__file__` is added to the globals provided to doctests loaded from a text file using `DocFileSuite()`.

doctest.**DocTestSuite**(*module=None*, *globs=None*, *extraglobs=None*, *test_finder=None*, *setUp=None*, *tearDown=None*, *checker=None*)

Convert doctest tests for a module to a `unittest.TestSuite`.

The returned `unittest.TestSuite` is to be run by the unittest framework and runs each doctest in the module. If any of the doctests fail, then the synthesized unit test fails, and a `failureException` exception is raised showing the name of the file containing the test and a (sometimes approximate) line number.

Optional argument *module* provides the module to be tested. It can be a module object or a (possibly dotted) module name. If not specified, the module calling this function is used.

Optional argument *globs* is a dictionary containing the initial global variables for the tests. A new copy of this dictionary is created for each test. By default, *globs* is a new empty dictionary.

Optional argument *extraglobs* specifies an extra set of global variables, which is merged into *globs*. By default, no extra globals are used.

Optional argument *test_finder* is the `DocTestFinder` object (or a drop-in replacement) that is used to extract doctests from the module.

Optional arguments *setUp*, *tearDown*, and *optionflags* are the same as for function `DocFileSuite()` above.

This function uses the same search technique as `testmod()`.

Modifié dans la version 3.5 : `DocTestSuite()` returns an empty `unittest.TestSuite` if *module* contains no docstrings instead of raising `ValueError`.

Under the covers, *DocTestSuite()* creates a *unittest.TestSuite* out of doctest.DocTestCase instances, and DocTestCase is a subclass of *unittest.TestCase*. DocTestCase isn't documented here (it's an internal detail), but studying its code can answer questions about the exact details of *unittest* integration.

Similarly, *DocFileSuite()* creates a *unittest.TestSuite* out of doctest.DocFileCase instances, and DocFileCase is a subclass of DocTestCase.

So both ways of creating a *unittest.TestSuite* run instances of DocTestCase. This is important for a subtle reason : when you run *doctest* functions yourself, you can control the *doctest* options in use directly, by passing option flags to *doctest* functions. However, if you're writing a *unittest* framework, *unittest* ultimately controls when and how tests get run. The framework author typically wants to control *doctest* reporting options (perhaps, e.g., specified by command line options), but there's no way to pass options through *unittest* to *doctest* test runners.

For this reason, *doctest* also supports a notion of *doctest* reporting flags specific to *unittest* support, via this function :

doctest.**set_unittest_reportflags**(*flags*)

Set the *doctest* reporting flags to use.

Argument *flags* takes the bitwise OR of option flags. See section *Option Flags*. Only "reporting flags" can be used.

This is a module-global setting, and affects all future doctests run by module *unittest* : the runTest() method of DocTestCase looks at the option flags specified for the test case when the DocTestCase instance was constructed. If no reporting flags were specified (which is the typical and expected case), *doctest*'s *unittest* reporting flags are bitwise ORed into the option flags, and the option flags so augmented are passed to the *DocTestRunner* instance created to run the doctest. If any reporting flags were specified when the DocTestCase instance was constructed, *doctest*'s *unittest* reporting flags are ignored.

The value of the *unittest* reporting flags in effect before the function was called is returned by the function.

27.3.6 Advanced API

The basic API is a simple wrapper that's intended to make doctest easy to use. It is fairly flexible, and should meet most users' needs ; however, if you require more fine-grained control over testing, or wish to extend doctest's capabilities, then you should use the advanced API.

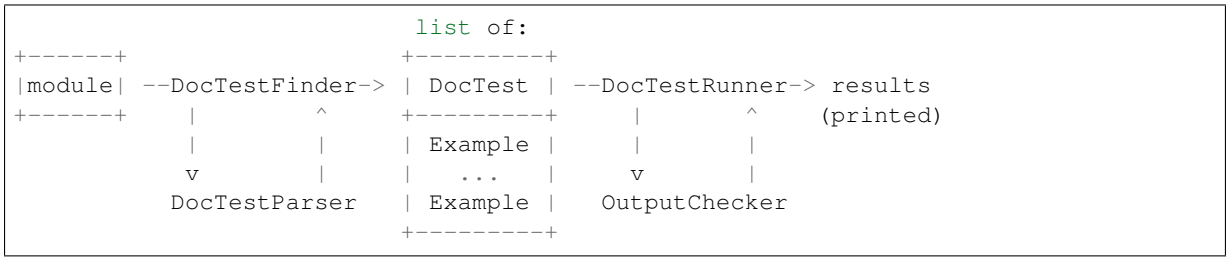
The advanced API revolves around two container classes, which are used to store the interactive examples extracted from doctest cases :

- *Example* : A single Python *statement*, paired with its expected output.
- *DocTest* : A collection of *Example*s, typically extracted from a single docstring or text file.

Additional processing classes are defined to find, parse, and run, and check doctest examples :

- *DocTestFinder* : Finds all docstrings in a given module, and uses a *DocTestParser* to create a *DocTest* from every docstring that contains interactive examples.
- *DocTestParser* : Creates a *DocTest* object from a string (such as an object's docstring).
- *DocTestRunner* : Executes the examples in a *DocTest*, and uses an *OutputChecker* to verify their output.
- *OutputChecker* : Compares the actual output from a doctest example with the expected output, and decides whether they match.

The relationships among these processing classes are summarized in the following diagram :



DocTest Objects

class doctest.**DocTest**(*examples*, *globs*, *name*, *filename*, *lineno*, *docstring*)

A collection of doctest examples that should be run in a single namespace. The constructor arguments are used to initialize the attributes of the same names.

DocTest defines the following attributes. They are initialized by the constructor, and should not be modified directly.

examples

A list of *Example* objects encoding the individual interactive Python examples that should be run by this test.

globs

The namespace (aka globals) that the examples should be run in. This is a dictionary mapping names to values. Any changes to the namespace made by the examples (such as binding new variables) will be reflected in *globs* after the test is run.

name

A string name identifying the *DocTest*. Typically, this is the name of the object or file that the test was extracted from.

filename

The name of the file that this *DocTest* was extracted from; or `None` if the filename is unknown, or if the *DocTest* was not extracted from a file.

lineno

The line number within *filename* where this *DocTest* begins, or `None` if the line number is unavailable. This line number is zero-based with respect to the beginning of the file.

docstring

The string that the test was extracted from, or `None` if the string is unavailable, or if the test was not extracted from a string.

Example Objects

class doctest.**Example**(*source*, *want*, *exc_msg=None*, *lineno=0*, *indent=0*, *options=None*)

A single interactive example, consisting of a Python statement and its expected output. The constructor arguments are used to initialize the attributes of the same names.

Example defines the following attributes. They are initialized by the constructor, and should not be modified directly.

source

A string containing the example's source code. This source code consists of a single Python statement, and always ends with a newline; the constructor adds a newline when necessary.

want

The expected output from running the example's source code (either from stdout, or a traceback in case of exception). *want* ends with a newline unless no output is expected, in which case it's an empty string. The constructor adds a newline when necessary.

exc_msg

The exception message generated by the example, if the example is expected to generate an exception; or `None` if it is not expected to generate an exception. This exception message is compared against the return value of *traceback.format_exception_only()*. *exc_msg* ends with a newline unless it's `None`. The constructor adds a newline if needed.

lineno

The line number within the string containing this example where the example begins. This line number is zero-based with respect to the beginning of the containing string.

indent

The example's indentation in the containing string, i.e., the number of space characters that precede the example's first prompt.

options

A dictionary mapping from option flags to `True` or `False`, which is used to override default options for this example. Any option flags not contained in this dictionary are left at their default value (as specified by the *DocTestRunner*'s `optionflags`). By default, no options are set.

DocTestFinder objects

class doctest.**DocTestFinder**(*verbose=False*, *parser=DocTestParser()*, *recurse=True*, *exclude_empty=True*)

A processing class used to extract the *DocTest*s that are relevant to a given object, from its docstring and the docstrings of its contained objects. *DocTest*s can be extracted from modules, classes, functions, methods, staticmethods, classmethods, and properties.

The optional argument *verbose* can be used to display the objects searched by the finder. It defaults to `False` (no output).

The optional argument *parser* specifies the *DocTestParser* object (or a drop-in replacement) that is used to extract doctests from docstrings.

If the optional argument *recurse* is false, then *DocTestFinder.find()* will only examine the given object, and not any contained objects.

If the optional argument *exclude_empty* is false, then *DocTestFinder.find()* will include tests for objects with empty docstrings.

DocTestFinder defines the following method :

find(*obj[, name][, module][, globs][, extraglobs]*)

Return a list of the *DocTest*s that are defined by *obj*'s docstring, or by any of its contained objects' docstrings.

The optional argument *name* specifies the object's name ; this name will be used to construct names for the returned *DocTest*s. If *name* is not specified, then `obj.__name__` is used.

The optional parameter *module* is the module that contains the given object. If the module is not specified or is `None`, then the test finder will attempt to automatically determine the correct module. The object's module is used :

— As a default namespace, if *globs* is not specified.
— To prevent the DocTestFinder from extracting DocTests from objects that are imported from other modules. (Contained objects with modules other than *module* are ignored.)
— To find the name of the file containing the object.
— To help find the line number of the object within its file.

If *module* is `False`, no attempt to find the module will be made. This is obscure, of use mostly in testing doctest itself : if *module* is `False`, or is `None` but cannot be found automatically, then all objects are considered to belong to the (non-existent) module, so all contained objects will (recursively) be searched for doctests.

The globals for each *DocTest* is formed by combining *globs* and *extraglobs* (bindings in *extraglobs* override bindings in *globs*). A new shallow copy of the globals dictionary is created for each *DocTest*. If *globs* is not specified, then it defaults to the module's *__dict__*, if specified, or `{}` otherwise. If *extraglobs* is not specified, then it defaults to `{}`.

DocTestParser objects

class doctest.**DocTestParser**

A processing class used to extract interactive examples from a string, and use them to create a *DocTest* object.

DocTestParser defines the following methods :

get_doctest(*string*, *globs*, *name*, *filename*, *lineno*)

Extract all doctest examples from the given string, and collect them into a *DocTest* object.

globs, *name*, *filename*, and *lineno* are attributes for the new *DocTest* object. See the documentation for *DocTest* for more information.

get_examples(*string*, *name='<string>'*)

Extract all doctest examples from the given string, and return them as a list of *Example* objects. Line numbers are 0-based. The optional argument *name* is a name identifying this string, and is only used for error messages.

parse(*string*, *name='<string>'*)

Divide the given string into examples and intervening text, and return them as a list of alternating *Example*s and strings. Line numbers for the *Example*s are 0-based. The optional argument *name* is a name identifying this string, and is only used for error messages.

DocTestRunner objects

class doctest.**DocTestRunner**(*checker=None*, *verbose=None*, *optionflags=0*)

A processing class used to execute and verify the interactive examples in a *DocTest*.

The comparison between expected outputs and actual outputs is done by an *OutputChecker*. This comparison may be customized with a number of option flags; see section *Option Flags* for more information. If the option flags are insufficient, then the comparison may also be customized by passing a subclass of *OutputChecker* to the constructor.

The test runner's display output can be controlled in two ways. First, an output function can be passed to `TestRunner.run()`; this function will be called with strings that should be displayed. It defaults to `sys.stdout.write`. If capturing the output is not sufficient, then the display output can be also customized by subclassing DocTestRunner, and overriding the methods *report_start()*, *report_success()*, *report_unexpected_exception()*, and *report_failure()*.

The optional keyword argument *checker* specifies the *OutputChecker* object (or drop-in replacement) that should be used to compare the expected outputs to the actual outputs of doctest examples.

The optional keyword argument *verbose* controls the *DocTestRunner*'s verbosity. If *verbose* is `True`, then information is printed about each example, as it is run. If *verbose* is `False`, then only failures are printed. If *verbose* is unspecified, or `None`, then verbose output is used iff the command-line switch `-v` is used.

The optional keyword argument *optionflags* can be used to control how the test runner compares expected output to actual output, and how it displays failures. For more information, see section *Option Flags*.

DocTestParser defines the following methods :

report_start(*out*, *test*, *example*)

Report that the test runner is about to process the given example. This method is provided to allow subclasses of *DocTestRunner* to customize their output; it should not be called directly.

example is the example about to be processed. *test* is the test *containing example*. *out* is the output function that was passed to *DocTestRunner.run()*.

report_success(*out*, *test*, *example*, *got*)

Report that the given example ran successfully. This method is provided to allow subclasses of *DocTestRunner* to customize their output; it should not be called directly.

example is the example about to be processed. *got* is the actual output from the example. *test* is the test containing *example*. *out* is the output function that was passed to *DocTestRunner.run()*.

report_failure(*out*, *test*, *example*, *got*)

Report that the given example failed. This method is provided to allow subclasses of *DocTestRunner* to customize their output; it should not be called directly.

example is the example about to be processed. *got* is the actual output from the example. *test* is the test containing *example*. *out* is the output function that was passed to *DocTestRunner.run()*.

report_unexpected_exception(*out*, *test*, *example*, *exc_info*)

Report that the given example raised an unexpected exception. This method is provided to allow subclasses of *DocTestRunner* to customize their output; it should not be called directly.

example is the example about to be processed. *exc_info* is a tuple containing information about the unexpected exception (as returned by *sys.exc_info()*). *test* is the test containing *example*. *out* is the output function that was passed to *DocTestRunner.run()*.

run(*test*, *compileflags=None*, *out=None*, *clear_globs=True*)

Run the examples in *test* (a *DocTest* object), and display the results using the writer function *out*.

The examples are run in the namespace `test.globs`. If *clear_globs* is true (the default), then this namespace will be cleared after the test runs, to help with garbage collection. If you would like to examine the namespace after the test completes, then use *clear_globs=False*.

compileflags gives the set of flags that should be used by the Python compiler when running the examples. If not specified, then it will default to the set of future-import flags that apply to *globs*.

The output of each example is checked using the *DocTestRunner*'s output checker, and the results are formatted by the `DocTestRunner.report_*()` methods.

summarize(*verbose=None*)

Print a summary of all the test cases that have been run by this DocTestRunner, and return a *named tuple* `TestResults(failed, attempted)`.

The optional *verbose* argument controls how detailed the summary is. If the verbosity is not specified, then the *DocTestRunner*'s verbosity is used.

OutputChecker objects

class doctest.**OutputChecker**

A class used to check the whether the actual output from a doctest example matches the expected output. *OutputChecker* defines two methods : *check_output()*, which compares a given pair of outputs, and returns `True` if they match ; and *output_difference()*, which returns a string describing the differences between two outputs.

OutputChecker defines the following methods :

check_output(*want*, *got*, *optionflags*)

Return `True` iff the actual output from an example (*got*) matches the expected output (*want*). These strings are always considered to match if they are identical ; but depending on what option flags the test runner is using, several non-exact match types are also possible. See section *Option Flags* for more information about option flags.

output_difference(*example*, *got*, *optionflags*)

Return a string describing the differences between the expected output for a given example (*example*) and the actual output (*got*). *optionflags* is the set of option flags used to compare *want* and *got*.

27.3.7 Debugging

Doctest provides several mechanisms for debugging doctest examples :

— Several functions convert doctests to executable Python programs, which can be run under the Python debugger, *pdb*.

— The *DebugRunner* class is a subclass of *DocTestRunner* that raises an exception for the first failing example, containing information about that example. This information can be used to perform post-mortem debugging on the example.

— The *unittest* cases generated by *DocTestSuite()* support the *debug()* method defined by *unittest.TestCase*.

— You can add a call to *pdb.set_trace()* in a doctest example, and you'll drop into the Python debugger when that line is executed. Then you can inspect current values of variables, and so on. For example, suppose `a.py` contains just this module docstring :

```
"""
>>> def f(x):
...     g(x*2)
>>> def g(x):
...     print(x+3)
...     import pdb; pdb.set_trace()
>>> f(3)
9
"""
```

Then an interactive Python session may look like this :

```
>>> import a, doctest
>>> doctest.testmod(a)
--Return--
> <doctest a[1]>(3)g()->None
-> import pdb; pdb.set_trace()
(Pdb) list
  1     def g(x):
  2         print(x+3)
  3  ->     import pdb; pdb.set_trace()
[EOF]
(Pdb) p x
6
(Pdb) step
--Return--
> <doctest a[0]>(2)f()->None
-> g(x*2)
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
(Pdb) list
  1     def f(x):
  2  ->     g(x*2)
[EOF]
(Pdb) p x
3
(Pdb) step
--Return--
> <doctest a[2]>(1)?()->None
-> f(3)
(Pdb) cont
(0, 3)
>>>
```

Functions that convert doctests to Python code, and possibly run the synthesized code under the debugger :

`doctest.`**`script_from_examples`**(*s*)

Convert text with examples to a script.

Argument *s* is a string containing doctest examples. The string is converted to a Python script, where doctest examples in *s* are converted to regular code, and everything else is converted to Python comments. The generated script is returned as a string. For example,

```
import doctest
print(doctest.script_from_examples(r"""
    Set x and y to 1 and 2.
    >>> x, y = 1, 2

    Print their sum:
    >>> print(x+y)
    3
"""))
```

displays :

```
# Set x and y to 1 and 2.
x, y = 1, 2
#
# Print their sum:
print(x+y)
# Expected:
## 3
```

This function is used internally by other functions (see below), but can also be useful when you want to transform an interactive Python session into a Python script.

`doctest.`**`testsource`**(*module*, *name*)

Convert the doctest for an object to a script.

Argument *module* is a module object, or dotted name of a module, containing the object whose doctests are of interest. Argument *name* is the name (within the module) of the object with the doctests of interest. The result is a string, containing the object's docstring converted to a Python script, as described for *`script_from_examples()`* above. For example, if module `a.py` contains a top-level function `f()`, then

```
import a, doctest
print(doctest.testsource(a, "a.f"))
```

prints a script version of function `f()`'s docstring, with doctests converted to code, and the rest placed in comments.

`doctest.`**`debug`**(*module*, *name*, *pm=False*)

Debug the doctests for an object.

The *module* and *name* arguments are the same as for function *`testsource()`* above. The synthesized Python script for the named object's docstring is written to a temporary file, and then that file is run under the control

of the Python debugger, *pdb*.

A shallow copy of `module.__dict__` is used for both local and global execution context.

Optional argument *pm* controls whether post-mortem debugging is used. If *pm* has a true value, the script file is run directly, and the debugger gets involved only if the script terminates via raising an unhandled exception. If it does, then post-mortem debugging is invoked, via *pdb.post_mortem()*, passing the traceback object from the unhandled exception. If *pm* is not specified, or is false, the script is run under the debugger from the start, via passing an appropriate *exec()* call to *pdb.run()*.

`doctest.`**`debug_src`**(*src*, *pm=False*, *globs=None*)

Debug the doctests in a string.

This is like function *debug()* above, except that a string containing doctest examples is specified directly, via the *src* argument.

Optional argument *pm* has the same meaning as in function *debug()* above.

Optional argument *globs* gives a dictionary to use as both local and global execution context. If not specified, or `None`, an empty dictionary is used. If specified, a shallow copy of the dictionary is used.

The *DebugRunner* class, and the special exceptions it may raise, are of most interest to testing framework authors, and will only be sketched here. See the source code, and especially *DebugRunner*'s docstring (which is a doctest !) for more details :

`class` `doctest.`**`DebugRunner`**(*checker=None*, *verbose=None*, *optionflags=0*)

A subclass of *DocTestRunner* that raises an exception as soon as a failure is encountered. If an unexpected exception occurs, an *UnexpectedException* exception is raised, containing the test, the example, and the original exception. If the output doesn't match, then a *DocTestFailure* exception is raised, containing the test, the example, and the actual output.

For information about the constructor parameters and methods, see the documentation for *DocTestRunner* in section *Advanced API*.

There are two exceptions that may be raised by *DebugRunner* instances :

`exception` `doctest.`**`DocTestFailure`**(*test*, *example*, *got*)

An exception raised by *DocTestRunner* to signal that a doctest example's actual output did not match its expected output. The constructor arguments are used to initialize the attributes of the same names.

DocTestFailure defines the following attributes :

`DocTestFailure.`**`test`**

The *DocTest* object that was being run when the example failed.

`DocTestFailure.`**`example`**

The *Example* that failed.

`DocTestFailure.`**`got`**

The example's actual output.

`exception` `doctest.`**`UnexpectedException`**(*test*, *example*, *exc_info*)

An exception raised by *DocTestRunner* to signal that a doctest example raised an unexpected exception. The constructor arguments are used to initialize the attributes of the same names.

UnexpectedException defines the following attributes :

`UnexpectedException.`**`test`**

The *DocTest* object that was being run when the example failed.

`UnexpectedException.`**`example`**

The *Example* that failed.

`UnexpectedException.`**`exc_info`**

A tuple containing information about the unexpected exception, as returned by *sys.exc_info()*.

27.3.8 Soapbox

As mentioned in the introduction, *doctest* has grown to have three primary uses :

1. Checking examples in docstrings.
2. Regression testing.
3. Executable documentation / literate testing.

These uses have different requirements, and it is important to distinguish them. In particular, filling your docstrings with obscure test cases makes for bad documentation.

When writing a docstring, choose docstring examples with care. There's an art to this that needs to be learned---it may not be natural at first. Examples should add genuine value to the documentation. A good example can often be worth many words. If done with care, the examples will be invaluable for your users, and will pay back the time it takes to collect them many times over as the years go by and things change. I'm still amazed at how often one of my *doctest* examples stops working after a "harmless" change.

Doctest also makes an excellent tool for regression testing, especially if you don't skimp on explanatory text. By interleaving prose and examples, it becomes much easier to keep track of what's actually being tested, and why. When a test fails, good prose can make it much easier to figure out what the problem is, and how it should be fixed. It's true that you could write extensive comments in code-based testing, but few programmers do. Many have found that using doctest approaches instead leads to much clearer tests. Perhaps this is simply because doctest makes writing prose a little easier than writing code, while writing comments in code is a little harder. I think it goes deeper than just that : the natural attitude when writing a doctest-based test is that you want to explain the fine points of your software, and illustrate them with examples. This in turn naturally leads to test files that start with the simplest features, and logically progress to complications and edge cases. A coherent narrative is the result, instead of a collection of isolated functions that test isolated bits of functionality seemingly at random. It's a different attitude, and produces different results, blurring the distinction between testing and explaining.

Regression testing is best confined to dedicated objects or files. There are several options for organizing tests :

— Write text files containing test cases as interactive examples, and test the files using *testfile()* or *DocFileSuite()*. This is recommended, although is easiest to do for new projects, designed from the start to use doctest.

— Define functions named `_regrtest_topic` that consist of single docstrings, containing test cases for the named topics. These functions can be included in the same file as the module, or separated out into a separate test file.

— Define a `__test__` dictionary mapping from regression test topics to docstrings containing test cases.

When you have placed your tests in a module, the module can itself be the test runner. When a test fails, you can arrange for your test runner to re-run only the failing doctest while you debug the problem. Here is a minimal example of such a test runner :

```
if __name__ == '__main__':
    import doctest
    flags = doctest.REPORT_NDIFF|doctest.FAIL_FAST
    if len(sys.argv) > 1:
        name = sys.argv[1]
        if name in globals():
            obj = globals()[name]
        else:
            obj = __test__[name]
        doctest.run_docstring_examples(obj, globals(), name=name,
                                       optionflags=flags)
    else:
        fail, total = doctest.testmod(optionflags=flags)
        print("{} failures out of {} tests".format(fail, total))
```

Notes

27.4 `unittest` — *Framework* de tests unitaires

Code source : Lib/unittest/__init__.py

(Si vous êtes déjà familier des concepts de base concernant les tests, vous pouvez souhaiter passer à *la liste des méthodes*.)

Le cadre applicatif de tests unitaires `unittest` était au départ inspiré par *JUnit* et ressemble aux principaux *frameworks* de tests unitaires des autres langages. Il gère l'automatisation des tests, le partage de code pour la mise en place et la finalisation des tests, l'agrégation de tests en collections, et l'indépendance des tests par rapport au *framework* utilisé.

Pour y parvenir, `unittest` gère quelques concepts importants avec une approche orientée objet :

aménagement de test (*fixture*) Un *aménagement de test (*fixture**)* désigne la préparation nécessaire au déroulement d'un ou plusieurs tests, et toutes les actions de nettoyage associées. Cela peut concerner, par exemple, la création de bases de données temporaires ou mandataires, de répertoires, ou le démarrage d'un processus serveur.

scénario de test Un *scénario de test* est l'élément de base des tests. Il attend une réponse spécifique pour un ensemble particulier d'entrées. `unittest` fournit une classe de base, `TestCase`, qui peut être utilisée pour créer de nouveaux scénarios de test.

suite de tests Une *suite de tests* est une collection de scénarios de test, de suites de tests ou les deux. Cela sert à regrouper les tests qui devraient être exécutés ensemble.

lanceur de tests Un *lanceur de tests* est un composant qui orchestre l'exécution des tests et fournit le résultat pour l'utilisateur. Le lanceur peut utiliser une interface graphique, une interface textuelle, ou renvoie une valeur spéciale pour indiquer les résultats de l'exécution des tests.

Voir aussi :

Module `doctest` Un autre module de test adoptant une approche très différente.

Simple Smalltalk Testing : With Patterns Le papier originel de Kent Beck sur les *frameworks* de test utilisant le modèle sur lequel s'appuie `unittest`.

pytest Third-party unittest framework with a lighter-weight syntax for writing tests. For example, `assert func(10) == 42`.

The Python Testing Tools Taxonomy Une liste étendue des outils de test pour Python comprenant des *frameworks* de tests fonctionnels et des bibliothèques d'objets simulés (*mocks*).

Testing in Python Mailing List Un groupe de discussion dédié aux tests, et outils de test, en Python.

Le script `Tools/unittestgui/unittestgui.py` dans la distribution source de Python est un outil avec une interface graphique pour découvrir et exécuter des tests. Il est principalement conçu pour être facile d'emploi pour les débutants en matière de tests unitaires. Pour les environnements de production il est recommandé que les tests soient pilotés par un système d'intégration continue comme Buildbot, Jenkins ou Hudson.

27.4.1 Exemple basique

Le module `unittest` fournit un riche ensemble d'outils pour construire et lancer des tests. Cette section montre qu'une petite partie des outils suffit pour satisfaire les besoins de la plupart des utilisateurs.

Voici un court script pour tester trois méthodes de *string* :

```
import unittest

class TestStringMethods(unittest.TestCase):

    def test_upper(self):
        self.assertEqual('foo'.upper(), 'FOO')

    def test_isupper(self):
        self.assertTrue('FOO'.isupper())
        self.assertFalse('Foo'.isupper())

    def test_split(self):
        s = 'hello world'
        self.assertEqual(s.split(), ['hello', 'world'])
        # check that s.split fails when the separator is not a string
        with self.assertRaises(TypeError):
            s.split(2)

if __name__ == '__main__':
    unittest.main()
```

Un scénario de test est créé comme classe-fille de *unittest.TestCase*. Les trois tests individuels sont définis par des méthodes dont les noms commencent par les lettres `test`. Cette convention de nommage signale au lanceur de tests quelles méthodes sont des tests.

Le cœur de chaque test est un appel à *assertEqual()* pour vérifier un résultat attendu ; *assertTrue()* ou *assertFalse()* pour vérifier une condition ; ou *assertRaises()* pour vérifier qu'une exception particulière est levée. Ces méthodes sont utilisées à la place du mot-clé `assert` pour que le lanceur de tests puisse récupérer les résultats de tous les tests et produire un rapport.

Les méthodes *setUp()* et *tearDown()* vous autorisent à définir des instructions qui seront exécutées avant et après chaque méthode test. Elles sont davantage détaillées dans la section *Organiser le code de test*.

Le bloc final montre une manière simple de lancer les tests. *unittest.main()* fournit une interface en ligne de commande pour le script de test. Lorsqu'il est lancé en ligne de commande, le script ci-dessus produit une sortie qui ressemble à ceci :

```
...
----------------------------------------------------------------------
Ran 3 tests in 0.000s

OK
```

Passer l'option `-v` à votre script de test informera *unittest.main()* qu'il doit fournir un niveau plus important de détails, et produit la sortie suivante :

```
test_isupper (__main__.TestStringMethods) ... ok
test_split (__main__.TestStringMethods) ... ok
test_upper (__main__.TestStringMethods) ... ok

----------------------------------------------------------------------
Ran 3 tests in 0.001s

OK
```

Les exemples ci-dessus montrent les fonctionnalités d'*unittest* les plus communément utilisées et qui sont suffisantes pour couvrir les besoins courants en matière de test. Le reste de la documentation explore l'ensemble complet des fonctionnalités depuis les premiers principes.

27.4.2 Interface en ligne de commande

Le module *unittest* est utilisable depuis la ligne de commande pour exécuter des tests à partir de modules, de classes ou même de méthodes de test individuelles :

```
python -m unittest test_module1 test_module2
python -m unittest test_module.TestClass
python -m unittest test_module.TestClass.test_method
```

La commande accepte en argument une liste de n'importe quelle combinaison de noms de modules et de noms de classes ou de méthodes entièrement qualifiés.

Les modules de test peuvent également être spécifiés par un chemin de fichier :

```
python -m unittest tests/test_something.py
```

Cette fonctionnalité permet d'utiliser la complétion de l'interpréteur de commandes système (*le shell*) pour spécifier le module de test. Le chemin est converti en nom de module en supprimant le `.py` et en convertissant les séparateurs de chemin en '.'. Si vous voulez exécuter un fichier test qui n'est pas importable en tant que module, exécutez directement le fichier.

Pour obtenir plus de détails lors de l'exécution utilisez l'option *-v* (plus de verbosité) :

```
python -m unittest -v test_module
```

Quand la commande est exécutée sans arguments *Découverte des tests* est lancée :

```
python -m unittest
```

Pour afficher la liste de toutes les options de la commande utilisez l'option *-h* :

```
python -m unittest -h
```

Modifié dans la version 3.2 : Dans les versions antérieures, il était seulement possible d'exécuter des méthodes de test individuelles et non des modules ou des classes.

Options de la ligne de commande

Le programme : *unittest* gère ces options de la ligne de commande :

-b, --buffer
Les flux de sortie et d'erreur standards sont mis en mémoire tampon pendant l'exécution des tests. L'affichage produit par un test réussi n'est pas pris en compte. Les sorties d'affichages d'un test en échec ou en erreur sont conservés et ajoutés aux messages d'erreur.

-c, --catch
Utiliser `Control-C` pendant l'exécution des tests attend que le test en cours se termine, puis affiche tous les résultats obtenus jusqu'ici. Une seconde utilisation de `Control-C` provoque l'exception normale *`KeyboardInterrupt`*.
Voir *Signal Handling* pour les fonctions qui utilisent cette fonctionnalité.

-f, --failfast
Arrête l'exécution des tests lors du premier cas d'erreur ou d'échec.

-k
Exécute uniquement les méthodes de test et les classes qui correspondent au motif ou à la chaîne de caractères. Cette option peut être utilisée plusieurs fois ; dans ce cas, tous les tests qui correspondent aux motifs donnés sont inclus.
Les motifs qui contiennent un caractère de remplacement (`*`) sont comparés au nom du test en utilisant *`fnmatch.fnmatchcase()`* ; sinon, une recherche simple de sous chaîne respectant la casse est faite.
Les motifs sont comparés au nom de la méthode de test complètement qualifiée tel qu'importé par le chargeur de test.

Par exemple, `-k machin` retient les tests `machin_tests.UnTest.test_untruc`, `truc_tests.UnTest.test_machin`, mais pas `truc_tests.MachinTest.test_untruc`.

`--locals`
Affiche les variables locales dans les traces d'appels.

Nouveau dans la version 3.2 : Les options de ligne de commande `-b`, `-c` et `-f` ont été ajoutées.

Nouveau dans la version 3.5 : Ajout de l'option de ligne de commande `--locals`.

Nouveau dans la version 3.7 : Ajout de l'option de ligne de commande `-k`.

La ligne de commande peut également être utilisée pour découvrir les tests, pour exécuter tous les tests dans un projet ou juste un sous-ensemble.

27.4.3 Découverte des tests

Nouveau dans la version 3.2.

Unittest prend en charge une découverte simple des tests. Afin d'être compatible avec le système de découverte de tests, tous les fichiers de test doivent être des modules ou des paquets (incluant des *paquets-espaces de nommage*) importables du répertoire du projet (cela signifie que leurs noms doivent être des identifiants valables).

La découverte de tests est implémentée dans *`TestLoader.discover()`*, mais peut également être utilisée depuis la ligne de commande. Par exemple :

```
cd project_directory
python -m unittest discover
```

Note : Comme raccourci, `python -m unittest` est l'équivalent de `python -m unittest discover`. Pour passer des arguments au système de découverte des tests, la sous-commande `discover` doit être utilisée explicitement.

La sous-commande `discover` a les options suivantes :

`-v`, `--verbose`
Affichage plus détaillé

`-s`, `--start-directory` `directory`
Répertoire racine pour démarrer la découverte (`.` par défaut).

`-p`, `--pattern` `pattern`
Motif de détection des fichiers de test (`test*.py` par défaut)

`-t`, `--top-level-directory` `directory`
Dossier du premier niveau du projet (Par défaut le dossier de départ)

Les options *`-s`*, *`-p`* et *`-t`* peuvent être passées en arguments positionnels dans cet ordre. Les deux lignes de commande suivantes sont équivalentes :

```
python -m unittest discover -s project_directory -p "*_test.py"
python -m unittest discover project_directory "*_test.py"
```

Il est aussi possible de passer un nom de paquet plutôt qu'un chemin, par exemple `monprojet.souspaquet.test`, comme répertoire racine. Le nom du paquet fourni est alors importé et son emplacement sur le système de fichiers est utilisé comme répertoire racine.

Prudence : Le mécanisme de découverte charge les tests en les important. Une fois que le système a trouvé tous les fichiers de tests du répertoire de démarrage spécifié, il transforme les chemins en noms de paquets à importer. Par exemple `truc/bidule/machin.py` est importé sous `truc.bidule.machin`.

Si un paquet est installé globalement et que le mécanisme de découverte de tests est effectué sur une copie différente du paquet, l'importation *peut* se produire à partir du mauvais endroit. Si cela arrive, le système émet un avertissement et se termine.

Si vous donnez le répertoire racine sous la forme d'un nom de paquet plutôt que d'un chemin d'accès à un répertoire, alors Python suppose que l'emplacement à partir duquel il importe est l'emplacement que vous voulez, vous ne verrez donc pas l'avertissement.

Les modules de test et les paquets peuvent adapter le chargement et la découverte des tests en utilisant le protocole *load_tests protocol*.

Modifié dans la version 3.4 : La découverte de tests prend en charge *les paquets-espaces de nommage*.

27.4.4 Organiser le code de test

Les éléments de base des tests unitaires sont les *scénarios de tests* (*test cases* en anglais) --- Des scénarios uniques qui sont mis en place et exécutés pour vérifier qu'ils sont corrects. Dans `unittest`, les scénarios de test sont représentés par des instances de `unittest.TestCase`. Pour créer vos propres scénarios de test, vous devez écrire des sous-classes de `TestCase` ou utiliser `FunctionTestCase`.

Le code de test d'une instance de `TestCase` doit être entièrement autonome, de sorte qu'il puisse être exécuté soit de manière isolée, soit en combinaison arbitraire avec un nombre quelconque d'autres scénarios de test.

La sous-classe `TestCase` la plus simple va tout simplement implémenter une méthode de test (c'est-à-dire une méthode dont le nom commence par `test`) afin d'exécuter un code de test spécifique :

```
import unittest

class DefaultWidgetSizeTestCase(unittest.TestCase):
    def test_default_widget_size(self):
        widget = Widget('The widget')
        self.assertEqual(widget.size(), (50, 50))
```

Notez que pour tester quelque chose, on utilise l'une des méthodes `assert*()` fournies par la classe de base `TestCase`. Si le test échoue, une exception est levée avec un message explicatif, et `unittest` identifie ce scénario de test comme un *échec*. Toute autre exception est traitée comme une *erreur*.

Les tests peuvent être nombreux et leur mise en place peut être répétitive. Heureusement, on peut factoriser le code de mise en place en implémentant une méthode appelée `setUp()`, que le système de test appelle automatiquement pour chaque test exécuté :

```
import unittest

class WidgetTestCase(unittest.TestCase):
    def setUp(self):
        self.widget = Widget('The widget')

    def test_default_widget_size(self):
        self.assertEqual(self.widget.size(), (50,50),
                         'incorrect default size')

    def test_widget_resize(self):
        self.widget.resize(100,150)
        self.assertEqual(self.widget.size(), (100,150),
                         'wrong size after resize')
```

Note : L'ordre dans lequel les différents tests sont exécutés est déterminé en classant les noms des méthodes de test en fonction de la relation d'ordre des chaines de caractères .

Si la méthode *setUp()* lève une exception pendant l'exécution du test, le système considère que le test a subi une erreur, et la méthode test n'est pas exécutée.

De même, on peut fournir une méthode *tearDown()* qui nettoie après l'exécution de la méthode de test :

```
import unittest

class WidgetTestCase(unittest.TestCase):
    def setUp(self):
        self.widget = Widget('The widget')

    def tearDown(self):
        self.widget.dispose()
```

Si *setUp()* a réussi, *tearDown()* est exécutée, que la méthode de test ait réussi ou non.

Un tel environnement de travail pour le code de test s'appelle un *aménagement de test* (*fixture* en anglais). Une nouvelle instance de *TestCase* est créée sous la forme d'un dispositif de test unique utilisé pour exécuter chaque méthode de test individuelle. Ainsi *setUp()*, *tearDown()* et `__init__()` ne sont appelées qu'une fois par test.

Il est recommandé d'utiliser *TestCase* pour regrouper les tests en fonction des fonctionnalités qu'ils testent. *unittest* fournit un mécanisme pour cela : la *suite de tests*, représentée par *TestSuite* du module *unittest*. Dans la plupart des cas, appeler *unittest.main()* fait correctement les choses et trouve tous les scénarios de test du module pour vous et les exécute.

Cependant, si vous voulez personnaliser la construction de votre suite de tests, vous pouvez le faire vous-même :

```
def suite():
    suite = unittest.TestSuite()
    suite.addTest(WidgetTestCase('test_default_widget_size'))
    suite.addTest(WidgetTestCase('test_widget_resize'))
    return suite

if __name__ == '__main__':
    runner = unittest.TextTestRunner()
    runner.run(suite())
```

Vous pouvez placer les définitions des scénarios de test et des suites de test dans le même module que le code à tester (tel que `composant.py`), mais il y a plusieurs avantages à placer le code de test dans un module séparé, tel que `test_composant.py` :

- Le module de test peut être exécuté indépendamment depuis la ligne de commande.
- Le code de test est plus facilement séparable du code livré.
- La tentation est moins grande de changer le code de test pour l'adapter au code qu'il teste sans avoir une bonne raison.
- Le code de test doit être modifié beaucoup moins souvent que le code qu'il teste.
- Le code testé peut être réusiné plus facilement.
- Les tests pour les modules écrits en C doivent de toute façon être dans des modules séparés, alors pourquoi ne pas être cohérent ?
- Si la stratégie de test change, il n'est pas nécessaire de changer le code source.

27.4.5 Réutilisation d'ancien code de test

Certains utilisateurs constatent qu'ils ont du code de test existant qu'ils souhaitent exécuter à partir de *unittest*, sans convertir chaque ancienne fonction de test en une sous-classe de *TestCase*.

Pour cette raison, *unittest* fournit une classe *FunctionTestCase*. Cette sous-classe de *TestCase* peut être utilisée pour encapsuler une fonction de test existante. Des fonctions de mise en place (*setUp*) et de démantèlement (*tearDown*) peuvent également être fournies.

Étant donnée la fonction de test suivante :

```
def testSomething():
    something = makeSomething()
    assert something.name is not None
    # ...
```

on peut créer une instance de scénario de test équivalente, avec des méthodes optionnelles de mise en place et de démantèlement :

```
testcase = unittest.FunctionTestCase(testSomething,
                                     setUp=makeSomethingDB,
                                     tearDown=deleteSomethingDB)
```

Note : Même si la classe *FunctionTestCase* peut être utilisée pour convertir rapidement une base de test existante vers un système basé sur *unittest*, cette approche n'est pas recommandée. Prendre le temps de bien configurer les sous-classes de *TestCase* simplifiera considérablement les futurs réusinages des tests.

Dans certains cas, les tests déjà existants ont pu être écrits avec le module *doctest*. Dans ce cas, *doctest* fournit une classe `DocTestSuite` qui peut construire automatiquement des instances de la classe *unittest.TestSuite* depuis des tests basés sur le module *doctest*.

27.4.6 Ignorer des tests et des erreurs prévisibles

Nouveau dans la version 3.1.

Unittest permet d'ignorer des méthodes de test individuelles et même des classes entières de tests. De plus, il prend en charge le marquage d'un test comme étant une "erreur prévue". Un test qui est cassé et qui échoue, mais qui ne doit pas être considéré comme un échec dans la classe *TestResult*.

Ignorer un test consiste à soit utiliser le *décorateur skip()* ou une de ses variantes conditionnelles, soit appeler *TestCase.skipTest()* à l'intérieur d'une méthode *setUp()* ou de test, soit lever *SkipTest* directement.

Un exemple de tests à ignorer :

```
class MyTestCase(unittest.TestCase):

    @unittest.skip("demonstrating skipping")
    def test_nothing(self):
        self.fail("shouldn't happen")

    @unittest.skipIf(mylib.__version__ < (1, 3),
                     "not supported in this library version")
    def test_format(self):
        # Tests that work for only a certain version of the library.
        pass

    @unittest.skipUnless(sys.platform.startswith("win"), "requires Windows")
    def test_windows_support(self):
        # windows specific testing code
        pass

    def test_maybe_skipped(self):
        if not external_resource_available():
            self.skipTest("external resource not available")
        # test code that depends on the external resource
        pass
```

Ceci est le résultat de l'exécution de l'exemple ci-dessus en mode verbeux :

```
test_format (__main__.MyTestCase) ... skipped 'not supported in this library␣
↪version'
test_nothing (__main__.MyTestCase) ... skipped 'demonstrating skipping'
test_maybe_skipped (__main__.MyTestCase) ... skipped 'external resource not␣
↪available'
test_windows_support (__main__.MyTestCase) ... skipped 'requires Windows'

----------------------------------------------------------------------
Ran 4 tests in 0.005s

OK (skipped=4)
```

Les classes peuvent être ignorées tout comme les méthodes :

```
@unittest.skip("showing class skipping")
class MySkippedTestCase(unittest.TestCase):
    def test_not_run(self):
        pass
```

La méthode *TestCase.setUp()* permet également d'ignorer le test. Ceci est utile lorsqu'une ressource qui doit être configurée n'est pas disponible.

Les erreurs prévisibles utilisent le décorateur *expectedFailure()*

```
class ExpectedFailureTestCase(unittest.TestCase):
    @unittest.expectedFailure
    def test_fail(self):
        self.assertEqual(1, 0, "broken")
```

Il est facile de faire ses propres décorateurs en créant un décorateur qui appelle *skip()* sur le test que vous voulez ignorer. Par exemple, ce décorateur ignore le test à moins que l'objet passé ne possède un certain attribut :

```
def skipUnlessHasattr(obj, attr):
    if hasattr(obj, attr):
        return lambda func: func
    return unittest.skip("{!r} doesn't have {!r}".format(obj, attr))
```

Les décorateurs et exceptions suivants implémentent le système d'omission des tests et les erreurs prévisibles :

`@unittest.`**`skip`**`(`*reason*`)`
: Ignore sans condition le test décoré. *La raison* doit décrire la raison pour laquelle le test est omis.

`@unittest.`**`skipIf`**`(`*condition*, *reason*`)`
: Ignore le test décoré si la *condition* est vraie.

`@unittest.`**`skipUnless`**`(`*condition*, *reason*`)`
: Ignore le test décoré sauf si la *condition* est vraie.

`@unittest.`**`expectedFailure`**
: Marque le test comme étant un erreur attendue. Si le test échoue il est considéré comme un succès. S'il passe, il est considéré comme étant en échec.

`exception` `unittest.`**`SkipTest`**`(`*reason*`)`
: Cette exception est levée pour ignorer un test.

  Habituellement, on utilise *TestCase.skipTest()* ou l'un des décorateurs d'omission au lieu de le lever une exception directement.

Les tests ignorés ne lancent ni *setUp()* ni *tearDown()*. Les classes ignorées ne lancent ni *setUpClass()* ni *tearDownClass()*. Les modules sautés n'ont pas `setUpModule()` ou `tearDownModule()` d'exécutés.

27.4.7 Distinguer les itérations de test à l'aide de sous-tests

Nouveau dans la version 3.4.

Lorsque certains de vos tests ne diffèrent que par de très petites différences, par exemple certains paramètres, *unittest* vous permet de les distinguer en utilisant le gestionnaire de contexte `subTest()` dans le corps d'une méthode de test.

Par exemple, le test suivant :

```
class NumbersTest(unittest.TestCase):

    def test_even(self):
        """
        Test that numbers between 0 and 5 are all even.
        """
        for i in range(0, 6):
            with self.subTest(i=i):
                self.assertEqual(i % 2, 0)
```

produit le résultat suivant :

```
======================================================================
FAIL: test_even (__main__.NumbersTest) (i=1)
----------------------------------------------------------------------
Traceback (most recent call last):
  File "subtests.py", line 32, in test_even
    self.assertEqual(i % 2, 0)
AssertionError: 1 != 0

======================================================================
FAIL: test_even (__main__.NumbersTest) (i=3)
----------------------------------------------------------------------
Traceback (most recent call last):
  File "subtests.py", line 32, in test_even
    self.assertEqual(i % 2, 0)
AssertionError: 1 != 0

======================================================================
FAIL: test_even (__main__.NumbersTest) (i=5)
----------------------------------------------------------------------
Traceback (most recent call last):
  File "subtests.py", line 32, in test_even
    self.assertEqual(i % 2, 0)
AssertionError: 1 != 0
```

Sans l'utilisation d'un sous-test, l'exécution se termine après le premier échec, et l'erreur est moins facile à diagnostiquer car la valeur de `i` ne s'affiche pas :

```
======================================================================
FAIL: test_even (__main__.NumbersTest)
----------------------------------------------------------------------
Traceback (most recent call last):
  File "subtests.py", line 32, in test_even
    self.assertEqual(i % 2, 0)
AssertionError: 1 != 0
```

27.4.8 Classes et fonctions

Cette section décrit en détail l'API de *unittest*.

Scénarios de tests

class unittest.**TestCase**(*methodName='runTest'*)

Les instances de la classe *TestCase* représentent des tests logiques unitaires dans l'univers *unittest*. Cette classe est conçue pour être utilisée comme classe de base. Les scénarios de tests sont à implémenter en héritant de cette classe. La classe implémente l'interface nécessaire au lanceur de tests pour lui permettre de les exécuter ainsi que les méthodes que le code de test peut utiliser pour vérifier et signaler les différents types d'erreurs.

Chaque instance de la classe *TestCase* n'exécute qu'une seule méthode de base : la méthode nommée *methodName* . Dans la plupart des utilisations de la classe *TestCase*, vous n'avez pas à changer le nom de la méthode, ni à réimplémenter la méthode `runTest()`.

Modifié dans la version 3.2 : La classe *TestCase* peut désormais être utilisée sans passer de paramètre *methodName*. Cela facilite l'usage de *TestCase* dans l'interpréteur interactif.

Les instances de la classe *TestCase* fournissent trois groupes de méthodes : un groupe utilisé pour exécuter le test, un autre utilisé par l'implémentation du test pour vérifier les conditions et signaler les échecs, et quelques méthodes de recherche permettant de recueillir des informations sur le test lui-même.

Les méthodes du premier groupe (exécution du test) sont :

setUp()

Méthode appelée pour réaliser la mise en place du test. Elle est exécutée immédiatement avant l'appel de la méthode de test ; à l'exception de *AssertionError* ou *SkipTest*, toute exception levée par cette méthode est considérée comme une erreur et non pas comme un échec du test. L'implémentation par défaut ne fait rien.

tearDown()

Méthode appelée immédiatement après l'appel de la méthode de test et l'enregistrement du résultat. Elle est appelée même si la méthode de test a levé une exception. De fait, l'implémentation d'un sous-classes doit être fait avec précaution si vous vérifiez l'état interne de la classe. Toute exception, autre que *AssertionError* ou *SkipTest*, levée par cette méthode est considérée comme une erreur supplémentaire plutôt que comme un échec du test (augmentant ainsi le nombre total des erreurs signalées). Cette méthode est appelée uniquement si l'exécution de *setUp()* est réussie quel que soit le résultat de la méthode de test. L'implémentation par défaut ne fait rien.

setUpClass()

Méthode de classe appelée avant l'exécution des tests dans la classe en question. `setUpClass` est appelée avec la classe comme seul argument et doit être décorée comme une *classmethod()* :

```
@classmethod
def setUpClass(cls):
    ...
```

Voir *Class and Module Fixtures* pour plus de détails.

Nouveau dans la version 3.2.

tearDownClass()

Méthode de classe appelée après l'exécution des tests de la classe en question. `tearDownClass` est appelée avec la classe comme seul argument et doit être décorée comme une *classmethod()* :

```
@classmethod
def tearDownClass(cls):
    ...
```

Voir *Class and Module Fixtures* pour plus de détails.

Nouveau dans la version 3.2.

run(*result=None*)

Exécute le test, en collectant le résultat dans l'objet *TestResult* passé comme *result*. Si *result* est omis ou vaut `None`, un objet temporaire de résultat est créé (en appelant la méthode *defaultTestResult()*) et utilisé. L'objet résultat est renvoyé à l'appelant de *run()*.

Le même effet peut être obtenu en appelant simplement l'instance `TestCase`.

Modifié dans la version 3.3 : Les versions précédentes de `run` ne renvoyaient pas le résultat. Pas plus que l'appel d'une instance.

skipTest(*reason*)

Appeler cette fonction pendant l'exécution d'une méthode de test ou de `setUp()` permet d'ignorer le test en cours. Voir *Ignorer des tests et des erreurs prévisibles* pour plus d'informations.

Nouveau dans la version 3.1.

subTest(*msg=None*, ***params*)

Renvoie un gestionnaire de contexte qui exécute le bloc de code du contexte comme un sous-test. *msg* et *params* sont des valeurs optionnelles et arbitraires qui sont affichées chaque fois qu'un sous-test échoue, permettant de les identifier clairement.

Un scénario de test peut contenir un nombre quelconque de déclarations de sous-test, et elles peuvent être imbriquées librement.

Voir *Distinguer les itérations de test à l'aide de sous-tests* pour plus d'informations.

Nouveau dans la version 3.4.

debug()

Lance le test sans collecter le résultat. Ceci permet aux exceptions levées par le test d'être propagées à l'appelant, et donc peut être utilisé pour exécuter des tests sous un débogueur.

La classe `TestCase` fournit plusieurs méthodes d'assertion pour vérifier et signaler les échecs. Le tableau suivant énumère les méthodes les plus couramment utilisées (voir les tableaux ci-dessous pour plus de méthodes d'assertion) :

Méthode	Vérifie que	Disponible en
`assertEqual(a, b)`	`a == b`	
`assertNotEqual(a, b)`	`a != b`	
`assertTrue(x)`	`bool(x) is True`	
`assertFalse(x)`	`bool(x) is False`	
`assertIs(a, b)`	`a is b`	3.1
`assertIsNot(a, b)`	`a is not b`	3.1
`assertIsNone(x)`	`x is None`	3.1
`assertIsNotNone(x)`	`x is not None`	3.1
`assertIn(a, b)`	`a in b`	3.1
`assertNotIn(a, b)`	`a not in b`	3.1
`assertIsInstance(a, b)`	`isinstance(a, b)`	3.2
`assertNotIsInstance(a, b)`	`not isinstance(a, b)`	3.2

Toutes les méthodes *assert* prennent en charge un argument *msg* qui, s'il est spécifié, est utilisé comme message d'erreur en cas d'échec (voir aussi `longMessage`). Notez que l'argument mot-clé *msg* peut être passé à `assertRaises()`, `assertRaisesRegex()`, `assertWarns()`, `assertWarnsRegex()`, seulement quand elles sont utilisées comme gestionnaire de contexte.

assertEqual(*first*, *second*, *msg=None*)

Vérifie que *first* et *second* sont égaux. Si les valeurs ne sont pas égales, le test échouera.

En outre, si *first* et *second* ont exactement le même type et sont de type *liste*, *tuple*, *dict*, *set*, *frozenset* ou *str* ou tout autre type de sous classe enregistrée dans `addTypeEqualityFunc()`. La fonction égalité spécifique au type sera appelée pour générer une erreur plus utile (voir aussi *liste des méthodes spécifiques de type*).

Modifié dans la version 3.1 : Ajout de l'appel automatique de la fonction d'égalité spécifique au type.

Modifié dans la version 3.2 : Ajout de `assertMultiLineEqual()` comme fonction d'égalité de type par défaut pour comparer les chaînes.

assertNotEqual(*first*, *second*, *msg=None*)

Vérifie que *first* et *second* ne sont pas égaux. Si les valeurs sont égales, le test échouera.

assertTrue(*expr*, *msg=None*)

assertFalse(*expr*, *msg=None*)

Vérifie que *expr* est vraie (ou fausse).

Notez que cela revient à utiliser `bool(expr) is True` et non à `expr is True` (utilisez `assertIs(expr, True)` pour cette dernière). Cette méthode doit également être évitée lorsque

des méthodes plus spécifiques sont disponibles (par exemple `assertEqual(a, b)` au lieu de `assertTrue(a == b)`), car elles fournissent un meilleur message d'erreur en cas d' échec.

assertIs(*first*, *second*, *msg=None*)

assertIsNot(*first*, *second*, *msg=None*)

Vérifie que *first* et *second* évaluent (ou n'évaluent pas) le même objet.

Nouveau dans la version 3.1.

assertIsNone(*expr*, *msg=None*)

assertIsNotNone(*expr*, *msg=None*)

Vérifie que *expr* est (ou n'est pas) la valeur `None`.

Nouveau dans la version 3.1.

assertIn(*member*, *container*, *msg=None*)

assertNotIn(*member*, *container*, *msg=None*)

Test that *member* is (or is not) in *container*.

Nouveau dans la version 3.1.

assertIsInstance(*obj*, *cls*, *msg=None*)

assertNotIsInstance(*obj*, *cls*, *msg=None*)

Vérifie que *obj* est (ou n'est pas) une instance de *cls* (Ce qui peut être une classe ou un tuple de classes, comme utilisée par *`isinstance()`*). Pour vérifier le type exact, utilisez *`assertIs(type(obj), cls)`*.

Nouveau dans la version 3.2.

Il est également possible de vérifier la production des exceptions, des avertissements et des messages de journaux à l'aide des méthodes suivantes :

Méthode	Vérifie que	Disponible en
`assertRaises(exc, fun, *args, **kwds)`	`fun(*args, **kwds)` lève bien l'exception *exc*	
`assertRaisesRegex(exc, r, fun, *args, **kwds)`	`fun(*args, **kwds)` lève bien l'exception *exc* et que le message correspond au motif de l'expression régulière *r*	3.1
`assertWarns(warn, fun, *args, **kwds)`	`fun(*args, **kwds)` lève bien l'avertissement *warn*	3.2
`assertWarnsRegex(warn, r, fun, *args, **kwds)`	`fun(*args, **kwds)` lève bien l'avertissement *warn* et que le message correspond au motif de l'expression régulière *r*	3.2
`assertLogs(logger, level)`	Le bloc `with` écrit dans le *logger* avec un niveau minimum égal à *level*	3.4

assertRaises(*exception*, *callable*, **args*, ***kwds*)

assertRaises(*exception*, *, *msg=None*)

Vérifie qu'une exception est levée lorsque *callable* est appelé avec n'importe quel argument positionnel ou mot-clé qui est également passé à *`assertRaises()`*. Le test réussit si *exception* est levée, est en erreur si une autre exception est levée, ou en échec si aucune exception n'est levée. Pour capturer une exception d'un groupe d'exceptions, un couple contenant les classes d'exceptions peut être passé à *exception*.

Si seuls les arguments *exception* et éventuellement *msg* sont donnés, renvoie un gestionnaire de contexte pour que le code sous test puisse être écrit en ligne plutôt que comme une fonction :

```
with self.assertRaises(SomeException):
    do_something()
```

Lorsqu'il est utilisé comme gestionnaire de contexte, *`assertRaises()`* accepte l'argument de mot-clé supplémentaire *msg*.

Le gestionnaire de contexte enregistre l'exception capturée dans son attribut `exception`. Ceci est particulièrement utile si l'intention est d'effectuer des contrôles supplémentaires sur l'exception levée :

```
with self.assertRaises(SomeException) as cm:
    do_something()

the_exception = cm.exception
self.assertEqual(the_exception.error_code, 3)
```

Modifié dans la version 3.1 : Ajout de la possibilité d'utiliser *assertRaises()* comme gestionnaire de contexte.

Modifié dans la version 3.2 : Ajout de l'attribut `exception`.

Modifié dans la version 3.3 : Ajout de l'argument *msg* comme mot-clé lorsqu'il est utilisé comme gestionnaire de contexte.

assertRaisesRegex(*exception*, *regex*, *callable*, **args*, ***kwds*)
assertRaisesRegex(*exception*, *regex*, ***, *msg=None*)

Comme *assertRaises()* mais vérifie aussi que *regex* correspond à la représentation de la chaîne de caractères de l'exception levée. *regex* peut être un objet d'expression rationnelle ou une chaîne contenant une expression rationnelle appropriée pour être utilisée par *re.search()*. Exemples :

```
self.assertRaisesRegex(ValueError, "invalid literal for.*XYZ'$",
                       int, 'XYZ')
```

ou :

```
with self.assertRaisesRegex(ValueError, 'literal'):
   int('XYZ')
```

Nouveau dans la version 3.1 : Sous le nom `assertRaisesRegexp`.

Modifié dans la version 3.2 : Renommé en *assertRaisesRegex()*.

Modifié dans la version 3.3 : Ajout de l'argument *msg* comme mot-clé lorsqu'il est utilisé comme gestionnaire de contexte.

assertWarns(*warning*, *callable*, **args*, ***kwds*)
assertWarns(*warning*, ***, *msg=None*)

Test qu'un avertissement est déclenché lorsque *callable* est appelé avec n'importe quel argument positionnel ou mot-clé qui est également passé à *assertWarns()*. Le test passe si *warning* est déclenché et échoue s'il ne l'est pas. Toute exception est une erreur. Pour capturer un avertissement dans un ensemble d'avertissements, un couple contenant les classes d'avertissement peut être passé à *warnings*.

Si seuls les arguments * warning* et éventuellement *msg* sont donnés, renvoie un gestionnaire de contexte pour que le code testé puisse être écrit en ligne plutôt que comme une fonction :

```
with self.assertWarns(SomeWarning):
    do_something()
```

Lorsqu'il est utilisé comme gestionnaire de contexte, *assertWarns()* accepte l'argument de mot-clé supplémentaire *msg*.

Le gestionnaire de contexte stocke l'avertissement capturé dans son attribut `warning`, et la ligne source qui a déclenché les avertissements dans les attributs `filename` et `lineno`. Cette fonction peut être utile si l'intention est d'effectuer des contrôles supplémentaires sur l'avertissement capturé :

```
with self.assertWarns(SomeWarning) as cm:
    do_something()

self.assertIn('myfile.py', cm.filename)
self.assertEqual(320, cm.lineno)
```

Cette méthode fonctionne indépendamment des filtres d'avertissement en place lorsqu'elle est appelée.

Nouveau dans la version 3.2.

Modifié dans la version 3.3 : Ajout de l'argument *msg* comme mot-clé lorsqu'il est utilisé comme gestionnaire de contexte.

assertWarnsRegex(*warning*, *regex*, *callable*, **args*, ***kwds*)
assertWarnsRegex(*warning*, *regex*, ***, *msg=None*)

Comme *assertWarns()* mais vérifie aussi qu'une *regex* corresponde au message de l'avertissement.

regex peut être un objet d'expression régulière ou une chaîne contenant une expression régulière appropriée pour être utilisée par *re.search()*. Exemple :

```
self.assertWarnsRegex(DeprecationWarning,
                      r'legacy_function\(\) is deprecated',
                      legacy_function, 'XYZ')
```

ou :

```
with self.assertWarnsRegex(RuntimeWarning, 'unsafe frobnicating'):
    frobnicate('/etc/passwd')
```

Nouveau dans la version 3.2.

Modifié dans la version 3.3 : Ajout de l'argument *msg* comme mot-clé lorsqu'il est utilisé comme gestionnaire de contexte.

assertLogs(*logger=None*, *level=None*)

Un gestionnaire de contexte pour tester qu'au moins un message est enregistré sur le *logger* ou un de ses enfants, avec au moins le *niveau* donné.

Si donné, *logger* doit être une classe `logging.logger` objet ou une classe *str* donnant le nom d'un journal. La valeur par défaut est le journal racine *root*, qui capture tous les messages.

S'il est donné, *level* doit être soit un entier, soit son équivalent sous forme de chaîne (par exemple `"ERROR"` ou `logging.ERROR`). La valeur par défaut est `logging.INFO`.

Le test passe si au moins un message émis à l'intérieur du bloc `with` correspond aux conditions *logger* et *level*, sinon il échoue.

L'objet retourné par le gestionnaire de contexte est une aide à l'enregistrement qui garde la trace des messages de journal correspondants. Il a deux attributs :

records

Une liste d'objets *logging.LogRecord* de messages de log correspondants.

output

Une liste d'objets *str* avec la sortie formatée des messages correspondants.

Exemple :

```
with self.assertLogs('foo', level='INFO') as cm:
   logging.getLogger('foo').info('first message')
   logging.getLogger('foo.bar').error('second message')
self.assertEqual(cm.output, ['INFO:foo:first message',
                             'ERROR:foo.bar:second message'])
```

Nouveau dans la version 3.4.

Il existe également d'autres méthodes utilisées pour effectuer des contrôles plus spécifiques, telles que :

Méthode	Vérifie que	Disponible en
assertAlmostEqual(a, b)	`round(a-b, 7) == 0`	
assertNotAlmostEqual(a, b)	`round(a-b, 7) != 0`	
assertGreater(a, b)	`a > b`	3.1
assertGreaterEqual(a, b)	`a >= b`	3.1
assertLess(a, b)	`a < b`	3.1
assertLessEqual(a, b)	`a <= b`	3.1
assertRegex(s, r)	`r.search(s)`	3.1
assertNotRegex(s, r)	`not r.search(s)`	3.2
assertCountEqual(a, b)	*a* et *b* ont les mêmes éléments dans le même nombre, quel que soit leur ordre.	3.2

assertAlmostEqual(*first*, *second*, *places=7*, *msg=None*, *delta=None*)
assertNotAlmostEqual(*first*, *second*, *places=7*, *msg=None*, *delta=None*)

Vérifie que *first* et *second* sont approximativement (ou pas approximativement) égaux en calculant la différence, en arrondissant au nombre donné de décimales *places* (par défaut 7), et en comparant à zéro. Notez que ces méthodes arrondissent les valeurs au nombre donné de *décimales* (par exemple comme la fonction `round()`) et non aux *chiffres significatifs*.

Si *delta* est fourni au lieu de *places*, la différence entre *first* et *second* doit être inférieure ou égale (ou supérieure) à *delta*.

Fournir à la fois *delta* et *places* lève une `TypeError`.

Modifié dans la version 3.2 : `assertAlmostEqual()` considère automatiquement des objets presque égaux qui se comparent égaux. `assertNotNotAlmostEqual()` échoue automatiquement si les objets qui se comparent sont égaux. Ajout de l'argument mot-clé *delta*.

assertGreater(*first*, *second*, *msg=None*)
assertGreaterEqual(*first*, *second*, *msg=None*)
assertLess(*first*, *second*, *msg=None*)
assertLessEqual(*first*, *second*, *msg=None*)

Vérifie que *first* est respectivement >, >=, >=, < ou <= à *second* selon le nom de la méthode. Sinon, le test échouera :

```
>>> self.assertGreaterEqual(3, 4)
AssertionError: "3" unexpectedly not greater than or equal to "4"
```

Nouveau dans la version 3.1.

assertRegex(*text*, *regex*, *msg=None*)
assertNotRegex(*text*, *regex*, *msg=None*)

Vérifie qu'une recherche par motif *regex* correspond (ou ne correspond pas) à *text*. En cas d'échec, le message d'erreur inclura le motif et le *texte* (ou le motif et la partie du *texte* qui correspond de manière inattendue). *regex* peut être un objet d'expression régulière ou une chaîne contenant une expression régulière appropriée pour être utilisée par `re.search()`.

Nouveau dans la version 3.1 : Ajouté sous le nom `assertRegexpMatches`.

Modifié dans la version 3.2 : La méthode `assertRegexpMatches()` a été renommé en `assertRegex()`.

Nouveau dans la version 3.2 : `assertNotRegex()`.

Nouveau dans la version 3.5 : Le nom `assertNotRegexpMatches` est un alias obsolète pour `assertNotRegex()`.

assertCountEqual(*first*, *second*, *msg=None*)

Vérifie que la séquence *first* contient les mêmes éléments que *second*, quel que soit leur ordre. Si ce n'est pas le cas, un message d'erreur indiquant les différences entre les séquences est généré.

Les éléments en double ne sont *pas* ignorés lors de la comparaison entre *first* et *second*. Il vérifie si chaque élément a le même nombre dans les deux séquences. Équivalent à : `assertEqual(Counter(list(first)), Counter(list(second)))` mais fonctionne aussi avec des séquences d'objets non *hachables*.

Nouveau dans la version 3.2.

La méthode `assertEqual()` envoie le contrôle d'égalité pour les objets du même type à différentes méthodes spécifiques au type. Ces méthodes sont déjà implémentées pour la plupart des types intégrés, mais il est également possible d'enregistrer de nouvelles méthodes en utilisant `addTypeEqualityFunc()` :

addTypeEqualityFunc(*typeobj*, *function*)

Enregistre une méthode spécifique appelée par `assertEqual()` pour vérifier si deux objets exactement du même *typeobj* (et non leurs sous-classes) sont égaux. *function* doit prendre deux arguments positionnels et un troisième argument mot-clé *msg=None* tout comme `assertEqual()` le fait. Il doit lever `self.failureException(msg)` lorsqu'une inégalité entre les deux premiers paramètres est détectée en fournissant éventuellement des informations utiles et expliquant l'inégalité en détail dans le message d'erreur.

Nouveau dans la version 3.1.

La liste des méthodes spécifiques utilisées automatiquement par `assertEqual()` est résumée dans le tableau suivant. Notez qu'il n'est généralement pas nécessaire d'invoquer ces méthodes directement.

Méthode	Utilisé pour comparer	Disponible en
`assertMultiLineEqual(a, b)`	chaînes	3.1
`assertSequenceEqual(a, b)`	séquences	3.1
`assertListEqual(a, b)`	listes	3.1
`assertTupleEqual(a, b)`	n-uplets	3.1
`assertSetEqual(a, b)`	*sets* ou *frozensets*	3.1
`assertDictEqual(a, b)`	dictionnaires	3.1

assertMultiLineEqual(*first*, *second*, *msg=None*)

Vérifie que la chaîne sur plusieurs lignes *first* est égale à la chaîne *second*. Si les deux chaînes de caractères ne sont pas égales, un *diff* mettant en évidence les différences est inclus dans le message d'erreur. Cette méthode est utilisée par défaut pour comparer les chaînes avec `assertEqual()`.

Nouveau dans la version 3.1.

assertSequenceEqual(*first*, *second*, *msg=None*, *seq_type=None*)

Vérifie que deux séquences sont égales. Si un *seq_type* est fourni, *first* et *second* doivent tous deux être des instances de *seq_type* ou un échec est levé. Si les séquences sont différentes, un message d'erreur indiquant la différence entre les deux est généré.

Cette méthode n'est pas appelée directement par `assertEqual()`, mais sert à implémenter `assertListEqual()` et `assertTupleEqual()`.

Nouveau dans la version 3.1.

assertListEqual(*first*, *second*, *msg=None*)

assertTupleEqual(*first*, *second*, *msg=None*)

Vérifie que deux listes ou deux n-uplets sont égaux. Si ce n'est pas le cas, un message d'erreur qui ne montre que les différences entre les deux est généré. Une erreur est également signalée si l'un ou l'autre des paramètres n'est pas du bon type. Ces méthodes sont utilisées par défaut pour comparer des listes ou des couples avec `assertEqual()`.

Nouveau dans la version 3.1.

assertSetEqual(*first*, *second*, *msg=None*)

Vérifie que deux ensembles sont égaux. Si ce n'est pas le cas, un message d'erreur s'affiche et indique les différences entre les *sets*. Cette méthode est utilisée par défaut lors de la comparaison de *sets* ou de *frozensets* avec `assertEqual()`.

Échoue si l'un des objets *first* ou *second* n'a pas de méthode `set.difference()`.

Nouveau dans la version 3.1.

assertDictEqual(*first*, *second*, *msg=None*)

Vérifie que deux dictionnaires sont égaux. Si ce n'est pas le cas, un message d'erreur qui montre les différences dans les dictionnaires est généré. Cette méthode est utilisée par défaut pour comparer les dictionnaires dans les appels à `assertEqual()`.

Nouveau dans la version 3.1.

Enfin, la classe `TestCase` fournit les méthodes et attributs suivants :

fail(*msg=None*)

Indique un échec du test sans condition, avec *msg* ou `None` pour le message d'erreur.

failureException

Cet attribut de classe donne l'exception levée par la méthode de test. Si un *framework* de tests doit utiliser une exception spécialisée, probablement pour enrichir l'exception d'informations additionnels., il doit hériter de cette classe d'exception pour *bien fonctionner* avec le *framework*. La valeur initiale de cet attribut est `AssertionError`.

longMessage

Cet attribut de classe détermine ce qui se passe lorsqu'un message d'échec personnalisé est passé en argument au paramètre *msg* à un appel *assertXYYY* qui échoue. `True` est la valeur par défaut. Dans ce cas, le message personnalisé est ajouté à la fin du message d'erreur standard. Lorsqu'il est réglé sur `False`, le message personnalisé remplace le message standard.

Le paramétrage de la classe peut être écrasé dans les méthodes de test individuelles en assignant un attribut d'instance, *self.longMessage*, à `True` ou `False` avant d'appeler les méthodes d'assertion.

Le réglage de la classe est réinitialisé avant chaque appel de test.

Nouveau dans la version 3.1.

maxDiff

Cet attribut contrôle la longueur maximale des *diffs* en sortie des méthodes qui génèrent des *diffs* en cas d'échec. La valeur par défaut est 80*8 caractères. Les méthodes d'assertions affectées par cet attribut sont *assertSequenceEqual()* (y compris toutes les méthodes de comparaison de séquences qui lui sont déléguées), *assertDictEqual()* et *assertMultiLineEqual()*.

Régler `maxDiff` sur `None`` signifie qu'il n'y a pas de longueur maximale pour les *diffs*.

Nouveau dans la version 3.2.

Les *frameworks* de test peuvent utiliser les méthodes suivantes pour recueillir des informations sur le test :

countTestCases()

Renvoie le nombre de tests représentés par cet objet test. Pour les instances de *TestCase*, c'est toujours `1`.

defaultTestResult()

Retourne une instance de la classe de résultat de test qui doit être utilisée pour cette classe de cas de test (si aucune autre instance de résultat n'est fournie à la méthode *run()*).

Pour les instances de *TestCase*, c'est toujours une instance de *TestResult* ; les sous-classes de *TestCase* peuvent la remplacer au besoin.

id()

Retourne une chaîne identifiant le cas de test spécifique. Il s'agit généralement du nom complet de la méthode de test, y compris le nom du module et de la classe.

shortDescription()

Renvoie une description du test, ou `None` si aucune description n'a été fournie. L'implémentation par défaut de cette méthode renvoie la première ligne de la *docstring* de la méthode de test, si disponible, ou `None`.

Modifié dans la version 3.1 : En 3.1, ceci a été modifié pour ajouter le nom du test à la description courte, même en présence d'une *docstring*. Cela a causé des problèmes de compatibilité avec les extensions *unittest* et l'ajout du nom du test a été déplacé dans la classe *TextTestResult* dans Python 3.2.

addCleanup(*function*, **args*, ***kwargs*)

Ajout d'une fonction à appeler après *tearDown()* pour nettoyer les ressources utilisées pendant le test. Les fonctions seront appelées dans l'ordre inverse de l'ordre dans lequel elles ont été ajoutées (LIFO). Elles sont appelées avec tous les arguments et arguments de mots-clés passés à *addCleanup()* quand elles sont ajoutées.

Si *setUp()* échoue, cela signifie que *tearDown()* n'est pas appelé, alors que les fonctions de nettoyage ajoutées seront toujours appelées.

Nouveau dans la version 3.1.

doCleanups()

Cette méthode est appelée sans conditions après *tearDown()*, ou après *setUp()* si *setUp()* lève une exception.

Cette méthode est chargée d'appeler toutes les fonctions de nettoyage ajoutées par *addCleanup()*. Si vous avez besoin de fonctions de nettoyage à appeler *avant* l'appel à *tearDown()* alors vous pouvez appeler *doCleanups()* vous-même.

doCleanups() extrait les méthodes de la pile des fonctions de nettoyage une à la fois, de sorte qu'elles peuvent être appelées à tout moment.

Nouveau dans la version 3.1.

class unittest.**FunctionTestCase**(*testFunc*, *setUp=None*, *tearDown=None*, *description=None*)

Cette classe implémente la partie de l'interface *TestCase* qui permet au lanceur de test de piloter le scénario de test, mais ne fournit pas les méthodes que le code test peut utiliser pour vérifier et signaler les erreurs. Ceci est utilisé pour créer des scénario de test utilisant du code de test existant afin de faciliter l'intégration dans un *framework* de test basé sur *unittest*.

Alias obsolètes

Pour des raisons historiques, certaines méthodes de la classe `TestCase` avaient un ou plusieurs alias qui sont maintenant obsolètes. Le tableau suivant énumère les noms corrects ainsi que leurs alias obsolètes :

Nom de méthode	Alias obsolètes	Alias obsolètes
`assertEqual()`	failUnlessEqual	assertEquals
`assertNotEqual()`	failIfEqual	assertNotEquals
`assertTrue()`	failUnless	assert_
`assertFalse()`	failIf	
`assertRaises()`	failUnlessRaises	
`assertAlmostEqual()`	failUnlessAlmostEqual	assertAlmostEquals
`assertNotAlmostEqual()`	failIfAlmostEqual	assertNotAlmostEquals
`assertRegex()`		assertRegexpMatches
`assertNotRegex()`		assertNotRegexpMatches
`assertRaisesRegex()`		assertRaisesRegexp

Obsolète depuis la version 3.1 : Les alias `fail*` sont énumérés dans la deuxième colonne.

Obsolète depuis la version 3.2 : Les alias `assert*` sont énumérés dans la troisième colonne.

Obsolète depuis la version 3.2 : Les expressions `assertRegexpMatches` et `assertRaisesRegexp` ont été renommées en `assertRegex()` et `assertRaisesRegex()`.

Obsolète depuis la version 3.5 : Le nom `assertNotRegexpMatches` est obsolète en faveur de `assertNotRegex()`.

Regroupement des tests

class unittest.**TestSuite**(*tests=()*)

Cette classe représente une agrégation de cas de test individuels et de suites de tests. La classe présente l'interface requise par le lanceur de test pour être exécutée comme tout autre cas de test. L'exécution d'une instance de `TestSuite` est identique à l'itération sur la suite, en exécutant chaque test indépendamment.

Si *tests* est fourni, il doit s'agir d'un itérable de cas de test individuels ou d'autres suites de test qui seront utilisés pour construire la suite initial. Des méthodes supplémentaires sont fournies pour ajouter ultérieurement des cas de test et des suites à la collection.

Les objets `TestSuite` se comportent comme les objets `TestCase`, sauf qu'ils n'implémentent pas réellement un test. Au lieu de cela, ils sont utilisés pour regrouper les tests en groupes de tests qui doivent être exécutés ensemble. Des méthodes supplémentaires sont disponibles pour ajouter des tests aux instances de `TestSuite` :

addTest(*test*)

Ajouter un objet `TestCase` ou `TestSuite` à la suite de tests.

addTests(*tests*)

Ajouter tous les tests d'un itérable d'instances de `TestCase` et de `TestSuite` à cette suite de tests.

C'est l'équivalent d'une itération sur *tests*, appelant `addTest()` pour chaque élément.

`TestSuite` partage les méthodes suivantes avec `TestCase` :

run(*result*)

Exécute les tests associés à cette suite, en collectant le résultat dans l'objet de résultat de test passé par *result*. Remarquer que contrairement à `TestCase.run()`, `TestSuite.run()` nécessite que l'objet résultat soit passé.

debug()

Exécute les tests associés à cette suite sans collecter le résultat. Ceci permet aux exceptions levées par le test d'être propagées à l'appelant et peut être utilisé pour exécuter des tests sous un débogueur.

countTestCases()

Renvoie le nombre de tests représentés par cet objet de test, y compris tous les tests individuels et les sous-suites.

__iter__()

Les tests groupés par une classe `TestSuite` sont toujours accessibles par itération. Les sous-classes

peuvent fournir paresseusement des tests en surchargeant *__iter__()*. Notez que cette méthode peut être appelée plusieurs fois sur une même suite (par exemple lors du comptage des tests ou de la comparaison pour l'égalité) et que les tests retournés par itérations répétées avant *TestSuite.run()* doivent être les mêmes pour chaque itération. Après *TestSuite.run()*, les appelants ne devraient pas se fier aux tests retournés par cette méthode à moins qu'ils n'utilisent une sous-classe qui remplace `TestSuite._removeTestAtIndex()` pour préserver les références des tests.

Modifié dans la version 3.2 : Dans les versions précédentes, la classe *TestSuite* accédait aux tests directement plutôt que par itération, donc surcharger la méthode *__iter__()* n'était pas suffisante pour fournir les tests.

Modifié dans la version 3.4 : Dans les versions précédentes, la classe *TestSuite* contenait des références à chaque *TestCase* après l'appel à *TestSuite.run()*. Les sous-classes peuvent restaurer ce comportement en surchargeant `TestSuite._removeTestAtIndex()`.

Dans l'utilisation typique de l'objet *TestSuite*, la méthode *run()* est invoquée par une classe `TestRunner` plutôt que par le système de test de l'utilisateur.

Chargement et exécution des tests

class unittest.**TestLoader**

La classe *TestLoader* est utilisée pour créer des suites de tests à partir de classes et de modules. Normalement, il n'est pas nécessaire de créer une instance de cette classe ; le module *unittest* fournit une instance qui peut être partagée comme *unittest.defaultTestLoader*. L'utilisation d'une sous-classe ou d'une instance permet cependant de personnaliser certaines propriétés configurables.

Les objets de la classe *TestLoader* ont les attributs suivants :

errors

Une liste des erreurs non fatales rencontrées lors du chargement des tests. Il est impossible de faire une remise à zéro pendant le chargement. Les erreurs fatales sont signalées par la méthode correspondante qui lève une exception à l'appelant. Les erreurs non fatales sont également indiquées par un test synthétique qui lève l'erreur initiale lors de l'exécution.

Nouveau dans la version 3.5.

Les objets de la classe *TestLoader* ont les attributs suivants :

loadTestsFromTestCase(*testCaseClass*)

Renvoie une suite de tous les cas de test contenus dans la classe `TestCaseClass`dérivée de `testCase`.

Une instance de cas de test est créée pour chaque méthode nommée par *getTestCaseNames()*. Par défaut, ce sont les noms des méthodes commençant par "test". Si `getTestTestCaseNames()` ne renvoie aucune méthode, mais que la méthode `runTest()` est implémentée, un seul cas de test est créé pour cette méthode à la place.

loadTestsFromModule(*module*, *pattern=None*)

Renvoie une suite de tous les cas de test contenus dans le module donné. Cette méthode recherche *module* pour les classes dérivées de *TestCase* et crée une instance de la classe pour chaque méthode de test définie pour cette classe.

Note : Bien que l'utilisation d'une hiérarchie de classes *TestCase* (les classes dérivées de *TestCase*) peut être un moyen pratique de partager des *fixtures* et des fonctions utilitaires, définir une méthode de test pour des classes de base non destinées à être directement instanciée ne marche pas bien avec cette méthode. Cela peut toutefois s'avérer utile lorsque les *fixtures* sont différentes et définies dans des sous-classes.

Si un module fournit une fonction `load_tests`, il est appelé pour charger les tests. Cela permet aux modules de personnaliser le chargement des tests. C'est le protocole *load_tests protocol*. L'argument *pattern* est passé comme troisième argument à `load_tests`.

Modifié dans la version 3.2 : Ajout de la prise en charge de `load_tests`.

Modifié dans la version 3.5 : L'argument par défaut non documenté et non officiel *use_load_tests* est déprécié et ignoré, bien qu'il soit toujours accepté pour la compatibilité descendante. La méthode accepte aussi maintenant un argument *pattern* qui est passé à `load_tests` comme troisième argument.

loadTestsFromName(*name*, *module=None*)

Renvoie une suite de tous les cas de test en fonction d'un spécificateur de chaîne de caractères.

Le spécificateur *name* est un "nom pointillé" qui peut être résolu soit par un module, une classe de cas de test, une méthode de test dans une classe de cas de test, une instance de `TestSuite`, ou un objet appelable qui retourne une instance de classe `TestCase` ou de classe `TestSuite`. Ces contrôles sont appliqués dans l'ordre indiqué ici, c'est-à-dire qu'une méthode sur une classe de cas de test possible sera choisie comme "méthode de test dans une classe de cas de test", plutôt que comme "un objet appelable".

Par exemple, si vous avez un module `SampleTests` contenant une classe `TestCase` (classe dérivée de la classe `SampleTestCase`) avec trois méthodes de test (`test_one()`, `test_two()` et `test_three()`), l'élément spécificateur *SampleTests.sampleTestCase* renvoie une suite qui va exécuter les trois méthodes de tests. L'utilisation du spécificateur *SampleTests.SampleTestCase.test_two* permettrait de retourner une suite de tests qui ne lancerait que la méthode test `test_two()`. Le spécificateur peut se référer à des modules et packages qui n'ont pas été importés. Ils seront importés par un effet de bord.

La méthode résout facultativement *name* relatif au *module* donné.

Modifié dans la version 3.5 : Si une `ImportError` ou `AttributeError` se produit pendant la traversée de *name*, un test synthétique qui enrichie l'erreur produite lors de l'exécution est renvoyé. Ces erreurs sont incluses dans les erreurs accumulées par *self.errors*.

loadTestsFromNames(*names*, *module=None*)

Similaire à `loadTestsFromName()`, mais prend une séquence de noms plutôt qu'un seul nom. La valeur renvoyée est une suite de tests qui gère tous les tests définis pour chaque nom.

getTestCaseNames(*testCaseClass*)

Renvoie une séquence triée de noms de méthodes trouvés dans *testCaseClass* ; ceci doit être une sous-classe de `TestCase`.

discover(*start_dir*, *pattern='test*.py'*, *top_level_dir=None*)

Trouve tous les modules de test en parcourant les sous-répertoires du répertoire de démarrage spécifié, et renvoie un objet *TestSuite* qui les contient. Seuls les fichiers de test qui correspondent à *pattern* sont chargés. Seuls les noms de modules qui sont importables (c'est-à-dire qui sont des identifiants Python valides) sont chargés.

Tous les modules de test doivent être importables depuis la racine du projet. Si le répertoire de démarrage n'est pas la racine, le répertoire racine doit être spécifié séparément.

Si l'importation d'un module échoue, par exemple en raison d'une erreur de syntaxe, celle-ci est alors enregistrée comme une erreur unique et la découverte se poursuit. Si l'échec de l'importation est dû au fait que `SkipTest` est levé, il est enregistré comme un saut plutôt que comme un message d'erreur.

Si un paquet (un répertoire contenant un fichier nommé `__init__.py`) est trouvé, le paquet est alors vérifié pour une fonction `load_tests`. Si elle existe, elle s'appellera `package.load_tests(loader, tests, pattern)`. Le mécanisme de découverte de test prend soin de s'assurer qu'un paquet n'est vérifié qu'une seule fois au cours d'une invocation, même si la fonction *load_tests* appelle elle-même `loader.discover`.

Si `load_tests` existe alors la découverte ne poursuit pas la récursion dans le paquet, `load_tests` a la responsabilité de charger tous les tests dans le paquet.

Le motif n'est délibérément pas stocké en tant qu'attribut du chargeur afin que les paquets puissent continuer à être découverts eux-mêmes. *top_level_dir* est stocké de sorte que `load_tests` n'a pas besoin de passer cet argument a `loader.discover()`.

start_dir peut être un nom de module ainsi qu'un répertoire.

Nouveau dans la version 3.2.

Modifié dans la version 3.4 : Les modules qui lèvent `SkipTest` lors de l'importation sont enregistrés comme des sauts et non des erreurs. Le mécanisme de découverte fonctionne pour les *paquets-espaces de nommage*. Les chemins sont triés avant d'être importés pour que l'ordre d'exécution soit le même, même si l'ordre du système de fichiers sous-jacent ne dépend pas du nom du fichier.

Modifié dans la version 3.5 : Les paquets trouvés sont maintenant vérifiés pour `load_tests` indépendamment du fait que leur chemin d'accès corresponde ou non à *pattern*, car il est impossible pour un nom de paquet de correspondre au motif par défaut.

Les attributs suivants d'une classe `TestLoader` peuvent être configurés soit par héritage, soit par affectation sur une instance :

testMethodPrefix

Chaîne donnant le préfixe des noms de méthodes qui seront interprétés comme méthodes de test. La valeur par défaut est `'test'`.

Ceci affecte les méthodes *getTestCaseNames()* et toutes les méthodes `loadTestsFrom*()`.

sortTestMethodsUsing
Fonction à utiliser pour comparer les noms de méthodes lors de leur tri dans les méthodes *getTestCaseNames()* et toutes les méthodes `loadTestsFrom*()`.

suiteClass
Objet appelable qui construit une suite de tests à partir d'une liste de tests. Aucune méthode sur l'objet résultant n'est nécessaire. La valeur par défaut est la classe *TestSuite*.

Cela affecte toutes les méthodes `loadTestsFrom*()`.

testNamePatterns
Liste des motifs de noms de test de type joker de style *Unix* que les méthodes de test doivent valider pour être incluses dans les suites de test (voir l'option `-v`).

Si cet attribut n'est pas `None` (par défaut), toutes les méthodes de test à inclure dans les suites de test doivent correspondre à l'un des modèles de cette liste. Remarquez que les correspondances sont toujours effectuées en utilisant *fnmatch.fnmatchcase()*, donc contrairement aux modèles passés à l'option `-v`, les motifs de sous-chaînes simples doivent être convertis avec le joker `*`.

Cela affecte toutes les méthodes `loadTestsFrom*()`.

Nouveau dans la version 3.7.

class unittest.**TestResult**
Cette classe est utilisée pour compiler des informations sur les tests qui ont réussi et ceux qui ont échoué.

Un objet *TestResult* stocke les résultats d'un ensemble de tests. Les classes *TestCase* et *TestSuite* s'assurent que les résultats sont correctement enregistrés. Les auteurs du test n'ont pas à se soucier de l'enregistrement des résultats des tests.

Les cadriciels de test construits sur *unittest* peuvent nécessiter l'accès à l'objet *TestResult* généré en exécutant un ensemble de tests à des fins de génération de comptes-rendu. Une instance de *TestResult* est alors renvoyée par la méthode `TestRunner.run()` à cette fin.

Les instance de *TestResult* ont les attributs suivants qui sont intéressant pour l'inspection des résultats de l'exécution d'un ensemble de tests :

errors
Une liste contenant un couple d'instances de *TestCase* et une chaînes de caractères contenant des traces formatées. Chaque couple représente un test qui a levé une exception inattendue.

failures
Une liste contenant un couple d'instances de *TestCase* et une chaînes de caractères contenant des traces formatées. Chaque tuple représente un test où un échec a été explicitement signalé en utilisant les méthodes `TestCase.assert*()`.

skipped
Une liste contenant un couple d'instances de *TestCase* et une chaînes de caractères contenant la raison de l'omission du test.

Nouveau dans la version 3.1.

expectedFailures
Une liste contenant un couple d'instance *TestCase* et une chaînes de caractères contenant des traces formatées. Chaque coulpe représente un échec attendu du scénario de test.

unexpectedSuccesses
Une liste contenant les instances *TestCase* qui ont été marquées comme des échecs attendus, mais qui ont réussi.

shouldStop
A positionner sur `True` quand l'exécution des tests doit être arrêter par *stop()*.

testsRun
Le nombre total de tests effectués jusqu'à présent.

buffer
S'il est défini sur *true*, `sys.stdout` et `sys.stderr` sont mis dans un tampon entre les appels de *startTest()* et *stopTest()*. La sortie collectée est répercutée sur les sorties `sys.stdout` et `sys.stderr` réels uniquement en cas d'échec ou d'erreur du test. Toute sortie est également attachée au message d'erreur.

Nouveau dans la version 3.2.

failfast
Si la valeur est *true* `stop()` est appelée lors de la première défaillance ou erreur, ce qui interrompt le test en cours d'exécution.

Nouveau dans la version 3.2.

tb_locals
Si la valeur est *true*, les variables locales sont affichées dans les traces d'appels.

Nouveau dans la version 3.5.

wasSuccessful()
Renvoie `True` si tous les tests effectués jusqu'à présent ont réussi, sinon renvoie `False`.

Modifié dans la version 3.4 : Renvoie `False` s'il y a eu des `unexpectedSuccesses` dans les tests annotés avec le décorateur `expectedFailure()`.

stop()
Cette méthode peut être appelée pour signaler que l'ensemble des tests en cours d'exécution doit être annulé en définissant l'attribut `shouldStop` sur `True`. Les instances de `TestRunner` doivent respecter ce signal et se terminer sans exécuter de tests supplémentaires.

Par exemple, cette fonctionnalité est utilisée par la classe `TextTestRunner` pour arrêter le cadriciel de test lorsque l'utilisateur lance une interruption clavier. Les outils interactifs qui fournissent des implémentations de `TestRunner` peuvent l'utiliser de la même manière.

Les méthodes suivantes de la classe `TestResult` sont utilisées pour maintenir les structures de données internes, et peuvent être étendues dans des sous-classes pour gérer des exigences supplémentaires en termes de compte-rendu. Cette fonction est particulièrement utile pour créer des outils qui prennent en charge la génération de rapports interactifs pendant l'exécution des tests.

startTest(*test*)
Appelé lorsque le scénario de test *test* est sur le point d'être exécuté.

stopTest(*test*)
Appelé après l'exécution du cas de test *test*, quel qu'en soit le résultat.

startTestRun()
Appelé une fois avant l'exécution des tests.

Nouveau dans la version 3.1.

stopTestRun()
Appelé une fois après l'exécution des tests.

Nouveau dans la version 3.1.

addError(*test*, *err*)
Appelé lorsque le cas de test *test* soulève une exception inattendue. *err* est un couple du formulaire renvoyé par `sys.exc_info()` : `(type, valeur, traceback)`.

L'implémentation par défaut ajoute un couple `(test, formatted_err)` à l'attribut `errors` de l'instance, où *formatted_err* est une trace formatée à partir de *err*.

addFailure(*test*, *err*)
Appelé lorsque le cas de test *test* soulève une exception inattendue. *err* est un triplet de la même forme que celui renvoyé par `sys.exc_info()` : `(type, valeur, traceback)`.

L'implémentation par défaut ajoute un couple `(test, formatted_err)` à l'attribut `errors` de l'instance, où *formatted_err* est une trace formatée à partir de *err*.

addSuccess(*test*)
Appelé lorsque le scénario de test *test* réussit.

L'implémentation par défaut ne fait rien.

addSkip(*test*, *reason*)
Appelé lorsque le scénario de test *test* est ignoré. *raison* est la raison pour laquelle le test donné à été ignoré.

L'implémentation par défaut ajoute un couple `(test, raison)` à l'attribut `skipped` de l'instance.

addExpectedFailure(*test*, *err*)
Appelé lorsque le scénario de test *test* échoue, mais qui a été marqué avec le décorateur `expectedFailure()`.

L'implémentation par défaut ajoute un couple `(test, formatted_err)` à l'attribut `errors` de l'instance, où *formatted_err* est une trace formatée à partir de *err*.

addUnexpectedSuccess(*test*)

Appelé lorsque le scénario de test *test* réussit, mais que ce scénario a été marqué avec le décorateur `expectedFailure()`.

L'implémentation par défaut ajoute le test à l'attribut `unexpectedSuccesses` de l'instance.

addSubTest(*test*, *subtest*, *outcome*)

Appelé à la fin d'un sous-test. *test* est le cas de test correspondant à la méthode de test. *subtest* est une instance dérivée de `TestCase` décrivant le sous-test.

Si *outcome* est `None`, le sous-test a réussi. Sinon, il a échoué avec une exception où *outcome* est un triplet du formulaire renvoyé par `sys.exc_info()` : `(type, valeur, traceback)`.

L'implémentation par défaut ne fait rien lorsque le résultat est un succès, et enregistre les échecs de sous-test comme des échecs normaux.

Nouveau dans la version 3.4.

class unittest.**TextTestResult**(*stream*, *descriptions*, *verbosity*)

Une implémentation concrète de `TestResult` utilisé par la classe `TextTestRunner`.

Nouveau dans la version 3.2 : Cette classe s'appelait auparavant `_TextTestResult`. L'ancien nom existe toujours en tant qu'alias, mais il est obsolète.

unittest.**defaultTestLoader**

Instance de la classe `TestLoader` destinée à être partagée. Si aucune personnalisation de la classe `TestLoader` n'est nécessaire, cette instance peut être utilisée au lieu de créer plusieurs fois de nouvelles instances.

class unittest.**TextTestRunner**(*stream=None*, *descriptions=True*, *verbosity=1*, *failfast=False*, *buffer=False*, *resultclass=None*, *warnings=None*, ***, *tb_locals=False*)

Une implémentation de base d'un lanceur de test qui fournit les résultats dans un flux. Si *stream* est `None`, par défaut, `sys.stderr` est utilisé comme flux de sortie. Cette classe a quelques paramètres configurables, mais est essentiellement très simple. Les applications graphiques qui exécutent des suites de tests doivent fournir des implémentations alternatives. De telles implémentations doivent accepter `**kwargs` car l'interface pour construire les lanceurs change lorsque des fonctionnalités sont ajoutées à *unittest*.

Par défaut, ce lanceur affiche `DeprecationWarning`, `PendingDeprecationWarning`, `ResourceWarning` et `ImportWarning` même si elles sont *ignorées par défaut*. Les avertissements causés par *des méthodes *unittest* dépréciées* sont également spéciaux et, lorsque les filtres d'avertissement sont `default` ou `always`, ils n'apparaissent qu'une fois par module, afin d'éviter trop de messages d'alerte. Ce comportement peut être annulé en utilisant les options `-Wd` ou `-Wa` de Python (voir Gestion des avertissements) et en laissant *warnings* à `None`.

Modifié dans la version 3.2 : Ajout du paramètre `warnings`.

Modifié dans la version 3.2 : Le flux par défaut est défini sur `sys.stderr` au moment de l'instanciation plutôt qu'à l'importation.

Modifié dans la version 3.5 : Ajout du paramètre *tb_locals*.

_makeResult()

Cette méthode renvoie l'instance de `TestResult` utilisée par `run()`. Il n'est pas destiné à être appelé directement, mais peut être surchargée dans des sous-classes pour fournir un `TestResult` personnalisé.

`_makeResult()` instancie la classe ou l'appelable passé dans le constructeur `TextTestRunner` comme argument `resultclass`. Il vaut par défaut `TextTestResult` si aucune `resultclass` n'est fournie. La classe de résultat est instanciée avec les arguments suivants :

```
stream, descriptions, verbosity
```

run(*test*)

Cette méthode est l'interface publique principale du `TextTestRunner`. Cette méthode prend une instance `TestSuite` ou `TestCase`. Un `TestResult` est créé en appelant `_makeResult()` et le ou les tests sont exécutés et les résultats affichés sur la sortie standard.

unittest.**main**(*module='__main__'*, *defaultTest=None*, *argv=None*, *testRunner=None*, *testLoader=unittest.defaultTestLoader*, *exit=True*, *verbosity=1*, *failfast=None*, *catchbreak=None*, *buffer=None*, *warnings=None*)

Un programme en ligne de commande qui charge un ensemble de tests à partir du *module* et les exécute.

L'utilisation principale est de rendre les modules de test facilement exécutables. L'utilisation la plus simple pour cette fonction est d'inclure la ligne suivante à la fin d'un script de test :

```
if __name__ == '__main__':
    unittest.main()
```

Vous pouvez exécuter des tests avec des informations plus détaillées en utilisant l'option de verbosité :

```
if __name__ == '__main__':
    unittest.main(verbosity=2)
```

L'argument *defaultTest* est soit le nom d'un seul test, soit un itérable de noms de test à exécuter si aucun nom de test n'est spécifié via *argv*. Si aucun nom de test n'est fourni via *argv*, tous les tests trouvés dans *module* sont exécutés.

L'argument *argv* peut être une liste d'options passées au programme, le premier élément étant le nom du programme. S'il n'est pas spécifié ou vaut `None`, les valeurs de *`sys.argv`* sont utilisées.

L'argument *testRunner* peut être soit une classe de lanceur de test, soit une instance déjà créée de celle-ci. Par défaut, `main` appelle *`sys.exit()`* avec un code de sortie indiquant le succès ou l'échec des tests exécutés.

L'argument *testLoader* doit être une instance de *`TestLoader`*, et par défaut de *`defaultTestLoader`*.

Les `main` sont utilisés à partir de l'interpréteur interactif en passant dans l'argument `exit=False`. Ceci affiche le résultat sur la sortie standard sans appeler *`sys.exit()`* :

```
>>> from unittest import main
>>> main(module='test_module', exit=False)
```

Les paramètres *failfast*, *catchbreak* et *buffer* ont le même effet que la même option en ligne de commande *command-line options*.

L'argument *warnings* spécifie l'argument *filtre d'avertissement* qui doit être utilisé lors de l'exécution des tests. Si elle n'est pas spécifiée, elle reste réglée sur `None` si une option `-W'` est passée à **`python`** (voir Utilisation des avertissements), sinon elle sera réglée sur `'default'`.

L'appel de `main` renvoie en fait une instance de la classe `TestProgram`. Le résultat des tests effectués est enregistré sous l'attribut `result`.

Modifié dans la version 3.1 : Ajout du paramètre *exit*.

Modifié dans la version 3.2 : Ajout des paramètres *verbosity*, *failfast*, *catchbreak*, *buffer* et *warnings*.

Modifié dans la version 3.4 : Le paramètre *defaultTest* a été modifié pour accepter également un itérable de noms de test.

Protocole de chargement des tests (*load_tests Protocol*)

Nouveau dans la version 3.2.

Les modules ou paquets peuvent personnaliser la façon dont les tests sont chargés à partir de ceux-ci pendant l'exécution des tests ou pendant la découverte de tests en implémentant une fonction appelée `load_tests`.

Si un module de test définit `load_tests` il est appelé par *`TestLoader.loadTestsFromModule()`* avec les arguments suivants :

```
load_tests(loader, standard_tests, pattern)
```

où *pattern* est passé directement depuis `loadTestsFromModule`. La valeur par défaut est `None`.

Elle doit renvoyer une classe *`TestSuite`*.

loader est l'instance de *`TestLoader`* qui effectue le chargement. *standard_tests* sont les tests qui sont chargés par défaut depuis le module. Il est courant que les modules de test veuillent seulement ajouter ou supprimer des tests de l'ensemble standard de tests. Le troisième argument est utilisé lors du chargement de paquets dans le cadre de la découverte de tests.

Une fonction typique de `load_tests` qui charge les tests d'un ensemble spécifique de classes *`TestCase`* peut ressembler à :

```
test_cases = (TestCase1, TestCase2, TestCase3)

def load_tests(loader, tests, pattern):
    suite = TestSuite()
    for test_class in test_cases:
        tests = loader.loadTestsFromTestCase(test_class)
        suite.addTests(tests)
    return suite
```

Si la découverte est lancée dans un répertoire contenant un paquet, soit à partir de la ligne de commande, soit en appelant *TestLoader.discover()*, alors le système recherche dans le fichier du paquet `__init__.py` la fonction `load_tests`. Si cette fonction n'existe pas, la découverte se poursuit dans le paquet comme si c'était juste un autre répertoire. Sinon, la découverte des tests du paquet est effectuée par `load_tests` qui est appelé avec les arguments suivants :

```
load_tests(loader, standard_tests, pattern)
```

Doit renvoyer une classe *TestSuite* représentant tous les tests du paquet. (`standard_tests` ne contient que les tests collectés dans le fichier `__init__.py`).

Comme le motif est passé à `load_tests`, le paquet est libre de continuer (et potentiellement de modifier) la découverte des tests. Une fonction « ne rien faire » `load_tests` pour un paquet de test ressemblerait à :

```
def load_tests(loader, standard_tests, pattern):
    # top level directory cached on loader instance
    this_dir = os.path.dirname(__file__)
    package_tests = loader.discover(start_dir=this_dir, pattern=pattern)
    standard_tests.addTests(package_tests)
    return standard_tests
```

Modifié dans la version 3.5 : La découverte de test ne vérifie plus que les noms de paquets correspondent à *pattern* en raison de l'impossibilité de trouver des noms de paquets correspondant au motif par défaut.

27.4.9 Classes et modules d'aménagements des tests

Les classes et modules d'aménagements des tests sont implémentés dans *TestSuite*. Lorsque la suite de tests rencontre un test d'une nouvelle classe, alors `tearDownClass()` de la classe précédente (s'il y en a une) est appelé, suivi de `setUpClass()` de la nouvelle classe.

De même, si un test provient d'un module différent du test précédent, alors `tearDownModule` du module précédent est exécuté, suivi par `setUpModule` du nouveau module.

Après que tous les tests ont été exécutés, les `tearDownClass` et `tearDownModule` finaux sont exécutés.

Notez que les aménagements de tests partagés ne fonctionnent pas bien avec de « potentielles » fonctions comme la parallélisation de test et qu'ils brisent l'isolation des tests. Ils doivent être utilisés avec parcimonie.

L'ordre par défaut des tests créés par les chargeurs de tests unitaires est de regrouper tous les tests des mêmes modules et classes. Cela à pour conséquence que `setUpClass` / `setUpModule` (etc) sont appelé exactement une fois par classe et module. Si vous rendez l'ordre aléatoire, de sorte que les tests de différents modules et classes soient adjacents les uns aux autres, alors ces fonctions d'aménagements partagées peuvent être appelées plusieurs fois dans un même test.

Les aménagements de tests partagés ne sont pas conçus pour fonctionner avec des suites dont la commande n'est pas standard. Une `BaseTestSuite` existe toujours pour les cadriciels qui ne veulent pas gérer les aménagements de tests partagés.

S'il y a des exceptions levées pendant l'une des fonctions d'aménagement de tests partagés, le test est signalé comme étant en erreur. Parce qu'il n'y a pas d'instance de test correspondante, un objet `_ErrorHolder` (qui a la même interface qu'une classe *TestCase*) est créé pour représenter l'erreur. Si vous n'utilisez que le lanceur de test unitaire standard, ce détail n'a pas d'importance, mais si vous êtes un auteur de cadriciel de test, il peut être pertinent.

Classes de mise en place (*setUpClass*) et de démantèlement des tests (*tearDownClass*)

Elles doivent être implémentées en tant que méthodes de classe :

```
import unittest

class Test(unittest.TestCase):
    @classmethod
    def setUpClass(cls):
        cls._connection = createExpensiveConnectionObject()

    @classmethod
    def tearDownClass(cls):
        cls._connection.destroy()
```

Si vous voulez que les classes de base `setUpClass` et `tearDownClass` soient appelées, vous devez les appeler vous-même. Les implémentations dans *`TestCase`* sont vides.

Si une exception est levée pendant l'exécution de `setUpClass` alors les tests dans la classe ne sont pas exécutés et la classe `tearDownClass` n'est pas exécutée. Les classes ignorées n'auront pas d'exécution de `setUpClass` ou `tearDownClass`. Si l'exception est une exception *`SkipTest`* alors la classe est signalée comme ayant été ignorée au lieu d'être en échec.

Module de mise en place (*setUpModule*) et de démantèlement des tests (*tearDownModule*)

Elles doivent être implémentées en tant que fonctions :

```
def setUpModule():
    createConnection()

def tearDownModule():
    closeConnection()
```

Si une exception est levée pendant l'exécution de la fonction `setUpModule` alors aucun des tests du module ne sera exécuté et la fonction `tearDownModule` ne sera pas exécutée. Si l'exception est une exception *`SkipTest`* alors le module est signalé comme ayant été ignoré au lieu d'être en échec.

27.4.10 Traitement des signaux

Nouveau dans la version 3.2.

L'option *`-c/--catch`* en ligne de commande pour *unittest*, ainsi que le paramètre `catchbreak` vers *`unittest.main()`*, permettent une utilisation simplifiée du contrôle-C pendant un test. Avec l'activation de `catchbreak`, l'utilisation du contrôle-C permet de terminer le test en cours d'exécution, et le test se termine et rapporte tous les résultats obtenus jusqu'à présent. Un deuxième contrôle-C lève une exception classique *`KeyboardInterrupt`*.

Le gestionnaire du signal *contrôle-C* tente de rester compatible avec le code ou les tests qui installent leur propre gestionnaire *`signal.SIGINT`*. Si le gestionnaire `unittest` est appelé mais *n'est pas* le gestionnaire installé *`signal.SIGINT`*, c'est-à-dire qu'il a été remplacé par le système sous test et délégué, alors il appelle le gestionnaire par défaut. C'est normalement le comportement attendu par un code qui remplace un gestionnaire installé et lui délègue. Pour les tests individuels qui ont besoin que le signal *contrôle-C* "*unittest*" soit désactivée, le décorateur *`removeHandler()`* peut être utilisé.

Il existe quelques fonctions de support pour les auteurs de cadriciel afin d'activer la fonctionnalité de gestion des *contrôle-C* dans les cadriciels de test.

`unittest.`**`installHandler`**`()`
: Installe le gestionnaire *contrôle-c*. Quand un *`signal.SIGINT`* est reçu (généralement en réponse à l'utilisateur appuyant sur *contrôle-c*) tous les résultats enregistrés vont appeler la méthode *`stop()`*.

unittest.**registerResult**(*result*)
Enregistre un objet *TestResult* pour la gestion du *contrôle-C*. L'enregistrement d'un résultat stocke une référence faible sur celui-ci, de sorte qu'il n'empêche pas que le résultat soit collecté par le ramasse-miette.

L'enregistrement d'un objet *TestResult* n'a pas d'effets de bord si la gestion du *contrôle-c* n'est pas activée, donc les cadriciels de test peuvent enregistrer sans condition tous les résultats qu'ils créent indépendamment du fait que la gestion soit activée ou non.

unittest.**removeResult**(*result*)
Supprime un résultat enregistré. Une fois qu'un résultat a été supprimé, *stop()* n'est plus appelé sur cet objet résultat en réponse à un *contrôle-c*.

unittest.**removeHandler**(*function=None*)
Lorsqu'elle est appelée sans arguments, cette fonction supprime le gestionnaire *contrôle-c* s'il a été installé. Cette fonction peut également être utilisée comme décorateur de test pour supprimer temporairement le gestionnaire pendant l'exécution du test :

```
@unittest.removeHandler
def test_signal_handling(self):
    ...
```

27.5 unittest.mock — Bibliothèque d'objets simulacres

Nouveau dans la version 3.3.

Code source : Lib/unittest/mock.py

---

unittest.mock est une bibliothèque pour tester en Python. Elle permet de remplacer des parties du système sous tests par des objets simulacres et faire des assertions sur la façon dont ces objets ont été utilisés.

unittest.mock fournit une classe *Mock* pour ne pas avoir besoin de créer manuellement des objets factices dans la suite de tests. Après avoir effectué une action, on peut faire des assertions sur les méthodes / attributs utilisés et les arguments avec lesquels ils ont été appelés. On peut également spécifier des valeurs renvoyées et définir les attributs nécessaires aux tests.

De plus, *mock* fournit un décorateur *patch()* qui est capable de *patcher* les modules et les classes dans la portée d'un test, ainsi que *sentinel* pour créer des objets uniques. Voir le guide rapide *quick guide* pour quelques exemples d'utilisation de *Mock*, *MagicMock* et *patch()*.

Mock est très facile à utiliser et est conçu pour être utilisé avec *unittest*. *Mock* est basé sur le modèle *action -> assertion* au lieu de *enregistrement -> rejouer* utilisé par de nombreux cadriciels d'objets simulacres.

Il y a un portage de *unittest.mock* pour les versions antérieures de Python, disponible sur PyPI.

27.5.1 Guide rapide

Les classes *Mock* et *MagicMock* créent tous les attributs et méthodes au fur et à mesure des accès et stockent les détails de la façon dont ils ont été utilisés. On peut les configurer, pour spécifier des valeurs de renvoi ou limiter les attributs utilisables, puis faire des assertions sur la façon dont ils ont été utilisés :

```
>>> from unittest.mock import MagicMock
>>> thing = ProductionClass()
>>> thing.method = MagicMock(return_value=3)
>>> thing.method(3, 4, 5, key='value')
3
>>> thing.method.assert_called_with(3, 4, 5, key='value')
```

L'attribut `side_effect` permet de spécifier des effets de bords, y compris la levée d'une exception lorsqu'un objet simulacre est appelé :

```
>>> mock = Mock(side_effect=KeyError('foo'))
>>> mock()
Traceback (most recent call last):
  ...
KeyError: 'foo'
```

```
>>> values = {'a': 1, 'b': 2, 'c': 3}
>>> def side_effect(arg):
...     return values[arg]
...
>>> mock.side_effect = side_effect
>>> mock('a'), mock('b'), mock('c')
(1, 2, 3)
>>> mock.side_effect = [5, 4, 3, 2, 1]
>>> mock(), mock(), mock()
(5, 4, 3)
```

Il existe beaucoup d'autres façons de configurer et de contrôler le comportement de *Mock*. Par exemple, l'argument *spec* configure le *mock* pour qu'il utilise les spécifications d'un autre objet. Tenter d'accéder à des attributs ou méthodes sur le *mock* qui n'existent pas sur l'objet *spec* lève une *AttributeError*.

Le décorateur / gestionnaire de contexte *patch()* permet de simuler facilement des classes ou des objets dans un module sous tests. L'objet spécifié est remplacé par un objet simulacre (ou autre) pendant le test et est restauré à la fin du test :

```
>>> from unittest.mock import patch
>>> @patch('module.ClassName2')
... @patch('module.ClassName1')
... def test(MockClass1, MockClass2):
...     module.ClassName1()
...     module.ClassName2()
...     assert MockClass1 is module.ClassName1
...     assert MockClass2 is module.ClassName2
...     assert MockClass1.called
...     assert MockClass2.called
...
>>> test()
```

Note : Lorsque l'on imbrique des décorateurs de patchs, les *mocks* sont transmis à la fonction décorée dans le même ordre qu'ils ont été déclarés (l'ordre normal *Python* des décorateurs est appliqué). Cela signifie du bas vers le haut, donc dans l'exemple ci-dessus, l'objet simulacre pour `module.ClassName1` est passé en premier.

Avec *patch()*, il est important de *patcher* les objets dans l'espace de nommage où ils sont recherchés. C'est ce qui se fait normalement, mais pour un guide rapide, lisez *où patcher*.

Comme tout décorateur, *patch()* peut être utilisé comme gestionnaire de contexte avec une instruction *with* :

```
>>> with patch.object(ProductionClass, 'method', return_value=None) as mock_method:
...     thing = ProductionClass()
...     thing.method(1, 2, 3)
...
>>> mock_method.assert_called_once_with(1, 2, 3)
```

Il existe également *patch.dict()* pour définir des valeurs d'un dictionnaire au sein d'une portée et restaurer ce dictionnaire à son état d'origine lorsque le test se termine :

```
>>> foo = {'key': 'value'}
>>> original = foo.copy()
>>> with patch.dict(foo, {'newkey': 'newvalue'}, clear=True):
...     assert foo == {'newkey': 'newvalue'}
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
...
>>> assert foo == original
```

Mock gère le remplacement des *méthodes magiques* de Python. La façon la plus simple d'utiliser les méthodes magiques est la classe `MagicMock`. Elle permet de faire des choses comme :

```
>>> mock = MagicMock()
>>> mock.__str__.return_value = 'foobarbaz'
>>> str(mock)
'foobarbaz'
>>> mock.__str__.assert_called_with()
```

Mock permet d'assigner des fonctions (ou d'autres instances *Mock*) à des méthodes magiques et elles seront appelées correctement. La classe `MagicMock` est juste une variante de *Mock* qui a toutes les méthodes magiques pré-créées (enfin, toutes les méthodes utiles).

L'exemple suivant est un exemple de création de méthodes magiques avec la classe *Mock* ordinaire :

```
>>> mock = Mock()
>>> mock.__str__ = Mock(return_value='wheeeeee')
>>> str(mock)
'wheeeeee'
```

Pour être sûr que les objets simulacres dans vos tests ont la même API que les objets qu'ils remplacent, utilisez *l'auto-spécification*. L'auto-spécification peut se faire via l'argument *autospec* de patch ou par la fonction `create_autospec()`. L'auto-spécification crée des objets simulacres qui ont les mêmes attributs et méthodes que les objets qu'ils remplacent, et toutes les fonctions et méthodes (y compris les constructeurs) ont les mêmes signatures d'appel que l'objet réel.

Ceci garantit que vos objets simulacres échouent de la même manière que votre code de production s'ils ne sont pas utilisés correctement :

```
>>> from unittest.mock import create_autospec
>>> def function(a, b, c):
...     pass
...
>>> mock_function = create_autospec(function, return_value='fishy')
>>> mock_function(1, 2, 3)
'fishy'
>>> mock_function.assert_called_once_with(1, 2, 3)
>>> mock_function('wrong arguments')
Traceback (most recent call last):
  ...
TypeError: <lambda>() takes exactly 3 arguments (1 given)
```

La fonction `create_autospec()` peut aussi être utilisée sur les classes, où elle copie la signature de la méthode `__init__`, et sur les objets appelables où elle copie la signature de la méthode `__call__`.

27.5.2 La classe *Mock*

La classe `Mock` est un objet simulacre flexible destiné à remplacer l'utilisation d'objets bouchons et factices dans votre code. Les Mocks sont appelables et créent des attributs comme de nouveaux *Mocks* lorsque l'on y accède [1]. L'accès au même attribut renvoie toujours le même *mock*. Les simulacres enregistrent la façon dont ils sont utilisés, ce qui permet de faire des assertions sur ce que le code leur a fait.

1. The only exceptions are magic methods and attributes (those that have leading and trailing double underscores). Mock doesn't create these but instead raises an `AttributeError`. This is because the interpreter will often implicitly request these methods, and gets *very* confused to get a new Mock object when it expects a magic method. If you need magic method support see *magic methods*.

La classe *MagicMock* est une sous-classe de *Mock* avec toutes les méthodes magiques pré-créées et prête à l'emploi. Il existe également des variantes non appelables, utiles lorsque l'on simule des objets qui ne sont pas appelables : *NonCallableMock* et *NonCallableMagicMock*

Le décorateur *patch()* facilite le remplacement temporaire de classes d'un module avec un objet *Mock*. Par défaut *patch()* crée un *MagicMock*. On peut spécifier une classe alternative de *Mock* en utilisant le paramètre *new_callable* de *patch()*.

class unittest.mock.**Mock**(*spec=None*, *side_effect=None*, *return_value=DEFAULT*, *wraps=None*, *name=None*, *spec_set=None*, *unsafe=False*, ***kwargs*)

Crée un nouvel objet *Mock*. *Mock* prend plusieurs arguments optionnels qui spécifient le comportement de l'objet *Mock* :

- *spec* : une liste de chaînes de caractères ou un objet existant (une classe ou une instance) qui sert de spécification pour l'objet simulacre. Si on passe un objet, alors une liste de chaînes de caractères est formée en appelant la fonction *dir* sur l'objet (à l'exclusion des attributs et méthodes magiques non pris en charge). L'accès à un attribut qui n'est pas dans cette liste entraîne la levée d'une exception *AttributeError*. Si *spec* est un objet (plutôt qu'une liste de chaînes de caractères) alors *__class__* renvoie la classe de l'objet spécifié. Ceci permet aux *mocks* de passer les tests *isinstance()*.
- *spec_set* : variante plus stricte de *spec*. S'il est utilisé, essayer d'utiliser la fonction *set* ou tenter d'accéder à un attribut sur le *mock* qui n'est pas sur l'objet passé comme *spec_set* lève une exception *AttributeError*.
- *side_effect* : fonction à appeler à chaque fois que le *Mock* est appelé. Voir l'attribut *side_effect*. Utile pour lever des exceptions ou modifier dynamiquement les valeurs de retour. La fonction est appelée avec les mêmes arguments que la fonction simulée et, à moins qu'elle ne renvoie *DEFAULT*, la valeur de retour de cette fonction devient la valeur de retour de la fonction simulée.
  side_effect peut être soit une classe, soit une instance d'exception. Dans ce cas, l'exception est levée lors de l'appel de l'objet simulacre.
  Si *side_effect* est un itérable alors chaque appel au *mock* renvoie la valeur suivante de l'itérable.
  Utilisez `None` pour remettre à zéro un *side_effect*.
- *return_value* : valeur renvoyée lors de l'appel de l'objet simulacre. Par défaut, il s'agit d'un nouveau *Mock* (créé lors du premier accès). Voir l'attribut *return_value*.
- *unsafe* : par défaut, si un attribut commence par *assert* ou *assret*, une exception *AttributeError* est levée. Le fait de passer `unsafe=True` permet d'accéder à ces attributs.
  Nouveau dans la version 3.5.
- *wraps* : élément que le simulacre doit simuler. Si *wraps* n'est pas `None` alors appeler *Mock* passe l'appel à l'objet simulé (renvoyant le résultat réel). L'accès à un attribut sur le *mock* renvoie un objet *Mock* qui simule l'attribut correspondant de l'objet simulé (donc essayer d'accéder à un attribut qui n'existe pas lève une exception *AttributeError*).
  Si l'objet simulacre a un ensemble explicite de *return_value* alors les appels ne sont pas passés à l'objet simulé et c'est *return_value* qui est renvoyée à la place.
- *name* : Si le *mock* a un nom, il est alors utilisé par la fonction *repr* du *mock*. C'est utile pour le débogage. Le nom est propagé aux enfants de l'objet *mock*.

Les *mocks* peuvent aussi être appelés avec des arguments par mots-clés arbitraires. Ceux-ci sont utilisés pour définir les attributs sur le *mock* après sa création. Voir la méthode *configure_mock()* pour plus de détails.

assert_called()

Asserter que le *mock* a été appelé au moins une fois.

```
>>> mock = Mock()
>>> mock.method()
<Mock name='mock.method()' id='...'>
>>> mock.method.assert_called()
```

Nouveau dans la version 3.6.

assert_called_once()

Asserter que le *mock* a été appelé exactement une fois.

```
>>> mock = Mock()
>>> mock.method()
<Mock name='mock.method()' id='...'>
>>> mock.method.assert_called_once()
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
>>> mock.method()
<Mock name='mock.method()' id='...'>
>>> mock.method.assert_called_once()
Traceback (most recent call last):
...
AssertionError: Expected 'method' to have been called once. Called 2 times.
```

Nouveau dans la version 3.6.

assert_called_with(**args*, ***kwargs*)

Cette méthode est un moyen pratique d'asserter que les appels sont effectués d'une manière particulière :

```
>>> mock = Mock()
>>> mock.method(1, 2, 3, test='wow')
<Mock name='mock.method()' id='...'>
>>> mock.method.assert_called_with(1, 2, 3, test='wow')
```

assert_called_once_with(**args*, ***kwargs*)

Asserter que le simulacre a été appelé exactement une fois et que cet appel était avec les arguments spécifiés.

```
>>> mock = Mock(return_value=None)
>>> mock('foo', bar='baz')
>>> mock.assert_called_once_with('foo', bar='baz')
>>> mock('other', bar='values')
>>> mock.assert_called_once_with('other', bar='values')
Traceback (most recent call last):
  ...
AssertionError: Expected 'mock' to be called once. Called 2 times.
```

assert_any_call(**args*, ***kwargs*)

Asserter que le simulacre a été appelé avec les arguments spécifiés.

Asserter que le simulacre a *bien* été appelé avec les arguments au cours de la vie du simulacre. Contrairement à *assert_called_with()* et *assert_called_once_with()* qui passent seulement si l'appel demandé correspond bien au dernier appel, et dans le cas de *assert_called_once_with()* l'appel au simulacre doit être unique.

```
>>> mock = Mock(return_value=None)
>>> mock(1, 2, arg='thing')
>>> mock('some', 'thing', 'else')
>>> mock.assert_any_call(1, 2, arg='thing')
```

assert_has_calls(*calls*, *any_order=False*)

Asserter que le simulacre a été appelé avec les appels spécifiés. L'attribut *mock_calls* est comparé à la liste des appels.

If *any_order* is false then the calls must be sequential. There can be extra calls before or after the specified calls.

Si *any_order* est vrai alors les appels peuvent être dans n'importe quel ordre, mais ils doivent tous apparaître dans *mock_calls*.

```
>>> mock = Mock(return_value=None)
>>> mock(1)
>>> mock(2)
>>> mock(3)
>>> mock(4)
>>> calls = [call(2), call(3)]
>>> mock.assert_has_calls(calls)
>>> calls = [call(4), call(2), call(3)]
>>> mock.assert_has_calls(calls, any_order=True)
```

assert_not_called()

Asserter que le simulacre n'a jamais été appelé.

```
>>> m = Mock()
>>> m.hello.assert_not_called()
>>> obj = m.hello()
>>> m.hello.assert_not_called()
Traceback (most recent call last):
  ...
AssertionError: Expected 'hello' to not have been called. Called 1 times.
```

Nouveau dans la version 3.5.

reset_mock(*, *return_value=False*, *side_effect=False*)

La méthode *reset_mock* réinitialise tous les attributs d'appel sur un simulacre :

```
>>> mock = Mock(return_value=None)
>>> mock('hello')
>>> mock.called
True
>>> mock.reset_mock()
>>> mock.called
False
```

Modifié dans la version 3.6 : Ajout de deux arguments nommés à la fonction *reset_mock*.

Utile pour faire une série d'assertions qui réutilisent le même objet. Attention *`reset_mock()` ne réinitialise pas* la valeur de retour, les *`side_effect`* ou tout attribut enfant que vous avez défini en utilisant l'affectation normale par défaut. Pour réinitialiser *return_value* ou *`side_effect`*, utiliser les paramètres correspondants avec la valeur `True`. Les simulacres enfants et le simulacre de valeur de retour (le cas échéant) seront également réinitialisés.

Note : *return_value*, et *`side_effect`* sont utilisable uniquement par arguments nommés.

---

mock_add_spec(*spec*, *spec_set=False*)

Ajoute une spécification à un simulacre. *spec* peut être un objet ou une liste de chaînes de caractères. Seuls les attributs de la spécification *spec* peuvent être récupérés en tant qu'attributs du simulacre.

Si *spec_set* est vrai, seuls les attributs de la spécification peuvent être définis.

attach_mock(*mock*, *attribute*)

Attache un simulacre comme attribut de l'instance courante, en remplaçant son nom et son parent. Les appels au simulacre attaché sont enregistrés dans les attributs *`method_calls`* et *`mock_calls`* de l'instance courante.

configure_mock(***kwargs*)

Définir les attributs sur le simulacre à l'aide d'arguments nommés.

Les attributs, les valeurs de retour et les effets de bords peuvent être définis sur des simulacres enfants en utilisant la notation par points standard et en dépaquetant un dictionnaire dans l'appel de méthode :

```
>>> mock = Mock()
>>> attrs = {'method.return_value': 3, 'other.side_effect': KeyError}
>>> mock.configure_mock(**attrs)
>>> mock.method()
3
>>> mock.other()
Traceback (most recent call last):
  ...
KeyError
```

La même chose peut être réalisée en utilisant le constructeur des simulacres :

```
>>> attrs = {'method.return_value': 3, 'other.side_effect': KeyError}
>>> mock = Mock(some_attribute='eggs', **attrs)
>>> mock.some_attribute
'eggs'
>>> mock.method()
3
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
>>> mock.other()
Traceback (most recent call last):
  ...
KeyError
```

configure_mock() existe pour faciliter la configuration après la création du simulacre.

__dir__()

Les objets *Mock* limitent les résultats de `dir(un_mock)` à des résultats utiles. Pour les simulacres avec une spécification *spec*, cela inclut tous les attributs autorisés du simulacre.

Voir *FILTER_DIR* pour savoir ce que fait ce filtrage, et comment le désactiver.

_get_child_mock(***kw*)

Crée les simulacres enfants pour les attributs et la valeur de retour. Par défaut, les objets simulacre enfants sont du même type que le parent. Les sous-classes de *Mock* peuvent surcharger cette méthode pour personnaliser la façon dont les simulacres enfants sont créés.

Pour les simulacres non appelables, la variante appelable est utilisée (plutôt qu'une sous-classe personnalisée).

called

Un booléen représentant si le simulacre a bien été appelé ou non :

```
>>> mock = Mock(return_value=None)
>>> mock.called
False
>>> mock()
>>> mock.called
True
```

call_count

Un entier indiquant combien de fois le simulacre a été appelé :

```
>>> mock = Mock(return_value=None)
>>> mock.call_count
0
>>> mock()
>>> mock()
>>> mock.call_count
2
```

return_value

Définir cette option pour configurer la valeur renvoyé par appel du simulacre :

```
>>> mock = Mock()
>>> mock.return_value = 'fish'
>>> mock()
'fish'
```

La valeur de revoie par défaut est un simulacre configurable normalement :

```
>>> mock = Mock()
>>> mock.return_value.attribute = sentinel.Attribute
>>> mock.return_value()
<Mock name='mock()()' id='...'>
>>> mock.return_value.assert_called_with()
```

L'attribut *return_value* peut également être défini dans le constructeur :

```
>>> mock = Mock(return_value=3)
>>> mock.return_value
3
>>> mock()
3
```

side_effect

C'est soit une fonction à appeler lors de l'appel du simulacre, soit une exception (classe ou instance) à lever.

Si vous passez une fonction, elle est appelée avec les mêmes arguments que la fonction simulée et à moins que la fonction ne renvoie le singleton *DEFAULT* l'appel le la fonction simulée renvoie ce que la fonction renvoie. Si la fonction renvoie *DEFAULT* alors le simulacre renvoie sa valeur normale (celle de *return_value*).

Si vous passez un itérable, il est utilisé pour récupérer un itérateur qui doit renvoyer une valeur à chaque appel. Cette valeur peut être soit une instance d'exception à lever, soit une valeur à renvoyer à l'appel au simulacre (le traitement *DEFAULT* est identique au renvoie de la fonction simulée).

Un exemple d'un simulacre qui lève une exception (pour tester la gestion des exceptions d'une API) :

```
>>> mock = Mock()
>>> mock.side_effect = Exception('Boom!')
>>> mock()
Traceback (most recent call last):
  ...
Exception: Boom!
```

Utiliser *side_effect* pour renvoyer une séquence de valeurs :

```
>>> mock = Mock()
>>> mock.side_effect = [3, 2, 1]
>>> mock(), mock(), mock()
(3, 2, 1)
```

Utilisation d'un objet appelable :

```
>>> mock = Mock(return_value=3)
>>> def side_effect(*args, **kwargs):
...     return DEFAULT
...
>>> mock.side_effect = side_effect
>>> mock()
3
```

Un attribut *side_effect* peut être défini dans le constructeur. Voici un exemple qui ajoute un à la valeur du simulacre appelé et qui le renvoie :

```
>>> side_effect = lambda value: value + 1
>>> mock = Mock(side_effect=side_effect)
>>> mock(3)
4
>>> mock(-8)
-7
```

Positionner *side_effect* sur `None` l'efface :

```
>>> m = Mock(side_effect=KeyError, return_value=3)
>>> m()
Traceback (most recent call last):
 ...
KeyError
>>> m.side_effect = None
>>> m()
3
```

call_args

C'est soit `None` (si le simulacre n'a pas été appelé), soit les arguments avec lesquels le simulacre a été appelé en dernier. Le retour est sous la forme d'un tuple : le premier élément est l'ensemble des arguments ordonnés avec lequel le simulacre a été appelé (ou un tuple vide) et le second élément est l'ensemble des arguments nommés (ou un dictionnaire vide).

```
>>> mock = Mock(return_value=None)
>>> print(mock.call_args)
None
>>> mock()
>>> mock.call_args
call()
>>> mock.call_args == ()
True
>>> mock(3, 4)
>>> mock.call_args
call(3, 4)
>>> mock.call_args == ((3, 4),)
True
>>> mock(3, 4, 5, key='fish', next='w00t!')
>>> mock.call_args
call(3, 4, 5, key='fish', next='w00t!')
```

L'attribut *call_args*, ainsi que les éléments des listes *call_args_list*, *method_calls* et *mock_calls* sont des objets *call*. Ce sont des tuples, que l'on peut dépaqueter afin de faire des affirmations plus complexes sur chacun des arguments. Voir *appels comme tuples*.

call_args_list

This is a list of all the calls made to the mock object in sequence (so the length of the list is the number of times it has been called). Before any calls have been made it is an empty list. The *call* object can be used for conveniently constructing lists of calls to compare with *call_args_list*.

```
>>> mock = Mock(return_value=None)
>>> mock()
>>> mock(3, 4)
>>> mock(key='fish', next='w00t!')
>>> mock.call_args_list
[call(), call(3, 4), call(key='fish', next='w00t!')]
>>> expected = [(), ((3, 4),), ({'key': 'fish', 'next': 'w00t!'},)]
>>> mock.call_args_list == expected
True
```

Members of *call_args_list* are *call* objects. These can be unpacked as tuples to get at the individual arguments. See *calls as tuples*.

method_calls

As well as tracking calls to themselves, mocks also track calls to methods and attributes, and *their* methods and attributes :

```
>>> mock = Mock()
>>> mock.method()
<Mock name='mock.method()' id='...'>
>>> mock.property.method.attribute()
<Mock name='mock.property.method.attribute()' id='...'>
>>> mock.method_calls
[call.method(), call.property.method.attribute()]
```

Members of *method_calls* are *call* objects. These can be unpacked as tuples to get at the individual arguments. See *calls as tuples*.

mock_calls

mock_calls records *all* calls to the mock object, its methods, magic methods *and* return value mocks.

```
>>> mock = MagicMock()
>>> result = mock(1, 2, 3)
>>> mock.first(a=3)
<MagicMock name='mock.first()' id='...'>
>>> mock.second()
<MagicMock name='mock.second()' id='...'>
>>> int(mock)
1
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
>>> result(1)
<MagicMock name='mock()()' id='...'>
>>> expected = [call(1, 2, 3), call.first(a=3), call.second(),
... call.__int__(), call()(1)]
>>> mock.mock_calls == expected
True
```

Members of *mock_calls* are *call* objects. These can be unpacked as tuples to get at the individual arguments. See *calls as tuples*.

Note : The way *mock_calls* are recorded means that where nested calls are made, the parameters of ancestor calls are not recorded and so will always compare equal :

```
>>> mock = MagicMock()
>>> mock.top(a=3).bottom()
<MagicMock name='mock.top().bottom()' id='...'>
>>> mock.mock_calls
[call.top(a=3), call.top().bottom()]
>>> mock.mock_calls[-1] == call.top(a=-1).bottom()
True
```

__class__

Normally the *__class__* attribute of an object will return its type. For a mock object with a `spec`, `__class__` returns the spec class instead. This allows mock objects to pass *isinstance()* tests for the object they are replacing / masquerading as :

```
>>> mock = Mock(spec=3)
>>> isinstance(mock, int)
True
```

__class__ is assignable to, this allows a mock to pass an *isinstance()* check without forcing you to use a spec :

```
>>> mock = Mock()
>>> mock.__class__ = dict
>>> isinstance(mock, dict)
True
```

class unittest.mock.**NonCallableMock**(*spec=None*, *wraps=None*, *name=None*, *spec_set=None*, ***kwargs*)

A non-callable version of *Mock*. The constructor parameters have the same meaning of *Mock*, with the exception of *return_value* and *side_effect* which have no meaning on a non-callable mock.

Mock objects that use a class or an instance as a `spec` or `spec_set` are able to pass *isinstance()* tests :

```
>>> mock = Mock(spec=SomeClass)
>>> isinstance(mock, SomeClass)
True
>>> mock = Mock(spec_set=SomeClass())
>>> isinstance(mock, SomeClass)
True
```

The *Mock* classes have support for mocking magic methods. See *magic methods* for the full details.

The mock classes and the *patch()* decorators all take arbitrary keyword arguments for configuration. For the *patch()* decorators the keywords are passed to the constructor of the mock being created. The keyword arguments are for configuring attributes of the mock :

```
>>> m = MagicMock(attribute=3, other='fish')
>>> m.attribute
3
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
>>> m.other
'fish'
```

The return value and side effect of child mocks can be set in the same way, using dotted notation. As you can't use dotted names directly in a call you have to create a dictionary and unpack it using ** :

```
>>> attrs = {'method.return_value': 3, 'other.side_effect': KeyError}
>>> mock = Mock(some_attribute='eggs', **attrs)
>>> mock.some_attribute
'eggs'
>>> mock.method()
3
>>> mock.other()
Traceback (most recent call last):
  ...
KeyError
```

A callable mock which was created with a *spec* (or a *spec_set*) will introspect the specification object's signature when matching calls to the mock. Therefore, it can match the actual call's arguments regardless of whether they were passed positionally or by name :

```
>>> def f(a, b, c): pass
...
>>> mock = Mock(spec=f)
>>> mock(1, 2, c=3)
<Mock name='mock()' id='140161580456576'>
>>> mock.assert_called_with(1, 2, 3)
>>> mock.assert_called_with(a=1, b=2, c=3)
```

This applies to *assert_called_with()*, *assert_called_once_with()*, *assert_has_calls()* and *assert_any_call()*. When *Autospeccing*, it will also apply to method calls on the mock object.

Modifié dans la version 3.4 : Added signature introspection on specced and autospecced mock objects.

class unittest.mock.**PropertyMock**(**args*, ***kwargs*)

A mock intended to be used as a property, or other descriptor, on a class. *PropertyMock* provides __get__() and __set__() methods so you can specify a return value when it is fetched.

Fetching a *PropertyMock* instance from an object calls the mock, with no args. Setting it calls the mock with the value being set.

```
>>> class Foo:
...     @property
...     def foo(self):
...         return 'something'
...     @foo.setter
...     def foo(self, value):
...         pass
...
>>> with patch('__main__.Foo.foo', new_callable=PropertyMock) as mock_foo:
...     mock_foo.return_value = 'mockity-mock'
...     this_foo = Foo()
...     print(this_foo.foo)
...     this_foo.foo = 6
...
mockity-mock
>>> mock_foo.mock_calls
[call(), call(6)]
```

Because of the way mock attributes are stored you can't directly attach a *PropertyMock* to a mock object. Instead you can attach it to the mock type object :

```
>>> m = MagicMock()
>>> p = PropertyMock(return_value=3)
>>> type(m).foo = p
>>> m.foo
3
>>> p.assert_called_once_with()
```

Calling

Mock objects are callable. The call will return the value set as the *return_value* attribute. The default return value is a new Mock object ; it is created the first time the return value is accessed (either explicitly or by calling the Mock) - but it is stored and the same one returned each time.

Calls made to the object will be recorded in the attributes like *call_args* and *call_args_list*.

If *side_effect* is set then it will be called after the call has been recorded, so if side_effect raises an exception the call is still recorded.

The simplest way to make a mock raise an exception when called is to make *side_effect* an exception class or instance :

```
>>> m = MagicMock(side_effect=IndexError)
>>> m(1, 2, 3)
Traceback (most recent call last):
  ...
IndexError
>>> m.mock_calls
[call(1, 2, 3)]
>>> m.side_effect = KeyError('Bang!')
>>> m('two', 'three', 'four')
Traceback (most recent call last):
  ...
KeyError: 'Bang!'
>>> m.mock_calls
[call(1, 2, 3), call('two', 'three', 'four')]
```

If side_effect is a function then whatever that function returns is what calls to the mock return. The side_effect function is called with the same arguments as the mock. This allows you to vary the return value of the call dynamically, based on the input :

```
>>> def side_effect(value):
...     return value + 1
...
>>> m = MagicMock(side_effect=side_effect)
>>> m(1)
2
>>> m(2)
3
>>> m.mock_calls
[call(1), call(2)]
```

If you want the mock to still return the default return value (a new mock), or any set return value, then there are two ways of doing this. Either return mock.return_value from inside side_effect, or return *DEFAULT* :

```
>>> m = MagicMock()
>>> def side_effect(*args, **kwargs):
...     return m.return_value
...
>>> m.side_effect = side_effect
>>> m.return_value = 3
>>> m()
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
3
>>> def side_effect(*args, **kwargs):
...     return DEFAULT
...
>>> m.side_effect = side_effect
>>> m()
3
```

To remove a `side_effect`, and return to the default behaviour, set the `side_effect` to `None` :

```
>>> m = MagicMock(return_value=6)
>>> def side_effect(*args, **kwargs):
...     return 3
...
>>> m.side_effect = side_effect
>>> m()
3
>>> m.side_effect = None
>>> m()
6
```

The `side_effect` can also be any iterable object. Repeated calls to the mock will return values from the iterable (until the iterable is exhausted and a *`StopIteration`* is raised) :

```
>>> m = MagicMock(side_effect=[1, 2, 3])
>>> m()
1
>>> m()
2
>>> m()
3
>>> m()
Traceback (most recent call last):
  ...
StopIteration
```

If any members of the iterable are exceptions they will be raised instead of returned :

```
>>> iterable = (33, ValueError, 66)
>>> m = MagicMock(side_effect=iterable)
>>> m()
33
>>> m()
Traceback (most recent call last):
 ...
ValueError
>>> m()
66
```

Deleting Attributes

Mock objects create attributes on demand. This allows them to pretend to be objects of any type.

You may want a mock object to return `False` to a *`hasattr()`* call, or raise an *`AttributeError`* when an attribute is fetched. You can do this by providing an object as a `spec` for a mock, but that isn't always convenient.

You "block" attributes by deleting them. Once deleted, accessing an attribute will raise an *`AttributeError`*.

```
>>> mock = MagicMock()
>>> hasattr(mock, 'm')
True
>>> del mock.m
>>> hasattr(mock, 'm')
False
>>> del mock.f
>>> mock.f
Traceback (most recent call last):
    ...
AttributeError: f
```

Mock names and the name attribute

Since "name" is an argument to the *`Mock`* constructor, if you want your mock object to have a "name" attribute you can't just pass it in at creation time. There are two alternatives. One option is to use *`configure_mock()`* :

```
>>> mock = MagicMock()
>>> mock.configure_mock(name='my_name')
>>> mock.name
'my_name'
```

A simpler option is to simply set the "name" attribute after mock creation :

```
>>> mock = MagicMock()
>>> mock.name = "foo"
```

Attaching Mocks as Attributes

When you attach a mock as an attribute of another mock (or as the return value) it becomes a "child" of that mock. Calls to the child are recorded in the *`method_calls`* and *`mock_calls`* attributes of the parent. This is useful for configuring child mocks and then attaching them to the parent, or for attaching mocks to a parent that records all calls to the children and allows you to make assertions about the order of calls between mocks :

```
>>> parent = MagicMock()
>>> child1 = MagicMock(return_value=None)
>>> child2 = MagicMock(return_value=None)
>>> parent.child1 = child1
>>> parent.child2 = child2
>>> child1(1)
>>> child2(2)
>>> parent.mock_calls
[call.child1(1), call.child2(2)]
```

The exception to this is if the mock has a name. This allows you to prevent the "parenting" if for some reason you don't want it to happen.

```
>>> mock = MagicMock()
>>> not_a_child = MagicMock(name='not-a-child')
>>> mock.attribute = not_a_child
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
>>> mock.attribute()
<MagicMock name='not-a-child()' id='...'>
>>> mock.mock_calls
[]
```

Mocks created for you by *patch()* are automatically given names. To attach mocks that have names to a parent you use the *attach_mock()* method :

```
>>> thing1 = object()
>>> thing2 = object()
>>> parent = MagicMock()
>>> with patch('__main__.thing1', return_value=None) as child1:
...     with patch('__main__.thing2', return_value=None) as child2:
...         parent.attach_mock(child1, 'child1')
...         parent.attach_mock(child2, 'child2')
...         child1('one')
...         child2('two')
...
>>> parent.mock_calls
[call.child1('one'), call.child2('two')]
```

27.5.3 The patchers

The patch decorators are used for patching objects only within the scope of the function they decorate. They automatically handle the unpatching for you, even if exceptions are raised. All of these functions can also be used in with statements or as class decorators.

patch

Note : *patch()* is straightforward to use. The key is to do the patching in the right namespace. See the section *where to patch*.

---

unittest.mock.**patch**(*target*, *new=DEFAULT*, *spec=None*, *create=False*, *spec_set=None*, *autospec=None*, *new_callable=None*, ***kwargs*)

patch() acts as a function decorator, class decorator or a context manager. Inside the body of the function or with statement, the *target* is patched with a *new* object. When the function/with statement exits the patch is undone.

If *new* is omitted, then the target is replaced with a *MagicMock*. If *patch()* is used as a decorator and *new* is omitted, the created mock is passed in as an extra argument to the decorated function. If *patch()* is used as a context manager the created mock is returned by the context manager.

target should be a string in the form `'package.module.ClassName'`. The *target* is imported and the specified object replaced with the *new* object, so the *target* must be importable from the environment you are calling *patch()* from. The target is imported when the decorated function is executed, not at decoration time.

The *spec* and *spec_set* keyword arguments are passed to the *MagicMock* if patch is creating one for you.

In addition you can pass `spec=True` or `spec_set=True`, which causes patch to pass in the object being mocked as the spec/spec_set object.

new_callable allows you to specify a different class, or callable object, that will be called to create the *new* object. By default *MagicMock* is used.

A more powerful form of *spec* is *autospec*. If you set `autospec=True` then the mock will be created with a spec from the object being replaced. All attributes of the mock will also have the spec of the corresponding attribute of the object being replaced. Methods and functions being mocked will have their arguments checked and will raise a *TypeError* if they are called with the wrong signature. For mocks replacing a class, their

return value (the 'instance') will have the same spec as the class. See the *create_autospec()* function and *Autospeccing*.

Instead of `autospec=True` you can pass `autospec=some_object` to use an arbitrary object as the spec instead of the one being replaced.

By default *patch()* will fail to replace attributes that don't exist. If you pass in `create=True`, and the attribute doesn't exist, patch will create the attribute for you when the patched function is called, and delete it again after the patched function has exited. This is useful for writing tests against attributes that your production code creates at runtime. It is off by default because it can be dangerous. With it switched on you can write passing tests against APIs that don't actually exist !

Note : Modifié dans la version 3.5 : If you are patching builtins in a module then you don't need to pass `create=True`, it will be added by default.

Patch can be used as a `TestCase` class decorator. It works by decorating each test method in the class. This reduces the boilerplate code when your test methods share a common patchings set. *patch()* finds tests by looking for method names that start with `patch.TEST_PREFIX`. By default this is `'test'`, which matches the way *unittest* finds tests. You can specify an alternative prefix by setting `patch.TEST_PREFIX`.

Patch can be used as a context manager, with the with statement. Here the patching applies to the indented block after the with statement. If you use "as" then the patched object will be bound to the name after the "as"; very useful if *patch()* is creating a mock object for you.

patch() takes arbitrary keyword arguments. These will be passed to the *Mock* (or *new_callable*) on construction.

`patch.dict(...)`, `patch.multiple(...)` and `patch.object(...)` are available for alternate use-cases.

patch() as function decorator, creating the mock for you and passing it into the decorated function :

```
>>> @patch('__main__.SomeClass')
... def function(normal_argument, mock_class):
...     print(mock_class is SomeClass)
...
>>> function(None)
True
```

Patching a class replaces the class with a *MagicMock* *instance*. If the class is instantiated in the code under test then it will be the *return_value* of the mock that will be used.

If the class is instantiated multiple times you could use *side_effect* to return a new mock each time. Alternatively you can set the *return_value* to be anything you want.

To configure return values on methods of *instances* on the patched class you must do this on the `return_value`. For example :

```
>>> class Class:
...     def method(self):
...         pass
...
>>> with patch('__main__.Class') as MockClass:
...     instance = MockClass.return_value
...     instance.method.return_value = 'foo'
...     assert Class() is instance
...     assert Class().method() == 'foo'
...
```

If you use *spec* or *spec_set* and *patch()* is replacing a *class*, then the return value of the created mock will have the same spec.

```
>>> Original = Class
>>> patcher = patch('__main__.Class', spec=True)
>>> MockClass = patcher.start()
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
>>> instance = MockClass()
>>> assert isinstance(instance, Original)
>>> patcher.stop()
```

The *new_callable* argument is useful where you want to use an alternative class to the default *MagicMock* for the created mock. For example, if you wanted a *NonCallableMock* to be used :

```
>>> thing = object()
>>> with patch('__main__.thing', new_callable=NonCallableMock) as mock_thing:
...     assert thing is mock_thing
...     thing()
...
Traceback (most recent call last):
  ...
TypeError: 'NonCallableMock' object is not callable
```

Another use case might be to replace an object with an *io.StringIO* instance :

```
>>> from io import StringIO
>>> def foo():
...     print('Something')
...
>>> @patch('sys.stdout', new_callable=StringIO)
... def test(mock_stdout):
...     foo()
...     assert mock_stdout.getvalue() == 'Something\n'
...
>>> test()
```

When *patch()* is creating a mock for you, it is common that the first thing you need to do is to configure the mock. Some of that configuration can be done in the call to patch. Any arbitrary keywords you pass into the call will be used to set attributes on the created mock :

```
>>> patcher = patch('__main__.thing', first='one', second='two')
>>> mock_thing = patcher.start()
>>> mock_thing.first
'one'
>>> mock_thing.second
'two'
```

As well as attributes on the created mock attributes, like the *return_value* and *side_effect*, of child mocks can also be configured. These aren't syntactically valid to pass in directly as keyword arguments, but a dictionary with these as keys can still be expanded into a *patch()* call using ** :

```
>>> config = {'method.return_value': 3, 'other.side_effect': KeyError}
>>> patcher = patch('__main__.thing', **config)
>>> mock_thing = patcher.start()
>>> mock_thing.method()
3
>>> mock_thing.other()
Traceback (most recent call last):
  ...
KeyError
```

By default, attempting to patch a function in a module (or a method or an attribute in a class) that does not exist will fail with *AttributeError* :

```
>>> @patch('sys.non_existing_attribute', 42)
... def test():
...     assert sys.non_existing_attribute == 42
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
...
>>> test()
Traceback (most recent call last):
  ...
AttributeError: <module 'sys' (built-in)> does not have the attribute 'non_existing
↪'
```

but adding `create=True` in the call to *patch()* will make the previous example work as expected :

```
>>> @patch('sys.non_existing_attribute', 42, create=True)
... def test(mock_stdout):
...     assert sys.non_existing_attribute == 42
...
>>> test()
```

patch.object

patch.**object**(*target*, *attribute*, *new=DEFAULT*, *spec=None*, *create=False*, *spec_set=None*, *autospec=None*, *new_callable=None*, ***kwargs*)

patch the named member (*attribute*) on an object (*target*) with a mock object.

patch.object() can be used as a decorator, class decorator or a context manager. Arguments *new*, *spec*, *create*, *spec_set*, *autospec* and *new_callable* have the same meaning as for *patch()*. Like *patch()*, *patch.object()* takes arbitrary keyword arguments for configuring the mock object it creates.

When used as a class decorator *patch.object()* honours `patch.TEST_PREFIX` for choosing which methods to wrap.

You can either call *patch.object()* with three arguments or two arguments. The three argument form takes the object to be patched, the attribute name and the object to replace the attribute with.

When calling with the two argument form you omit the replacement object, and a mock is created for you and passed in as an extra argument to the decorated function :

```
>>> @patch.object(SomeClass, 'class_method')
... def test(mock_method):
...     SomeClass.class_method(3)
...     mock_method.assert_called_with(3)
...
>>> test()
```

spec, *create* and the other arguments to *patch.object()* have the same meaning as they do for *patch()*.

patch.dict

patch.**dict**(*in_dict*, *values=()*, *clear=False*, ***kwargs*)

Patch a dictionary, or dictionary like object, and restore the dictionary to its original state after the test.

in_dict can be a dictionary or a mapping like container. If it is a mapping then it must at least support getting, setting and deleting items plus iterating over keys.

in_dict can also be a string specifying the name of the dictionary, which will then be fetched by importing it.

values can be a dictionary of values to set in the dictionary. *values* can also be an iterable of `(key, value)` pairs.

If *clear* is true then the dictionary will be cleared before the new values are set.

patch.dict() can also be called with arbitrary keyword arguments to set values in the dictionary.

patch.dict() can be used as a context manager, decorator or class decorator. When used as a class decorator *patch.dict()* honours `patch.TEST_PREFIX` for choosing which methods to wrap.

patch.dict() can be used to add members to a dictionary, or simply let a test change a dictionary, and ensure the dictionary is restored when the test ends.

```
>>> foo = {}
>>> with patch.dict(foo, {'newkey': 'newvalue'}):
...     assert foo == {'newkey': 'newvalue'}
...
>>> assert foo == {}
```

```
>>> import os
>>> with patch.dict('os.environ', {'newkey': 'newvalue'}):
...     print(os.environ['newkey'])
...
newvalue
>>> assert 'newkey' not in os.environ
```

Keywords can be used in the *patch.dict()* call to set values in the dictionary :

```
>>> mymodule = MagicMock()
>>> mymodule.function.return_value = 'fish'
>>> with patch.dict('sys.modules', mymodule=mymodule):
...     import mymodule
...     mymodule.function('some', 'args')
...
'fish'
```

patch.dict() can be used with dictionary like objects that aren't actually dictionaries. At the very minimum they must support item getting, setting, deleting and either iteration or membership test. This corresponds to the magic methods `__getitem__()`, `__setitem__()`, `__delitem__()` and either `__iter__()` or `__contains__()`.

```
>>> class Container:
...     def __init__(self):
...         self.values = {}
...     def __getitem__(self, name):
...         return self.values[name]
...     def __setitem__(self, name, value):
...         self.values[name] = value
...     def __delitem__(self, name):
...         del self.values[name]
...     def __iter__(self):
...         return iter(self.values)
...
>>> thing = Container()
>>> thing['one'] = 1
>>> with patch.dict(thing, one=2, two=3):
...     assert thing['one'] == 2
...     assert thing['two'] == 3
...
>>> assert thing['one'] == 1
>>> assert list(thing) == ['one']
```

patch.multiple

patch.**multiple**(*target*, *spec=None*, *create=False*, *spec_set=None*, *autospec=None*, *new_callable=None*, ***kwargs*)

Perform multiple patches in a single call. It takes the object to be patched (either as an object or a string to fetch the object by importing) and keyword arguments for the patches :

```
with patch.multiple(settings, FIRST_PATCH='one', SECOND_PATCH='two'):
    ...
```

Use *DEFAULT* as the value if you want *patch.multiple()* to create mocks for you. In this case the

created mocks are passed into a decorated function by keyword, and a dictionary is returned when *patch.multiple()* is used as a context manager.

patch.multiple() can be used as a decorator, class decorator or a context manager. The arguments *spec*, *spec_set*, *create*, *autospec* and *new_callable* have the same meaning as for *patch()*. These arguments will be applied to *all* patches done by *patch.multiple()*.

When used as a class decorator *patch.multiple()* honours `patch.TEST_PREFIX` for choosing which methods to wrap.

If you want *patch.multiple()* to create mocks for you, then you can use *DEFAULT* as the value. If you use *patch.multiple()* as a decorator then the created mocks are passed into the decorated function by keyword.

```
>>> thing = object()
>>> other = object()
```

```
>>> @patch.multiple('__main__', thing=DEFAULT, other=DEFAULT)
... def test_function(thing, other):
...     assert isinstance(thing, MagicMock)
...     assert isinstance(other, MagicMock)
...
>>> test_function()
```

patch.multiple() can be nested with other `patch` decorators, but put arguments passed by keyword *after* any of the standard arguments created by *patch()* :

```
>>> @patch('sys.exit')
... @patch.multiple('__main__', thing=DEFAULT, other=DEFAULT)
... def test_function(mock_exit, other, thing):
...     assert 'other' in repr(other)
...     assert 'thing' in repr(thing)
...     assert 'exit' in repr(mock_exit)
...
>>> test_function()
```

If *patch.multiple()* is used as a context manager, the value returned by the context manager is a dictionary where created mocks are keyed by name :

```
>>> with patch.multiple('__main__', thing=DEFAULT, other=DEFAULT) as values:
...     assert 'other' in repr(values['other'])
...     assert 'thing' in repr(values['thing'])
...     assert values['thing'] is thing
...     assert values['other'] is other
...
```

patch methods : start and stop

All the patchers have `start()` and `stop()` methods. These make it simpler to do patching in `setUp` methods or where you want to do multiple patches without nesting decorators or with statements.

To use them call *patch()*, *patch.object()* or *patch.dict()* as normal and keep a reference to the returned `patcher` object. You can then call `start()` to put the patch in place and `stop()` to undo it.

If you are using *patch()* to create a mock for you then it will be returned by the call to `patcher.start`.

```
>>> patcher = patch('package.module.ClassName')
>>> from package import module
>>> original = module.ClassName
>>> new_mock = patcher.start()
>>> assert module.ClassName is not original
>>> assert module.ClassName is new_mock
>>> patcher.stop()
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
>>> assert module.ClassName is original
>>> assert module.ClassName is not new_mock
```

A typical use case for this might be for doing multiple patches in the `setUp` method of a `TestCase` :

```
>>> class MyTest(TestCase):
...     def setUp(self):
...         self.patcher1 = patch('package.module.Class1')
...         self.patcher2 = patch('package.module.Class2')
...         self.MockClass1 = self.patcher1.start()
...         self.MockClass2 = self.patcher2.start()
...
...     def tearDown(self):
...         self.patcher1.stop()
...         self.patcher2.stop()
...
...     def test_something(self):
...         assert package.module.Class1 is self.MockClass1
...         assert package.module.Class2 is self.MockClass2
...
>>> MyTest('test_something').run()
```

Prudence : If you use this technique you must ensure that the patching is "undone" by calling `stop`. This can be fiddlier than you might think, because if an exception is raised in the `setUp` then `tearDown` is not called. *`unittest.TestCase.addCleanup()`* makes this easier :

```
>>> class MyTest(TestCase):
...     def setUp(self):
...         patcher = patch('package.module.Class')
...         self.MockClass = patcher.start()
...         self.addCleanup(patcher.stop)
...
...     def test_something(self):
...         assert package.module.Class is self.MockClass
...
```

As an added bonus you no longer need to keep a reference to the `patcher` object.

It is also possible to stop all patches which have been started by using *`patch.stopall()`*.

`patch.`**`stopall`**`()`
Stop all active patches. Only stops patches started with `start`.

patch builtins

You can patch any builtins within a module. The following example patches builtin *`ord()`* :

```
>>> @patch('__main__.ord')
... def test(mock_ord):
...     mock_ord.return_value = 101
...     print(ord('c'))
...
>>> test()
101
```

TEST_PREFIX

All of the patchers can be used as class decorators. When used in this way they wrap every test method on the class. The patchers recognise methods that start with `'test'` as being test methods. This is the same way that the *unittest.TestLoader* finds test methods by default.

It is possible that you want to use a different prefix for your tests. You can inform the patchers of the different prefix by setting `patch.TEST_PREFIX`:

```
>>> patch.TEST_PREFIX = 'foo'
>>> value = 3
>>>
>>> @patch('__main__.value', 'not three')
... class Thing:
...     def foo_one(self):
...         print(value)
...     def foo_two(self):
...         print(value)
...
>>>
>>> Thing().foo_one()
not three
>>> Thing().foo_two()
not three
>>> value
3
```

Nesting Patch Decorators

If you want to perform multiple patches then you can simply stack up the decorators.

You can stack up multiple patch decorators using this pattern :

```
>>> @patch.object(SomeClass, 'class_method')
... @patch.object(SomeClass, 'static_method')
... def test(mock1, mock2):
...     assert SomeClass.static_method is mock1
...     assert SomeClass.class_method is mock2
...     SomeClass.static_method('foo')
...     SomeClass.class_method('bar')
...     return mock1, mock2
...
>>> mock1, mock2 = test()
>>> mock1.assert_called_once_with('foo')
>>> mock2.assert_called_once_with('bar')
```

Note that the decorators are applied from the bottom upwards. This is the standard way that Python applies decorators. The order of the created mocks passed into your test function matches this order.

Where to patch

patch() works by (temporarily) changing the object that a *name* points to with another one. There can be many names pointing to any individual object, so for patching to work you must ensure that you patch the name used by the system under test.

The basic principle is that you patch where an object is *looked up*, which is not necessarily the same place as where it is defined. A couple of examples will help to clarify this.

Imagine we have a project that we want to test with the following structure :

```
a.py
    -> Defines SomeClass

b.py
    -> from a import SomeClass
    -> some_function instantiates SomeClass
```

Now we want to test `some_function` but we want to mock out `SomeClass` using *`patch()`*. The problem is that when we import module b, which we will have to do then it imports `SomeClass` from module a. If we use *`patch()`* to mock out `a.SomeClass` then it will have no effect on our test; module b already has a reference to the *real* `SomeClass` and it looks like our patching had no effect.

The key is to patch out `SomeClass` where it is used (or where it is looked up). In this case `some_function` will actually look up `SomeClass` in module b, where we have imported it. The patching should look like :

```
@patch('b.SomeClass')
```

However, consider the alternative scenario where instead of `from a import SomeClass` module b does `import a` and `some_function` uses `a.SomeClass`. Both of these import forms are common. In this case the class we want to patch is being looked up in the module and so we have to patch `a.SomeClass` instead :

```
@patch('a.SomeClass')
```

Patching Descriptors and Proxy Objects

Both *patch* and *patch.object* correctly patch and restore descriptors : class methods, static methods and properties. You should patch these on the *class* rather than an instance. They also work with *some* objects that proxy attribute access, like the django settings object.

27.5.4 MagicMock and magic method support

Mocking Magic Methods

`Mock` supports mocking the Python protocol methods, also known as "magic methods". This allows mock objects to replace containers or other objects that implement Python protocols.

Because magic methods are looked up differently from normal methods [2], this support has been specially implemented. This means that only specific magic methods are supported. The supported list includes *almost* all of them. If there are any missing that you need please let us know.

You mock magic methods by setting the method you are interested in to a function or a mock instance. If you are using a function then it *must* take `self` as the first argument [3].

```
>>> def __str__(self):
...     return 'fooble'
...
>>> mock = Mock()
>>> mock.__str__ = __str__
>>> str(mock)
'fooble'
```

```
>>> mock = Mock()
>>> mock.__str__ = Mock()
>>> mock.__str__.return_value = 'fooble'
```

(suite sur la page suivante)

2. Magic methods *should* be looked up on the class rather than the instance. Different versions of Python are inconsistent about applying this rule. The supported protocol methods should work with all supported versions of Python.
3. The function is basically hooked up to the class, but each `Mock` instance is kept isolated from the others.

(suite de la page précédente)

```
>>> str(mock)
'fooble'
```

```
>>> mock = Mock()
>>> mock.__iter__ = Mock(return_value=iter([]))
>>> list(mock)
[]
```

One use case for this is for mocking objects used as context managers in a `with` statement :

```
>>> mock = Mock()
>>> mock.__enter__ = Mock(return_value='foo')
>>> mock.__exit__ = Mock(return_value=False)
>>> with mock as m:
...     assert m == 'foo'
...
>>> mock.__enter__.assert_called_with()
>>> mock.__exit__.assert_called_with(None, None, None)
```

Calls to magic methods do not appear in *method_calls*, but they are recorded in *mock_calls*.

Note : If you use the *spec* keyword argument to create a mock then attempting to set a magic method that isn't in the spec will raise an *AttributeError*.

The full list of supported magic methods is :

- `__hash__`, `__sizeof__`, `__repr__` and `__str__`
- `__dir__`, `__format__` et `__subclasses__`
- `__floor__`, `__trunc__` et `__ceil__`
- Comparisons : `__lt__`, `__gt__`, `__le__`, `__ge__`, `__eq__` and `__ne__`
- Container methods : `__getitem__`, `__setitem__`, `__delitem__`, `__contains__`, `__len__`, `__iter__`, `__reversed__` and `__missing__`
- Context manager : `__enter__` and `__exit__`
- Unary numeric methods : `__neg__`, `__pos__` and `__invert__`
- The numeric methods (including right hand and in-place variants) : `__add__`, `__sub__`, `__mul__`, `__matmul__`, `__div__`, `__truediv__`, `__floordiv__`, `__mod__`, `__divmod__`, `__lshift__`, `__rshift__`, `__and__`, `__xor__`, `__or__`, and `__pow__`
- Numeric conversion methods : `__complex__`, `__int__`, `__float__` and `__index__`
- Descriptor methods : `__get__`, `__set__` and `__delete__`
- Pickling : `__reduce__`, `__reduce_ex__`, `__getinitargs__`, `__getnewargs__`, `__getstate__` and `__setstate__`

The following methods exist but are *not* supported as they are either in use by mock, can't be set dynamically, or can cause problems :

- `__getattr__`, `__setattr__`, `__init__` and `__new__`
- `__prepare__`, `__instancecheck__`, `__subclasscheck__`, `__del__`

Magic Mock

There are two `MagicMock` variants : *MagicMock* and *NonCallableMagicMock*.

class unittest.mock.**MagicMock**(**args*, ***kw*)

`MagicMock` is a subclass of *Mock* with default implementations of most of the magic methods. You can use `MagicMock` without having to configure the magic methods yourself.

The constructor parameters have the same meaning as for *Mock*.

If you use the *spec* or *spec_set* arguments then *only* magic methods that exist in the spec will be created.

class unittest.mock.**NonCallableMagicMock**(**args*, ***kw*)

A non-callable version of *MagicMock*.

The constructor parameters have the same meaning as for *MagicMock*, with the exception of *return_value* and *side_effect* which have no meaning on a non-callable mock.

The magic methods are setup with *MagicMock* objects, so you can configure them and use them in the usual way :

```
>>> mock = MagicMock()
>>> mock[3] = 'fish'
>>> mock.__setitem__.assert_called_with(3, 'fish')
>>> mock.__getitem__.return_value = 'result'
>>> mock[2]
'result'
```

By default many of the protocol methods are required to return objects of a specific type. These methods are preconfigured with a default return value, so that they can be used without you having to do anything if you aren't interested in the return value. You can still *set* the return value manually if you want to change the default.

Methods and their defaults :

- `__lt__`: NotImplemented
- `__gt__`: NotImplemented
- `__le__`: NotImplemented
- `__ge__`: NotImplemented
- `__int__`: 1
- `__contains__`: False
- `__len__`: 0
- `__iter__`: iter([])
- `__exit__`: False
- `__complex__`: 1j
- `__float__`: 1.0
- `__bool__`: True
- `__index__`: 1
- `__hash__` : default hash for the mock
- `__str__` : default str for the mock
- `__sizeof__` : default sizeof for the mock

Par exemple :

```
>>> mock = MagicMock()
>>> int(mock)
1
>>> len(mock)
0
>>> list(mock)
[]
>>> object() in mock
False
```

The two equality methods, `__eq__()` and `__ne__()`, are special. They do the default equality comparison on identity, using the *side_effect* attribute, unless you change their return value to return something else :

```
>>> MagicMock() == 3
False
>>> MagicMock() != 3
True
>>> mock = MagicMock()
>>> mock.__eq__.return_value = True
>>> mock == 3
True
```

The return value of `MagicMock.__iter__()` can be any iterable object and isn't required to be an iterator :

```
>>> mock = MagicMock()
>>> mock.__iter__.return_value = ['a', 'b', 'c']
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
>>> list(mock)
['a', 'b', 'c']
>>> list(mock)
['a', 'b', 'c']
```

If the return value *is* an iterator, then iterating over it once will consume it and subsequent iterations will result in an empty list :

```
>>> mock.__iter__.return_value = iter(['a', 'b', 'c'])
>>> list(mock)
['a', 'b', 'c']
>>> list(mock)
[]
```

`MagicMock` has all of the supported magic methods configured except for some of the obscure and obsolete ones. You can still set these up if you want.

Magic methods that are supported but not setup by default in `MagicMock` are :

- `__subclasses__`
- `__dir__`
- `__format__`
- `__get__`, `__set__` et `__delete__`
- `__reversed__` et `__missing__`
- `__reduce__`, `__reduce_ex__`, `__getinitargs__`, `__getnewargs__`, `__getstate__` and `__setstate__`
- `__getformat__` et `__setformat__`

27.5.5 Helpers

sentinel

`unittest.mock.`**`sentinel`**

The `sentinel` object provides a convenient way of providing unique objects for your tests.

Attributes are created on demand when you access them by name. Accessing the same attribute will always return the same object. The objects returned have a sensible repr so that test failure messages are readable.

Modifié dans la version 3.7 : The `sentinel` attributes now preserve their identity when they are *`copied`* or *`pickled`*.

Sometimes when testing you need to test that a specific object is passed as an argument to another method, or returned. It can be common to create named sentinel objects to test this. *`sentinel`* provides a convenient way of creating and testing the identity of objects like this.

In this example we monkey patch `method` to return `sentinel.some_object` :

```
>>> real = ProductionClass()
>>> real.method = Mock(name="method")
>>> real.method.return_value = sentinel.some_object
>>> result = real.method()
>>> assert result is sentinel.some_object
>>> sentinel.some_object
sentinel.some_object
```

DEFAULT

unittest.mock.**DEFAULT**

The *DEFAULT* object is a pre-created sentinel (actually sentinel.DEFAULT). It can be used by *side_effect* functions to indicate that the normal return value should be used.

call

unittest.mock.**call**(**args*, ***kwargs*)

call() is a helper object for making simpler assertions, for comparing with *call_args*, *call_args_list*, *mock_calls* and *method_calls*. *call()* can also be used with *assert_has_calls()*.

```
>>> m = MagicMock(return_value=None)
>>> m(1, 2, a='foo', b='bar')
>>> m()
>>> m.call_args_list == [call(1, 2, a='foo', b='bar'), call()]
True
```

call.**call_list**()

For a call object that represents multiple calls, *call_list()* returns a list of all the intermediate calls as well as the final call.

call_list is particularly useful for making assertions on "chained calls". A chained call is multiple calls on a single line of code. This results in multiple entries in *mock_calls* on a mock. Manually constructing the sequence of calls can be tedious.

call_list() can construct the sequence of calls from the same chained call :

```
>>> m = MagicMock()
>>> m(1).method(arg='foo').other('bar')(2.0)
<MagicMock name='mock().method().other()()' id='...'>
>>> kall = call(1).method(arg='foo').other('bar')(2.0)
>>> kall.call_list()
[call(1),
 call().method(arg='foo'),
 call().method().other('bar'),
 call().method().other()(2.0)]
>>> m.mock_calls == kall.call_list()
True
```

A call object is either a tuple of (positional args, keyword args) or (name, positional args, keyword args) depending on how it was constructed. When you construct them yourself this isn't particularly interesting, but the call objects that are in the *Mock.call_args*, *Mock.call_args_list* and *Mock.mock_calls* attributes can be introspected to get at the individual arguments they contain.

The call objects in *Mock.call_args* and *Mock.call_args_list* are two-tuples of (positional args, keyword args) whereas the call objects in *Mock.mock_calls*, along with ones you construct yourself, are three-tuples of (name, positional args, keyword args).

You can use their "tupleness" to pull out the individual arguments for more complex introspection and assertions. The positional arguments are a tuple (an empty tuple if there are no positional arguments) and the keyword arguments are a dictionary :

```
>>> m = MagicMock(return_value=None)
>>> m(1, 2, 3, arg='one', arg2='two')
>>> kall = m.call_args
>>> args, kwargs = kall
>>> args
(1, 2, 3)
>>> kwargs
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
{'arg2': 'two', 'arg': 'one'}
>>> args is kall[0]
True
>>> kwargs is kall[1]
True
```

```
>>> m = MagicMock()
>>> m.foo(4, 5, 6, arg='two', arg2='three')
<MagicMock name='mock.foo()' id='...'>
>>> kall = m.mock_calls[0]
>>> name, args, kwargs = kall
>>> name
'foo'
>>> args
(4, 5, 6)
>>> kwargs
{'arg2': 'three', 'arg': 'two'}
>>> name is m.mock_calls[0][0]
True
```

create_autospec

unittest.mock.**create_autospec**(*spec*, *spec_set=False*, *instance=False*, ***kwargs*)

Create a mock object using another object as a spec. Attributes on the mock will use the corresponding attribute on the *spec* object as their spec.

Functions or methods being mocked will have their arguments checked to ensure that they are called with the correct signature.

If *spec_set* is `True` then attempting to set attributes that don't exist on the spec object will raise an *AttributeError*.

If a class is used as a spec then the return value of the mock (the instance of the class) will have the same spec. You can use a class as the spec for an instance object by passing `instance=True`. The returned mock will only be callable if instances of the mock are callable.

create_autospec() also takes arbitrary keyword arguments that are passed to the constructor of the created mock.

See *Autospeccing* for examples of how to use auto-speccing with *create_autospec()* and the *autospec* argument to *patch()*.

ANY

unittest.mock.**ANY**

Sometimes you may need to make assertions about *some* of the arguments in a call to mock, but either not care about some of the arguments or want to pull them individually out of *call_args* and make more complex assertions on them.

To ignore certain arguments you can pass in objects that compare equal to *everything*. Calls to *assert_called_with()* and *assert_called_once_with()* will then succeed no matter what was passed in.

```
>>> mock = Mock(return_value=None)
>>> mock('foo', bar=object())
>>> mock.assert_called_once_with('foo', bar=ANY)
```

ANY can also be used in comparisons with call lists like *mock_calls* :

```
>>> m = MagicMock(return_value=None)
>>> m(1)
>>> m(1, 2)
>>> m(object())
>>> m.mock_calls == [call(1), call(1, 2), ANY]
True
```

FILTER_DIR

unittest.mock.**FILTER_DIR**

FILTER_DIR is a module level variable that controls the way mock objects respond to *dir()* (only for Python 2.6 or more recent). The default is `True`, which uses the filtering described below, to only show useful members. If you dislike this filtering, or need to switch it off for diagnostic purposes, then set `mock.FILTER_DIR = False`.

With filtering on, `dir(some_mock)` shows only useful attributes and will include any dynamically created attributes that wouldn't normally be shown. If the mock was created with a *spec* (or *autospec* of course) then all the attributes from the original are shown, even if they haven't been accessed yet :

```
>>> dir(Mock())
['assert_any_call',
 'assert_called_once_with',
 'assert_called_with',
 'assert_has_calls',
 'attach_mock',
 ...
>>> from urllib import request
>>> dir(Mock(spec=request))
['AbstractBasicAuthHandler',
 'AbstractDigestAuthHandler',
 'AbstractHTTPHandler',
 'BaseHandler',
 ...
```

Many of the not-very-useful (private to *Mock* rather than the thing being mocked) underscore and double underscore prefixed attributes have been filtered from the result of calling *dir()* on a *Mock*. If you dislike this behaviour you can switch it off by setting the module level switch *FILTER_DIR* :

```
>>> from unittest import mock
>>> mock.FILTER_DIR = False
>>> dir(mock.Mock())
['_NonCallableMock__get_return_value',
 '_NonCallableMock__get_side_effect',
 '_NonCallableMock__return_value_doc',
 '_NonCallableMock__set_return_value',
 '_NonCallableMock__set_side_effect',
 '__call__',
 '__class__',
 ...
```

Alternatively you can just use `vars(my_mock)` (instance members) and `dir(type(my_mock))` (type members) to bypass the filtering irrespective of `mock.FILTER_DIR`.

mock_open

unittest.mock.**mock_open**(*mock=None*, *read_data=None*)

A helper function to create a mock to replace the use of *open()*. It works for *open()* called directly or used as a context manager.

The *mock* argument is the mock object to configure. If None (the default) then a *MagicMock* will be created for you, with the API limited to methods or attributes available on standard file handles.

read_data is a string for the read(), *readline()*, and *readlines()* methods of the file handle to return. Calls to those methods will take data from *read_data* until it is depleted. The mock of these methods is pretty simplistic : every time the *mock* is called, the *read_data* is rewound to the start. If you need more control over the data that you are feeding to the tested code you will need to customize this mock for yourself. When that is insufficient, one of the in-memory filesystem packages on PyPI can offer a realistic filesystem for testing.

Modifié dans la version 3.4 : Added *readline()* and *readlines()* support. The mock of read() changed to consume *read_data* rather than returning it on each call.

Modifié dans la version 3.5 : *read_data* is now reset on each call to the *mock*.

Modifié dans la version 3.7.1 : Added __iter__() to implementation so that iteration (such as in for loops) correctly consumes *read_data*.

Using *open()* as a context manager is a great way to ensure your file handles are closed properly and is becoming common :

```
with open('/some/path', 'w') as f:
    f.write('something')
```

The issue is that even if you mock out the call to *open()* it is the *returned object* that is used as a context manager (and has __enter__() and __exit__() called).

Mocking context managers with a *MagicMock* is common enough and fiddly enough that a helper function is useful.

```
>>> m = mock_open()
>>> with patch('__main__.open', m):
...     with open('foo', 'w') as h:
...         h.write('some stuff')
...
>>> m.mock_calls
[call('foo', 'w'),
 call().__enter__(),
 call().write('some stuff'),
 call().__exit__(None, None, None)]
>>> m.assert_called_once_with('foo', 'w')
>>> handle = m()
>>> handle.write.assert_called_once_with('some stuff')
```

And for reading files :

```
>>> with patch('__main__.open', mock_open(read_data='bibble')) as m:
...     with open('foo') as h:
...         result = h.read()
...
>>> m.assert_called_once_with('foo')
>>> assert result == 'bibble'
```

Autospeccing

Autospeccing is based on the existing `spec` feature of mock. It limits the api of mocks to the api of an original object (the spec), but it is recursive (implemented lazily) so that attributes of mocks only have the same api as the attributes of the spec. In addition mocked functions / methods have the same call signature as the original so they raise a *TypeError* if they are called incorrectly.

Before I explain how auto-speccing works, here's why it is needed.

Mock is a very powerful and flexible object, but it suffers from two flaws when used to mock out objects from a system under test. One of these flaws is specific to the *Mock* api and the other is a more general problem with using mock objects.

First the problem specific to *Mock*. *Mock* has two assert methods that are extremely handy : *assert_called_with()* and *assert_called_once_with()*.

```
>>> mock = Mock(name='Thing', return_value=None)
>>> mock(1, 2, 3)
>>> mock.assert_called_once_with(1, 2, 3)
>>> mock(1, 2, 3)
>>> mock.assert_called_once_with(1, 2, 3)
Traceback (most recent call last):
  ...
AssertionError: Expected 'mock' to be called once. Called 2 times.
```

Because mocks auto-create attributes on demand, and allow you to call them with arbitrary arguments, if you misspell one of these assert methods then your assertion is gone :

```
>>> mock = Mock(name='Thing', return_value=None)
>>> mock(1, 2, 3)
>>> mock.assret_called_once_with(4, 5, 6)
```

Your tests can pass silently and incorrectly because of the typo.

The second issue is more general to mocking. If you refactor some of your code, rename members and so on, any tests for code that is still using the *old api* but uses mocks instead of the real objects will still pass. This means your tests can all pass even though your code is broken.

Note that this is another reason why you need integration tests as well as unit tests. Testing everything in isolation is all fine and dandy, but if you don't test how your units are "wired together" there is still lots of room for bugs that tests might have caught.

`mock` already provides a feature to help with this, called speccing. If you use a class or instance as the `spec` for a mock then you can only access attributes on the mock that exist on the real class :

```
>>> from urllib import request
>>> mock = Mock(spec=request.Request)
>>> mock.assret_called_with
Traceback (most recent call last):
  ...
AttributeError: Mock object has no attribute 'assret_called_with'
```

The spec only applies to the mock itself, so we still have the same issue with any methods on the mock :

```
>>> mock.has_data()
<mock.Mock object at 0x...>
>>> mock.has_data.assret_called_with()
```

Auto-speccing solves this problem. You can either pass `autospec=True` to *patch()* / *patch.object()* or use the *create_autospec()* function to create a mock with a spec. If you use the `autospec=True` argument to *patch()* then the object that is being replaced will be used as the spec object. Because the speccing is done "lazily" (the spec is created as attributes on the mock are accessed) you can use it with very complex or deeply nested objects (like modules that import modules that import modules) without a big performance hit.

Here's an example of it in use :

```
>>> from urllib import request
>>> patcher = patch('__main__.request', autospec=True)
>>> mock_request = patcher.start()
>>> request is mock_request
True
>>> mock_request.Request
<MagicMock name='request.Request' spec='Request' id='...'>
```

You can see that `request.Request` has a spec. `request.Request` takes two arguments in the constructor (one of which is *self*). Here's what happens if we try to call it incorrectly :

```
>>> req = request.Request()
Traceback (most recent call last):
  ...
TypeError: <lambda>() takes at least 2 arguments (1 given)
```

The spec also applies to instantiated classes (i.e. the return value of specced mocks) :

```
>>> req = request.Request('foo')
>>> req
<NonCallableMagicMock name='request.Request()' spec='Request' id='...'>
```

`Request` objects are not callable, so the return value of instantiating our mocked out `request.Request` is a non-callable mock. With the spec in place any typos in our asserts will raise the correct error :

```
>>> req.add_header('spam', 'eggs')
<MagicMock name='request.Request().add_header()' id='...'>
>>> req.add_header.assret_called_with
Traceback (most recent call last):
  ...
AttributeError: Mock object has no attribute 'assret_called_with'
>>> req.add_header.assert_called_with('spam', 'eggs')
```

In many cases you will just be able to add `autospec=True` to your existing *`patch()`* calls and then be protected against bugs due to typos and api changes.

As well as using *autospec* through *`patch()`* there is a *`create_autospec()`* for creating autospecced mocks directly :

```
>>> from urllib import request
>>> mock_request = create_autospec(request)
>>> mock_request.Request('foo', 'bar')
<NonCallableMagicMock name='mock.Request()' spec='Request' id='...'>
```

This isn't without caveats and limitations however, which is why it is not the default behaviour. In order to know what attributes are available on the spec object, autospec has to introspect (access attributes) the spec. As you traverse attributes on the mock a corresponding traversal of the original object is happening under the hood. If any of your specced objects have properties or descriptors that can trigger code execution then you may not be able to use autospec. On the other hand it is much better to design your objects so that introspection is safe [4].

A more serious problem is that it is common for instance attributes to be created in the `__init__()` method and not to exist on the class at all. *autospec* can't know about any dynamically created attributes and restricts the api to visible attributes.

```
>>> class Something:
...   def __init__(self):
...     self.a = 33
...
```

(suite sur la page suivante)

4. This only applies to classes or already instantiated objects. Calling a mocked class to create a mock instance *does not* create a real instance. It is only attribute lookups - along with calls to *`dir()`* - that are done.

(suite de la page précédente)

```
>>> with patch('__main__.Something', autospec=True):
...   thing = Something()
...   thing.a
...
Traceback (most recent call last):
  ...
AttributeError: Mock object has no attribute 'a'
```

There are a few different ways of resolving this problem. The easiest, but not necessarily the least annoying, way is to simply set the required attributes on the mock after creation. Just because *autospec* doesn't allow you to fetch attributes that don't exist on the spec it doesn't prevent you setting them :

```
>>> with patch('__main__.Something', autospec=True):
...   thing = Something()
...   thing.a = 33
...
```

There is a more aggressive version of both *spec* and *autospec* that *does* prevent you setting non-existent attributes. This is useful if you want to ensure your code only *sets* valid attributes too, but obviously it prevents this particular scenario :

```
>>> with patch('__main__.Something', autospec=True, spec_set=True):
...   thing = Something()
...   thing.a = 33
...
Traceback (most recent call last):
  ...
AttributeError: Mock object has no attribute 'a'
```

Probably the best way of solving the problem is to add class attributes as default values for instance members initialised in `__init__()`. Note that if you are only setting default attributes in `__init__()` then providing them via class attributes (shared between instances of course) is faster too. e.g.

```
class Something:
    a = 33
```

This brings up another issue. It is relatively common to provide a default value of `None` for members that will later be an object of a different type. `None` would be useless as a spec because it wouldn't let you access *any* attributes or methods on it. As `None` is *never* going to be useful as a spec, and probably indicates a member that will normally of some other type, autospec doesn't use a spec for members that are set to `None`. These will just be ordinary mocks (well - MagicMocks) :

```
>>> class Something:
...     member = None
...
>>> mock = create_autospec(Something)
>>> mock.member.foo.bar.baz()
<MagicMock name='mock.member.foo.bar.baz()' id='...'>
```

If modifying your production classes to add defaults isn't to your liking then there are more options. One of these is simply to use an instance as the spec rather than the class. The other is to create a subclass of the production class and add the defaults to the subclass without affecting the production class. Both of these require you to use an alternative object as the spec. Thankfully *`patch()`* supports this - you can simply pass the alternative object as the *autospec* argument :

```
>>> class Something:
...   def __init__(self):
...     self.a = 33
...
>>> class SomethingForTest(Something):
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
...    a = 33
...
>>> p = patch('__main__.Something', autospec=SomethingForTest)
>>> mock = p.start()
>>> mock.a
<NonCallableMagicMock name='Something.a' spec='int' id='...'>
```

Sealing mocks

unittest.mock.**seal**(*mock*)

Seal will disable the automatic creation of mocks when accessing an attribute of the mock being sealed or any of its attributes that are already mocks recursively.

If a mock instance with a name or a spec is assigned to an attribute it won't be considered in the sealing chain. This allows one to prevent seal from fixing part of the mock object.

```
>>> mock = Mock()
>>> mock.submock.attribute1 = 2
>>> mock.not_submock = mock.Mock(name="sample_name")
>>> seal(mock)
>>> mock.new_attribute  # This will raise AttributeError.
>>> mock.submock.attribute2  # This will raise AttributeError.
>>> mock.not_submock.attribute2  # This won't raise.
```

Nouveau dans la version 3.7.

27.6 unittest.mock --- getting started

Nouveau dans la version 3.3.

27.6.1 Utilisation de Mock ou l'art de singer

Simulation des méthodes

Usages courant de *Mock* :

— Substitution des méthodes

— Enregistrement des appels faits sur les objets

On peut remplacer une méthode sur un objet pour contrôler qu'elle est bien appelée avec le nombre correct d'arguments :

```
>>> real = SomeClass()
>>> real.method = MagicMock(name='method')
>>> real.method(3, 4, 5, key='value')
<MagicMock name='method()' id='...'>
```

Une fois notre objet simulacre appelé (via `real.method` dans notre exemple), il fournit des méthodes et attributs permettant de valider comment il a été appelé.

Note : Dans la majeure partie des exemples donnés ici, les classes *Mock* et *MagicMock* sont interchangeables. Étant donné que `MagicMock` est la classe la plus puissante des deux, cela fait sens de l'utiliser par défaut.

Une fois l'objet Mock appelé, son attribut *called* est défini à `True`. Qui plus est, nous pouvons utiliser les méthodes *assert_called_with()* ou *assert_called_once_with()* pour contrôler qu'il a été appelé avec les bons arguments.

Cet exemple teste que l'appel de la méthode `ProductionClass().method` implique bien celui de la méthode `something` :

```
>>> class ProductionClass:
...     def method(self):
...         self.something(1, 2, 3)
...     def something(self, a, b, c):
...         pass
...
>>> real = ProductionClass()
>>> real.something = MagicMock()
>>> real.method()
>>> real.something.assert_called_once_with(1, 2, 3)
```

S'assurer de la bonne utilisation d'un objet

Dans l'exemple précédent, nous avons directement remplacé une méthode par un objet (afin de valider que l'appel était correct). Une autre façon de faire est de passer un objet Mock en argument d'une méthode (ou de tout autre partie du code à tester) et ensuite de contrôler que notre objet a été utilisé de la façon attendue.

Ci-dessous, `ProductionClass` dispose d'une méthode `closer`. Si on l'appelle avec un objet, alors elle appelle la méthode `close` dessus.

```
>>> class ProductionClass:
...     def closer(self, something):
...         something.close()
...
```

Ainsi, pour tester cette classe, nous devons lui passer un objet ayant une méthode `close`, puis vérifier qu'elle a bien été appelée.

```
>>> real = ProductionClass()
>>> mock = Mock()
>>> real.closer(mock)
>>> mock.close.assert_called_with()
```

En fait, nous n'avons pas à nous soucier de fournir la méthode `close` dans notre objet « simulé ». Le simple fait d'accéder à la méthode `close` l'a crée. Si par contre la méthode `close` n'a pas été appelée alors, bien que le test la créée en y accédant, *`assert_called_with()`* lèvera une exception.

Simulation des classes

Un cas d'utilisation courant consiste à émuler les classes instanciées par le code que nous testons. Quand on *patch* une classe, alors cette classe est remplacée par un objet *mock*. Les instances de la classe étant créées en *appelant la classe*, on accède à « l'instance *mock* » via la valeur de retour de la classe émulée.

In the example below we have a function `some_function` that instantiates `Foo` and calls a method on it. The call to *`patch()`* replaces the class `Foo` with a mock. The `Foo` instance is the result of calling the mock, so it is configured by modifying the mock *`return_value`*.

```
>>> def some_function():
...     instance = module.Foo()
...     return instance.method()
...
>>> with patch('module.Foo') as mock:
...     instance = mock.return_value
...     instance.method.return_value = 'the result'
...     result = some_function()
...     assert result == 'the result'
```

Naming your mocks

It can be useful to give your mocks a name. The name is shown in the repr of the mock and can be helpful when the mock appears in test failure messages. The name is also propagated to attributes or methods of the mock :

```
>>> mock = MagicMock(name='foo')
>>> mock
<MagicMock name='foo' id='...'>
>>> mock.method
<MagicMock name='foo.method' id='...'>
```

Tracking all Calls

Often you want to track more than a single call to a method. The *mock_calls* attribute records all calls to child attributes of the mock - and also to their children.

```
>>> mock = MagicMock()
>>> mock.method()
<MagicMock name='mock.method()' id='...'>
>>> mock.attribute.method(10, x=53)
<MagicMock name='mock.attribute.method()' id='...'>
>>> mock.mock_calls
[call.method(), call.attribute.method(10, x=53)]
```

If you make an assertion about `mock_calls` and any unexpected methods have been called, then the assertion will fail. This is useful because as well as asserting that the calls you expected have been made, you are also checking that they were made in the right order and with no additional calls :

You use the *call* object to construct lists for comparing with `mock_calls` :

```
>>> expected = [call.method(), call.attribute.method(10, x=53)]
>>> mock.mock_calls == expected
True
```

However, parameters to calls that return mocks are not recorded, which means it is not possible to track nested calls where the parameters used to create ancestors are important :

```
>>> m = Mock()
>>> m.factory(important=True).deliver()
<Mock name='mock.factory().deliver()' id='...'>
>>> m.mock_calls[-1] == call.factory(important=False).deliver()
True
```

Setting Return Values and Attributes

Setting the return values on a mock object is trivially easy :

```
>>> mock = Mock()
>>> mock.return_value = 3
>>> mock()
3
```

Of course you can do the same for methods on the mock :

```
>>> mock = Mock()
>>> mock.method.return_value = 3
>>> mock.method()
3
```

The return value can also be set in the constructor :

```
>>> mock = Mock(return_value=3)
>>> mock()
3
```

If you need an attribute setting on your mock, just do it :

```
>>> mock = Mock()
>>> mock.x = 3
>>> mock.x
3
```

Sometimes you want to mock up a more complex situation, like for example `mock.connection.cursor().execute("SELECT 1")`. If we wanted this call to return a list, then we have to configure the result of the nested call.

We can use *call* to construct the set of calls in a "chained call" like this for easy assertion afterwards :

```
>>> mock = Mock()
>>> cursor = mock.connection.cursor.return_value
>>> cursor.execute.return_value = ['foo']
>>> mock.connection.cursor().execute("SELECT 1")
['foo']
>>> expected = call.connection.cursor().execute("SELECT 1").call_list()
>>> mock.mock_calls
[call.connection.cursor(), call.connection.cursor().execute('SELECT 1')]
>>> mock.mock_calls == expected
True
```

It is the call to `.call_list()` that turns our call object into a list of calls representing the chained calls.

Raising exceptions with mocks

A useful attribute is *side_effect*. If you set this to an exception class or instance then the exception will be raised when the mock is called.

```
>>> mock = Mock(side_effect=Exception('Boom!'))
>>> mock()
Traceback (most recent call last):
  ...
Exception: Boom!
```

Side effect functions and iterables

`side_effect` can also be set to a function or an iterable. The use case for `side_effect` as an iterable is where your mock is going to be called several times, and you want each call to return a different value. When you set `side_effect` to an iterable every call to the mock returns the next value from the iterable :

```
>>> mock = MagicMock(side_effect=[4, 5, 6])
>>> mock()
4
>>> mock()
5
>>> mock()
6
```

For more advanced use cases, like dynamically varying the return values depending on what the mock is called with, `side_effect` can be a function. The function will be called with the same arguments as the mock. Whatever the function returns is what the call returns :

```
>>> vals = {(1, 2): 1, (2, 3): 2}
>>> def side_effect(*args):
...     return vals[args]
...
>>> mock = MagicMock(side_effect=side_effect)
>>> mock(1, 2)
1
>>> mock(2, 3)
2
```

Creating a Mock from an Existing Object

One problem with over use of mocking is that it couples your tests to the implementation of your mocks rather than your real code. Suppose you have a class that implements `some_method`. In a test for another class, you provide a mock of this object that *also* provides `some_method`. If later you refactor the first class, so that it no longer has `some_method` - then your tests will continue to pass even though your code is now broken !

Mock allows you to provide an object as a specification for the mock, using the *spec* keyword argument. Accessing methods / attributes on the mock that don't exist on your specification object will immediately raise an attribute error. If you change the implementation of your specification, then tests that use that class will start failing immediately without you having to instantiate the class in those tests.

```
>>> mock = Mock(spec=SomeClass)
>>> mock.old_method()
Traceback (most recent call last):
   ...
AttributeError: object has no attribute 'old_method'
```

Using a specification also enables a smarter matching of calls made to the mock, regardless of whether some parameters were passed as positional or named arguments :

```
>>> def f(a, b, c): pass
...
>>> mock = Mock(spec=f)
>>> mock(1, 2, 3)
<Mock name='mock()' id='140161580456576'>
>>> mock.assert_called_with(a=1, b=2, c=3)
```

If you want this smarter matching to also work with method calls on the mock, you can use *auto-speccing*.

If you want a stronger form of specification that prevents the setting of arbitrary attributes as well as the getting of them then you can use *spec_set* instead of *spec*.

27.6.2 Patch Decorators

Note : Avec *patch()*, il est important de *patcher* les objets dans l'espace de nommage où ils sont recherchés. C'est ce qui se fait normalement, mais pour un guide rapide, lisez *où patcher*.

A common need in tests is to patch a class attribute or a module attribute, for example patching a builtin or patching a class in a module to test that it is instantiated. Modules and classes are effectively global, so patching on them has to be undone after the test or the patch will persist into other tests and cause hard to diagnose problems.

mock provides three convenient decorators for this : *patch()*, *patch.object()* and *patch.dict()*. `patch` takes a single string, of the form `package.module.Class.attribute` to specify the attribute you are patching. It also optionally takes a value that you want the attribute (or class or whatever) to be replaced with. 'patch.object' takes an object and the name of the attribute you would like patched, plus optionally the value to patch it with.

patch.object :

```
>>> original = SomeClass.attribute
>>> @patch.object(SomeClass, 'attribute', sentinel.attribute)
... def test():
...     assert SomeClass.attribute == sentinel.attribute
...
>>> test()
>>> assert SomeClass.attribute == original
```

```
>>> @patch('package.module.attribute', sentinel.attribute)
... def test():
...     from package.module import attribute
...     assert attribute is sentinel.attribute
...
>>> test()
```

If you are patching a module (including *builtins*) then use *patch()* instead of *patch.object()* :

```
>>> mock = MagicMock(return_value=sentinel.file_handle)
>>> with patch('builtins.open', mock):
...     handle = open('filename', 'r')
...
>>> mock.assert_called_with('filename', 'r')
>>> assert handle == sentinel.file_handle, "incorrect file handle returned"
```

The module name can be 'dotted', in the form package.module if needed :

```
>>> @patch('package.module.ClassName.attribute', sentinel.attribute)
... def test():
...     from package.module import ClassName
...     assert ClassName.attribute == sentinel.attribute
...
>>> test()
```

A nice pattern is to actually decorate test methods themselves :

```
>>> class MyTest(unittest.TestCase):
...     @patch.object(SomeClass, 'attribute', sentinel.attribute)
...     def test_something(self):
...         self.assertEqual(SomeClass.attribute, sentinel.attribute)
...
>>> original = SomeClass.attribute
>>> MyTest('test_something').test_something()
>>> assert SomeClass.attribute == original
```

If you want to patch with a Mock, you can use *patch()* with only one argument (or *patch.object()* with two arguments). The mock will be created for you and passed into the test function / method :

```
>>> class MyTest(unittest.TestCase):
...     @patch.object(SomeClass, 'static_method')
...     def test_something(self, mock_method):
...         SomeClass.static_method()
...         mock_method.assert_called_with()
...
>>> MyTest('test_something').test_something()
```

You can stack up multiple patch decorators using this pattern :

```
>>> class MyTest(unittest.TestCase):
...     @patch('package.module.ClassName1')
...     @patch('package.module.ClassName2')
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
...     def test_something(self, MockClass2, MockClass1):
...         self.assertIs(package.module.ClassName1, MockClass1)
...         self.assertIs(package.module.ClassName2, MockClass2)
...
>>> MyTest('test_something').test_something()
```

When you nest patch decorators the mocks are passed in to the decorated function in the same order they applied (the normal *Python* order that decorators are applied). This means from the bottom up, so in the example above the mock for `test_module.ClassName2` is passed in first.

Il existe également *patch.dict()* pour définir des valeurs d'un dictionnaire au sein d'une portée et restaurer ce dictionnaire à son état d'origine lorsque le test se termine :

```
>>> foo = {'key': 'value'}
>>> original = foo.copy()
>>> with patch.dict(foo, {'newkey': 'newvalue'}, clear=True):
...     assert foo == {'newkey': 'newvalue'}
...
>>> assert foo == original
```

`patch`, `patch.object` and `patch.dict` can all be used as context managers.

Where you use *patch()* to create a mock for you, you can get a reference to the mock using the "as" form of the with statement :

```
>>> class ProductionClass:
...     def method(self):
...         pass
...
>>> with patch.object(ProductionClass, 'method') as mock_method:
...     mock_method.return_value = None
...     real = ProductionClass()
...     real.method(1, 2, 3)
...
>>> mock_method.assert_called_with(1, 2, 3)
```

As an alternative `patch`, `patch.object` and `patch.dict` can be used as class decorators. When used in this way it is the same as applying the decorator individually to every method whose name starts with "test".

27.6.3 Further Examples

Here are some more examples for some slightly more advanced scenarios.

Mocking chained calls

Mocking chained calls is actually straightforward with mock once you understand the *return_value* attribute. When a mock is called for the first time, or you fetch its `return_value` before it has been called, a new *Mock* is created.

This means that you can see how the object returned from a call to a mocked object has been used by interrogating the `return_value` mock :

```
>>> mock = Mock()
>>> mock().foo(a=2, b=3)
<Mock name='mock().foo()' id='...'>
>>> mock.return_value.foo.assert_called_with(a=2, b=3)
```

From here it is a simple step to configure and then make assertions about chained calls. Of course another alternative is writing your code in a more testable way in the first place...

So, suppose we have some code that looks a little bit like this :

```
>>> class Something:
...     def __init__(self):
...         self.backend = BackendProvider()
...     def method(self):
...         response = self.backend.get_endpoint('foobar').create_call('spam',
↪'eggs').start_call()
...         # more code
```

Assuming that `BackendProvider` is already well tested, how do we test `method()` ? Specifically, we want to test that the code section `# more code` uses the response object in the correct way.

As this chain of calls is made from an instance attribute we can monkey patch the `backend` attribute on a `Something` instance. In this particular case we are only interested in the return value from the final call to `start_call` so we don't have much configuration to do. Let's assume the object it returns is 'file-like', so we'll ensure that our response object uses the builtin *open()* as its `spec`.

To do this we create a mock instance as our mock backend and create a mock response object for it. To set the response as the return value for that final `start_call` we could do this :

```
mock_backend.get_endpoint.return_value.create_call.return_value.start_call.return_
↪value = mock_response
```

We can do that in a slightly nicer way using the *configure_mock()* method to directly set the return value for us :

```
>>> something = Something()
>>> mock_response = Mock(spec=open)
>>> mock_backend = Mock()
>>> config = {'get_endpoint.return_value.create_call.return_value.start_call.
↪return_value': mock_response}
>>> mock_backend.configure_mock(**config)
```

With these we monkey patch the "mock backend" in place and can make the real call :

```
>>> something.backend = mock_backend
>>> something.method()
```

Using *mock_calls* we can check the chained call with a single assert. A chained call is several calls in one line of code, so there will be several entries in `mock_calls`. We can use *call.call_list()* to create this list of calls for us :

```
>>> chained = call.get_endpoint('foobar').create_call('spam', 'eggs').start_call()
>>> call_list = chained.call_list()
>>> assert mock_backend.mock_calls == call_list
```

Partial mocking

In some tests I wanted to mock out a call to *datetime.date.today()* to return a known date, but I didn't want to prevent the code under test from creating new date objects. Unfortunately *datetime.date* is written in C, and so I couldn't just monkey-patch out the static `date.today()` method.

I found a simple way of doing this that involved effectively wrapping the date class with a mock, but passing through calls to the constructor to the real class (and returning real instances).

The *patch decorator* is used here to mock out the `date` class in the module under test. The `side_effect` attribute on the mock date class is then set to a lambda function that returns a real date. When the mock date class is called a real date will be constructed and returned by `side_effect`.

```
>>> from datetime import date
>>> with patch('mymodule.date') as mock_date:
...     mock_date.today.return_value = date(2010, 10, 8)
...     mock_date.side_effect = lambda *args, **kw: date(*args, **kw)
...
...     assert mymodule.date.today() == date(2010, 10, 8)
...     assert mymodule.date(2009, 6, 8) == date(2009, 6, 8)
...
```

Note that we don't patch *datetime.date* globally, we patch `date` in the module that *uses* it. See *where to patch*.

When `date.today()` is called a known date is returned, but calls to the `date(...)` constructor still return normal dates. Without this you can find yourself having to calculate an expected result using exactly the same algorithm as the code under test, which is a classic testing anti-pattern.

Calls to the date constructor are recorded in the `mock_date` attributes (`call_count` and friends) which may also be useful for your tests.

An alternative way of dealing with mocking dates, or other builtin classes, is discussed in this blog entry.

Mocking a Generator Method

A Python generator is a function or method that uses the `yield` statement to return a series of values when iterated over [1].

A generator method / function is called to return the generator object. It is the generator object that is then iterated over. The protocol method for iteration is *__iter__()*, so we can mock this using a *MagicMock*.

Here's an example class with an "iter" method implemented as a generator :

```
>>> class Foo:
...     def iter(self):
...         for i in [1, 2, 3]:
...             yield i
...
>>> foo = Foo()
>>> list(foo.iter())
[1, 2, 3]
```

How would we mock this class, and in particular its "iter" method ?

To configure the values returned from the iteration (implicit in the call to *list*), we need to configure the object returned by the call to `foo.iter()`.

```
>>> mock_foo = MagicMock()
>>> mock_foo.iter.return_value = iter([1, 2, 3])
>>> list(mock_foo.iter())
[1, 2, 3]
```

1. There are also generator expressions and more advanced uses of generators, but we aren't concerned about them here. A very good introduction to generators and how powerful they are is : Generator Tricks for Systems Programmers.

Applying the same patch to every test method

If you want several patches in place for multiple test methods the obvious way is to apply the patch decorators to every method. This can feel like unnecessary repetition. For Python 2.6 or more recent you can use *patch()* (in all its various forms) as a class decorator. This applies the patches to all test methods on the class. A test method is identified by methods whose names start with `test` :

```
>>> @patch('mymodule.SomeClass')
... class MyTest(TestCase):
...
...     def test_one(self, MockSomeClass):
...         self.assertIs(mymodule.SomeClass, MockSomeClass)
...
...     def test_two(self, MockSomeClass):
...         self.assertIs(mymodule.SomeClass, MockSomeClass)
...
...     def not_a_test(self):
...         return 'something'
...
>>> MyTest('test_one').test_one()
>>> MyTest('test_two').test_two()
>>> MyTest('test_two').not_a_test()
'something'
```

An alternative way of managing patches is to use the *patch methods : start and stop*. These allow you to move the patching into your `setUp` and `tearDown` methods.

```
>>> class MyTest(TestCase):
...     def setUp(self):
...         self.patcher = patch('mymodule.foo')
...         self.mock_foo = self.patcher.start()
...
...     def test_foo(self):
...         self.assertIs(mymodule.foo, self.mock_foo)
...
...     def tearDown(self):
...         self.patcher.stop()
...
>>> MyTest('test_foo').run()
```

If you use this technique you must ensure that the patching is "undone" by calling `stop`. This can be fiddlier than you might think, because if an exception is raised in the setUp then tearDown is not called. *unittest.TestCase.addCleanup()* makes this easier :

```
>>> class MyTest(TestCase):
...     def setUp(self):
...         patcher = patch('mymodule.foo')
...         self.addCleanup(patcher.stop)
...         self.mock_foo = patcher.start()
...
...     def test_foo(self):
...         self.assertIs(mymodule.foo, self.mock_foo)
...
>>> MyTest('test_foo').run()
```

Mocking Unbound Methods

Whilst writing tests today I needed to patch an *unbound method* (patching the method on the class rather than on the instance). I needed self to be passed in as the first argument because I want to make asserts about which objects were calling this particular method. The issue is that you can't patch with a mock for this, because if you replace an unbound method with a mock it doesn't become a bound method when fetched from the instance, and so it doesn't get self passed in. The workaround is to patch the unbound method with a real function instead. The *patch()* decorator makes it so simple to patch out methods with a mock that having to create a real function becomes a nuisance.

If you pass `autospec=True` to patch then it does the patching with a *real* function object. This function object has the same signature as the one it is replacing, but delegates to a mock under the hood. You still get your mock auto-created in exactly the same way as before. What it means though, is that if you use it to patch out an unbound method on a class the mocked function will be turned into a bound method if it is fetched from an instance. It will have `self` passed in as the first argument, which is exactly what I wanted :

```
>>> class Foo:
...   def foo(self):
...     pass
...
>>> with patch.object(Foo, 'foo', autospec=True) as mock_foo:
...   mock_foo.return_value = 'foo'
...   foo = Foo()
...   foo.foo()
...
'foo'
>>> mock_foo.assert_called_once_with(foo)
```

If we don't use `autospec=True` then the unbound method is patched out with a Mock instance instead, and isn't called with `self`.

Checking multiple calls with mock

mock has a nice API for making assertions about how your mock objects are used.

```
>>> mock = Mock()
>>> mock.foo_bar.return_value = None
>>> mock.foo_bar('baz', spam='eggs')
>>> mock.foo_bar.assert_called_with('baz', spam='eggs')
```

If your mock is only being called once you can use the `assert_called_once_with()` method that also asserts that the `call_count` is one.

```
>>> mock.foo_bar.assert_called_once_with('baz', spam='eggs')
>>> mock.foo_bar()
>>> mock.foo_bar.assert_called_once_with('baz', spam='eggs')
Traceback (most recent call last):
    ...
AssertionError: Expected to be called once. Called 2 times.
```

Both `assert_called_with` and `assert_called_once_with` make assertions about the *most recent* call. If your mock is going to be called several times, and you want to make assertions about *all* those calls you can use *call_args_list*:

```
>>> mock = Mock(return_value=None)
>>> mock(1, 2, 3)
>>> mock(4, 5, 6)
>>> mock()
>>> mock.call_args_list
[call(1, 2, 3), call(4, 5, 6), call()]
```

The *call* helper makes it easy to make assertions about these calls. You can build up a list of expected calls and compare it to `call_args_list`. This looks remarkably similar to the repr of the `call_args_list` :

```
>>> expected = [call(1, 2, 3), call(4, 5, 6), call()]
>>> mock.call_args_list == expected
True
```

Coping with mutable arguments

Another situation is rare, but can bite you, is when your mock is called with mutable arguments. `call_args` and `call_args_list` store *references* to the arguments. If the arguments are mutated by the code under test then you can no longer make assertions about what the values were when the mock was called.

Here's some example code that shows the problem. Imagine the following functions defined in 'mymodule' :

```
def frob(val):
    pass

def grob(val):
    "First frob and then clear val"
    frob(val)
    val.clear()
```

When we try to test that `grob` calls `frob` with the correct argument look what happens :

```
>>> with patch('mymodule.frob') as mock_frob:
...     val = {6}
...     mymodule.grob(val)
...
>>> val
set()
>>> mock_frob.assert_called_with({6})
Traceback (most recent call last):
    ...
AssertionError: Expected: (({6},), {})
Called with: ((set(),), {})
```

One possibility would be for mock to copy the arguments you pass in. This could then cause problems if you do assertions that rely on object identity for equality.

Here's one solution that uses the `side_effect` functionality. If you provide a `side_effect` function for a mock then `side_effect` will be called with the same args as the mock. This gives us an opportunity to copy the arguments and store them for later assertions. In this example I'm using *another* mock to store the arguments so that I can use the mock methods for doing the assertion. Again a helper function sets this up for me.

```
>>> from copy import deepcopy
>>> from unittest.mock import Mock, patch, DEFAULT
>>> def copy_call_args(mock):
...     new_mock = Mock()
...     def side_effect(*args, **kwargs):
...         args = deepcopy(args)
...         kwargs = deepcopy(kwargs)
...         new_mock(*args, **kwargs)
...         return DEFAULT
...     mock.side_effect = side_effect
...     return new_mock
...
>>> with patch('mymodule.frob') as mock_frob:
...     new_mock = copy_call_args(mock_frob)
...     val = {6}
...     mymodule.grob(val)
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
...
>>> new_mock.assert_called_with({6})
>>> new_mock.call_args
call({6})
```

`copy_call_args` is called with the mock that will be called. It returns a new mock that we do the assertion on. The `side_effect` function makes a copy of the args and calls our `new_mock` with the copy.

Note : If your mock is only going to be used once there is an easier way of checking arguments at the point they are called. You can simply do the checking inside a `side_effect` function.

```
>>> def side_effect(arg):
...     assert arg == {6}
...
>>> mock = Mock(side_effect=side_effect)
>>> mock({6})
>>> mock(set())
Traceback (most recent call last):
    ...
AssertionError
```

An alternative approach is to create a subclass of *Mock* or *MagicMock* that copies (using *copy.deepcopy()*) the arguments. Here's an example implementation :

```
>>> from copy import deepcopy
>>> class CopyingMock(MagicMock):
...     def __call__(self, *args, **kwargs):
...         args = deepcopy(args)
...         kwargs = deepcopy(kwargs)
...         return super(CopyingMock, self).__call__(*args, **kwargs)
...
>>> c = CopyingMock(return_value=None)
>>> arg = set()
>>> c(arg)
>>> arg.add(1)
>>> c.assert_called_with(set())
>>> c.assert_called_with(arg)
Traceback (most recent call last):
    ...
AssertionError: Expected call: mock({1})
Actual call: mock(set())
>>> c.foo
<CopyingMock name='mock.foo' id='...'>
```

When you subclass `Mock` or `MagicMock` all dynamically created attributes, and the `return_value` will use your subclass automatically. That means all children of a `CopyingMock` will also have the type `CopyingMock`.

Nesting Patches

Using patch as a context manager is nice, but if you do multiple patches you can end up with nested with statements indenting further and further to the right :

```
>>> class MyTest(TestCase):
...
...     def test_foo(self):
...         with patch('mymodule.Foo') as mock_foo:
...             with patch('mymodule.Bar') as mock_bar:
...                 with patch('mymodule.Spam') as mock_spam:
...                     assert mymodule.Foo is mock_foo
...                     assert mymodule.Bar is mock_bar
...                     assert mymodule.Spam is mock_spam
...
>>> original = mymodule.Foo
>>> MyTest('test_foo').test_foo()
>>> assert mymodule.Foo is original
```

With unittest `cleanup` functions and the *patch methods : start and stop* we can achieve the same effect without the nested indentation. A simple helper method, `create_patch`, puts the patch in place and returns the created mock for us :

```
>>> class MyTest(TestCase):
...
...     def create_patch(self, name):
...         patcher = patch(name)
...         thing = patcher.start()
...         self.addCleanup(patcher.stop)
...         return thing
...
...     def test_foo(self):
...         mock_foo = self.create_patch('mymodule.Foo')
...         mock_bar = self.create_patch('mymodule.Bar')
...         mock_spam = self.create_patch('mymodule.Spam')
...
...         assert mymodule.Foo is mock_foo
...         assert mymodule.Bar is mock_bar
...         assert mymodule.Spam is mock_spam
...
>>> original = mymodule.Foo
>>> MyTest('test_foo').run()
>>> assert mymodule.Foo is original
```

Mocking a dictionary with MagicMock

You may want to mock a dictionary, or other container object, recording all access to it whilst having it still behave like a dictionary.

We can do this with *MagicMock*, which will behave like a dictionary, and using *side_effect* to delegate dictionary access to a real underlying dictionary that is under our control.

When the `__getitem__()` and `__setitem__()` methods of our `MagicMock` are called (normal dictionary access) then `side_effect` is called with the key (and in the case of `__setitem__` the value too). We can also control what is returned.

After the `MagicMock` has been used we can use attributes like *call_args_list* to assert about how the dictionary was used :

```
>>> my_dict = {'a': 1, 'b': 2, 'c': 3}
>>> def getitem(name):
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
...         return my_dict[name]
...
>>> def setitem(name, val):
...     my_dict[name] = val
...
>>> mock = MagicMock()
>>> mock.__getitem__.side_effect = getitem
>>> mock.__setitem__.side_effect = setitem
```

Note : An alternative to using `MagicMock` is to use `Mock` and *only* provide the magic methods you specifically want :

```
>>> mock = Mock()
>>> mock.__getitem__ = Mock(side_effect=getitem)
>>> mock.__setitem__ = Mock(side_effect=setitem)
```

A *third* option is to use `MagicMock` but passing in `dict` as the *spec* (or *spec_set*) argument so that the `MagicMock` created only has dictionary magic methods available :

```
>>> mock = MagicMock(spec_set=dict)
>>> mock.__getitem__.side_effect = getitem
>>> mock.__setitem__.side_effect = setitem
```

With these side effect functions in place, the `mock` will behave like a normal dictionary but recording the access. It even raises a *KeyError* if you try to access a key that doesn't exist.

```
>>> mock['a']
1
>>> mock['c']
3
>>> mock['d']
Traceback (most recent call last):
    ...
KeyError: 'd'
>>> mock['b'] = 'fish'
>>> mock['d'] = 'eggs'
>>> mock['b']
'fish'
>>> mock['d']
'eggs'
```

After it has been used you can make assertions about the access using the normal mock methods and attributes :

```
>>> mock.__getitem__.call_args_list
[call('a'), call('c'), call('d'), call('b'), call('d')]
>>> mock.__setitem__.call_args_list
[call('b', 'fish'), call('d', 'eggs')]
>>> my_dict
{'a': 1, 'c': 3, 'b': 'fish', 'd': 'eggs'}
```

Mock subclasses and their attributes

There are various reasons why you might want to subclass *Mock*. One reason might be to add helper methods. Here's a silly example :

```
>>> class MyMock(MagicMock):
...     def has_been_called(self):
...         return self.called
...
>>> mymock = MyMock(return_value=None)
>>> mymock
<MyMock id='...'>
>>> mymock.has_been_called()
False
>>> mymock()
>>> mymock.has_been_called()
True
```

The standard behaviour for `Mock` instances is that attributes and the return value mocks are of the same type as the mock they are accessed on. This ensures that `Mock` attributes are `Mocks` and `MagicMock` attributes are `MagicMocks`[2]. So if you're subclassing to add helper methods then they'll also be available on the attributes and return value mock of instances of your subclass.

```
>>> mymock.foo
<MyMock name='mock.foo' id='...'>
>>> mymock.foo.has_been_called()
False
>>> mymock.foo()
<MyMock name='mock.foo()' id='...'>
>>> mymock.foo.has_been_called()
True
```

Sometimes this is inconvenient. For example, one user is subclassing mock to created a Twisted adaptor. Having this applied to attributes too actually causes errors.

`Mock` (in all its flavours) uses a method called `_get_child_mock` to create these "sub-mocks" for attributes and return values. You can prevent your subclass being used for attributes by overriding this method. The signature is that it takes arbitrary keyword arguments (`**kwargs`) which are then passed onto the mock constructor :

```
>>> class Subclass(MagicMock):
...     def _get_child_mock(self, **kwargs):
...         return MagicMock(**kwargs)
...
>>> mymock = Subclass()
>>> mymock.foo
<MagicMock name='mock.foo' id='...'>
>>> assert isinstance(mymock, Subclass)
>>> assert not isinstance(mymock.foo, Subclass)
>>> assert not isinstance(mymock(), Subclass)
```

2. An exception to this rule are the non-callable mocks. Attributes use the callable variant because otherwise non-callable mocks couldn't have callable methods.

Mocking imports with patch.dict

One situation where mocking can be hard is where you have a local import inside a function. These are harder to mock because they aren't using an object from the module namespace that we can patch out.

Generally local imports are to be avoided. They are sometimes done to prevent circular dependencies, for which there is *usually* a much better way to solve the problem (refactor the code) or to prevent "up front costs" by delaying the import. This can also be solved in better ways than an unconditional local import (store the module as a class or module attribute and only do the import on first use).

That aside there is a way to use `mock` to affect the results of an import. Importing fetches an *object* from the *sys.modules* dictionary. Note that it fetches an *object*, which need not be a module. Importing a module for the first time results in a module object being put in *sys.modules*, so usually when you import something you get a module back. This need not be the case however.

This means you can use *patch.dict()* to *temporarily* put a mock in place in *sys.modules*. Any imports whilst this patch is active will fetch the mock. When the patch is complete (the decorated function exits, the with statement body is complete or `patcher.stop()` is called) then whatever was there previously will be restored safely.

Here's an example that mocks out the 'fooble' module.

```
>>> mock = Mock()
>>> with patch.dict('sys.modules', {'fooble': mock}):
...     import fooble
...     fooble.blob()
...
<Mock name='mock.blob()' id='...'>
>>> assert 'fooble' not in sys.modules
>>> mock.blob.assert_called_once_with()
```

As you can see the `import fooble` succeeds, but on exit there is no 'fooble' left in *sys.modules*.

This also works for the `from module import name` form :

```
>>> mock = Mock()
>>> with patch.dict('sys.modules', {'fooble': mock}):
...     from fooble import blob
...     blob.blip()
...
<Mock name='mock.blob.blip()' id='...'>
>>> mock.blob.blip.assert_called_once_with()
```

With slightly more work you can also mock package imports :

```
>>> mock = Mock()
>>> modules = {'package': mock, 'package.module': mock.module}
>>> with patch.dict('sys.modules', modules):
...     from package.module import fooble
...     fooble()
...
<Mock name='mock.module.fooble()' id='...'>
>>> mock.module.fooble.assert_called_once_with()
```

Tracking order of calls and less verbose call assertions

The *Mock* class allows you to track the *order* of method calls on your mock objects through the *method_calls* attribute. This doesn't allow you to track the order of calls between separate mock objects, however we can use *mock_calls* to achieve the same effect.

Because mocks track calls to child mocks in `mock_calls`, and accessing an arbitrary attribute of a mock creates a child mock, we can create our separate mocks from a parent one. Calls to those child mock will then all be recorded, in order, in the `mock_calls` of the parent :

```
>>> manager = Mock()
>>> mock_foo = manager.foo
>>> mock_bar = manager.bar
```

```
>>> mock_foo.something()
<Mock name='mock.foo.something()' id='...'>
>>> mock_bar.other.thing()
<Mock name='mock.bar.other.thing()' id='...'>
```

```
>>> manager.mock_calls
[call.foo.something(), call.bar.other.thing()]
```

We can then assert about the calls, including the order, by comparing with the `mock_calls` attribute on the manager mock :

```
>>> expected_calls = [call.foo.something(), call.bar.other.thing()]
>>> manager.mock_calls == expected_calls
True
```

If `patch` is creating, and putting in place, your mocks then you can attach them to a manager mock using the *attach_mock()* method. After attaching calls will be recorded in `mock_calls` of the manager.

```
>>> manager = MagicMock()
>>> with patch('mymodule.Class1') as MockClass1:
...     with patch('mymodule.Class2') as MockClass2:
...         manager.attach_mock(MockClass1, 'MockClass1')
...         manager.attach_mock(MockClass2, 'MockClass2')
...         MockClass1().foo()
...         MockClass2().bar()
...
<MagicMock name='mock.MockClass1().foo()' id='...'>
<MagicMock name='mock.MockClass2().bar()' id='...'>
>>> manager.mock_calls
[call.MockClass1(),
 call.MockClass1().foo(),
 call.MockClass2(),
 call.MockClass2().bar()]
```

If many calls have been made, but you're only interested in a particular sequence of them then an alternative is to use the *assert_has_calls()* method. This takes a list of calls (constructed with the *call* object). If that sequence of calls are in *mock_calls* then the assert succeeds.

```
>>> m = MagicMock()
>>> m().foo().bar().baz()
<MagicMock name='mock().foo().bar().baz()' id='...'>
>>> m.one().two().three()
<MagicMock name='mock.one().two().three()' id='...'>
>>> calls = call.one().two().three().call_list()
>>> m.assert_has_calls(calls)
```

Even though the chained call `m.one().two().three()` aren't the only calls that have been made to the mock, the assert still succeeds.

Sometimes a mock may have several calls made to it, and you are only interested in asserting about *some* of those calls. You may not even care about the order. In this case you can pass `any_order=True` to `assert_has_calls` :

```
>>> m = MagicMock()
>>> m(1), m.two(2, 3), m.seven(7), m.fifty('50')
(...)
>>> calls = [call.fifty('50'), call(1), call.seven(7)]
>>> m.assert_has_calls(calls, any_order=True)
```

More complex argument matching

Using the same basic concept as *ANY* we can implement matchers to do more complex assertions on objects used as arguments to mocks.

Suppose we expect some object to be passed to a mock that by default compares equal based on object identity (which is the Python default for user defined classes). To use *assert_called_with()* we would need to pass in the exact same object. If we are only interested in some of the attributes of this object then we can create a matcher that will check these attributes for us.

You can see in this example how a 'standard' call to `assert_called_with` isn't sufficient :

```
>>> class Foo:
...     def __init__(self, a, b):
...         self.a, self.b = a, b
...
>>> mock = Mock(return_value=None)
>>> mock(Foo(1, 2))
>>> mock.assert_called_with(Foo(1, 2))
Traceback (most recent call last):
    ...
AssertionError: Expected: call(<__main__.Foo object at 0x...>)
Actual call: call(<__main__.Foo object at 0x...>)
```

A comparison function for our `Foo` class might look something like this :

```
>>> def compare(self, other):
...     if not type(self) == type(other):
...         return False
...     if self.a != other.a:
...         return False
...     if self.b != other.b:
...         return False
...     return True
...
```

And a matcher object that can use comparison functions like this for its equality operation would look something like this :

```
>>> class Matcher:
...     def __init__(self, compare, some_obj):
...         self.compare = compare
...         self.some_obj = some_obj
...     def __eq__(self, other):
...         return self.compare(self.some_obj, other)
...
```

Putting all this together :

```
>>> match_foo = Matcher(compare, Foo(1, 2))
>>> mock.assert_called_with(match_foo)
```

The `Matcher` is instantiated with our compare function and the `Foo` object we want to compare against. In `assert_called_with` the `Matcher` equality method will be called, which compares the object the mock was called with against the one we created our matcher with. If they match then `assert_called_with` passes, and if they don't an *`AssertionError`* is raised :

```
>>> match_wrong = Matcher(compare, Foo(3, 4))
>>> mock.assert_called_with(match_wrong)
Traceback (most recent call last):
    ...
AssertionError: Expected: ((<Matcher object at 0x...>,), {})
Called with: ((<Foo object at 0x...>,), {})
```

With a bit of tweaking you could have the comparison function raise the *`AssertionError`* directly and provide a more useful failure message.

As of version 1.5, the Python testing library PyHamcrest provides similar functionality, that may be useful here, in the form of its equality matcher (hamcrest.library.integration.match_equality).

27.7 *2to3* — Traduction automatique de code en Python 2 vers Python 3

2to3 est un programme Python qui lit du code source en Python 2.x et applique une suite de correcteurs pour le transformer en code Python 3.x valide. La bibliothèque standard contient un ensemble riche de correcteurs qui gèreront quasiment tout le code. La bibliothèque *`lib2to3`* utilisée par *2to3* est cependant une bibliothèque flexible et générique, il est donc possible d'écrire vos propres correcteurs pour *2to3*. *`lib2to3`* pourrait aussi être adaptée à des applications personnalisées dans lesquelles le code Python doit être édité automatiquement.

27.7.1 Utilisation de *2to3*

2to3 sera généralement installé avec l'interpréteur Python en tant que script. Il est également situé dans le dossier `Tools/scripts` à racine de Python.

Les arguments de base de *2to3* sont une liste de fichiers et de répertoires à transformer. Les répertoires sont parcourus récursivement pour trouver les sources Python.

Voici un exemple de fichier source Python 2.x, `example.py` :

```
def greet(name):
    print "Hello, {0}!".format(name)
print "What's your name?"
name = raw_input()
greet(name)
```

Il peut être converti en code Python 3.x par *2to3* en ligne de commande :

```
$ 2to3 example.py
```

Une comparaison avec le fichier source original est affichée. *2to3* peut aussi écrire les modifications nécessaires directement dans le fichier source. (Une sauvegarde du fichier d'origine est effectuée à moins que l'option `-n` soit également donnée.) L'écriture des modifications est activée avec l'option `-w` :

```
$ 2to3 -w example.py
```

Après transformation, `example.py` ressemble à :

```
def greet(name):
    print("Hello, {0}!".format(name))
print("What's your name?")
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
name = input()
greet(name)
```

Les commentaires et les retraits sont préservés tout au long du processus de traduction.

Par défaut, *2to3* exécute un ensemble de *correcteurs prédéfinis*. L'option `-l` énumère tous les correcteurs disponibles. Un ensemble explicite de correcteurs à exécuter peut être donné avec `-f`. De même, `-x` désactive explicitement un correcteur. L'exemple suivant exécute uniquement les `import` et les correcteurs `has_key` :

```
$ 2to3 -f imports -f has_key example.py
```

Cette commande exécute tous les correcteurs, sauf le correcteurs `apply` :

```
$ 2to3 -x apply example.py
```

Certains correcteurs sont *explicites*, ce qui signifie qu'ils ne sont pas exécutés par défaut et doivent être énumérés sur la ligne de commande à exécuter. Ici, en plus des correcteurs par défaut, le correcteur `idioms` est exécuté :

```
$ 2to3 -f all -f idioms example.py
```

Notez que passer `all` active tous les correcteurs par défaut.

Parfois, *2to3* trouvera un endroit dans votre code source qui doit être changé, mais qu'il ne peut pas résoudre automatiquement. Dans ce cas, *2to3* affiche un avertissement sous la comparaison d'un fichier. Vous devez traiter l'avertissement afin d'avoir un code conforme à Python 3.x.

2to3 peut également réusiner les *doctests*. Pour activer ce mode, utilisez `-d`. Notez que *seul* les *doctests* seront réusinés. Cela ne nécessite pas que le module soit du Python valide. Par exemple, des *doctests* tels que des exemples dans un document *reST* peuvent également être réusinés avec cette option.

L'option `-v` augmente la quantité de messages générés par le processus de traduction.

Puisque certaines instructions d'affichage peuvent être analysées comme des appels ou des instructions de fonction, *2to3* ne peut pas toujours lire les fichiers contenant la fonction d'affichage. Lorsque *2to3* détecte la présence de la directive compilateur `from __future__ import print_function`, il modifie sa grammaire interne pour interpréter *`print()`* comme une fonction. Cette modification peut également être activée manuellement avec l'option `-p`. Utilisez `-p` pour exécuter des correcteurs sur du code dont les instructions d'affichage ont déjà été converties.

L'option `-o` ou `--output-dir` permet de donner autre répertoire pour les fichiers de sortie en écriture. L'option `-n` est requise quand on les utilise comme fichiers de sauvegarde qui n'ont pas de sens si les fichiers d'entrée ne sont pas écrasés.

Nouveau dans la version 3.2.3 : L'option `-o` a été ajoutée.

L'option `-W` ou `—write-unchanged-files` indique à *2to3* de toujours écrire des fichiers de sortie même si aucun changement du fichier n'était nécessaire. Ceci est très utile avec *!-o* pour qu'un arbre des sources Python entier soit copié avec la traduction d'un répertoire à l'autre. Cette option implique `-w` sans quoi elle n'aurait pas de sens.

Nouveau dans la version 3.2.3 : L'option `-W` a été ajoutée.

L'option `--add-suffix` spécifie une chaîne à ajouter à tous les noms de fichiers de sortie. L'option `-n` est nécessaire dans ce cas, puisque sauvegarder n'est pas nécessaire en écrivant dans des fichiers différents. Exemple :

```
$ 2to3 -n -W --add-suffix=3 example.py
```

Écrit un fichier converti nommé `example.py3`.

Nouveau dans la version 3.2.3 : L'option `--add-suffix` est ajoutée.

Pour traduire un projet entier d'une arborescence de répertoires à une autre, utilisez :

```
$ 2to3 --output-dir=python3-version/mycode -W -n python2-version/mycode
```

27.7.2 Correcteurs

Chaque étape de la transformation du code est encapsulée dans un correcteur. La commande `2to3 -l` les énumère. Comme *documenté ci-dessus*, chacun peut être activé ou désactivé individuellement. Ils sont décrits plus en détails ici.

apply
Supprime l'usage d'`apply()`. Par exemple, `apply(function, *args, **kwargs)` est converti en `function(*args, **kwargs)`.

asserts
Remplace les noms de méthodes obsolètes du module *unittest* par les bons.

De	À
`failUnlessEqual(a, b)`	*assertEqual(a, b)*
`assertEquals(a, b)`	*assertEqual(a, b)*
`failIfEqual(a, b)`	*assertNotEqual(a, b)*
`assertNotEquals(a, b)`	*assertNotEqual(a, b)*
`failUnless(a)`	*assertTrue(a)*
`assert_(a)`	*assertTrue(a)*
`failIf(a)`	*assertFalse(a)*
`failUnlessRaises(exc, cal)`	*assertRaises(exc, cal)*
`failUnlessAlmostEqual(a, b)`	*assertAlmostEqual(a, b)*
`assertAlmostEquals(a, b)`	*assertAlmostEqual(a, b)*
`failIfAlmostEqual(a, b)`	*assertNotAlmostEqual(a, b)*
`assertNotAlmostEquals(a, b)`	*assertNotAlmostEqual(a, b)*

basestring
Convertit une `basestring` en *str*.

buffer
Convertit un `buffer` en *memoryview*. Ce correcteur est optionnel car l'API *memoryview* est similaire mais pas exactement pareil que celle de `buffer`.

dict
Fixe les méthodes d'itération sur les dictionnaires. `dict.iteritems()` est converti en *dict.items()*, `dict.iterkeys()` en *dict.keys()* et `dict.itervalues()` en *dict.values()*. De la même façon, `dict.viewitems()`, `dict.viewkeys()` et `dict.viewvalues()` sont convertis respectivement en *dict.items()*, *dict.keys()* et *dict.values()*. Il encapsule également les usages existants de *dict.items()*, *dict.keys()* et *dict.values()* dans un appel à *list*.

except
Convertit `except X, T` en `except X as T`.

exec
Convertit l'instruction `exec` en fonction *exec()*.

execfile
Supprime l'usage de `execfile()`. L'argument de `execfile()` est encapsulé dans des appels à *open()*, *compile()* et *exec()*.

exitfunc
Change l'affectation de `sys.exitfunc` pour utiliser le module *atexit*.

filter
Encapsule l'usage de *filter()* dans un appel à *list*.

funcattrs
Fixe les attributs de fonction ayant été renommés. Par exemple, `my_function.func_closure` est converti en `my_function.__closure__`.

future
Supprime les instructions `from __future__ import new_feature`.

getcwdu
Renomme `os.getcwdu()` en *os.getcwd()*.

has_key
Change `dict.has_key(key)` en `key in dict`.

idioms
Ce correcteur optionnel effectue plusieurs transformations rendant le code Python plus idiomatique. Les comparaisons de types telles que `type(x) is SomeClass` et `type(x) == SomeClass` sont converties en `isinstance(x, SomeClass)`. `while 1` devient `while True`. Ce correcteur essaye aussi d'utiliser *sorted()* aux endroits appropriés. Par exemple, ce bloc

```
L = list(some_iterable)
L.sort()
```

est transformé en

```
L = sorted(some_iterable)
```

import
Détecte les importations voisines et les convertit en importations relatives.

imports
Gère les renommages de modules dans la bibliothèque standard.

imports2
Gères d'autres renommages de modules dans la bibliothèque standard. Il est distinct de *imports* seulement en raison de limitations techniques.

input
Convertit `input(prompt)` en `eval(input(prompt))`.

intern
Convertit `intern()` en *sys.intern()*.

isinstance
Fixe les types dupliqués dans le second argument de *isinstance()*. Par exemple, `isinstance(x, (int, int))` est converti en `isinstance(x, int)` et `isinstance(x, (int, float, int))` est converti en `isinstance(x, (int, float))`.

itertools_imports
Supprime les importations de `itertools.ifilter()`, `itertools.izip()` et `itertools.imap()`. Les importations de `itertools.ifilterfalse()` sont aussi changées en *itertools.filterfalse()*.

itertools
Change l'usage de `itertools.ifilter()`, `itertools.izip()` et `itertools.imap()` en leurs équivalents intégrés. `itertools.ifilterfalse()` est changé en *itertools.filterfalse()*.

long
Renomme `long` en *int*.

map
Encapsule *map()* dans un appel à *list*. Change aussi `map(None, x)` en `list(x)`. L'usage de `from future_builtins import map` désactive ce correcteur.

metaclass
Convertit l'ancienne syntaxe de métaclasse (`__metaclass__ = Meta` dans le corps de la classe) à la nouvelle (`class X(metaclasse=Meta)`).

methodattrs
Fixe les anciens noms d'attributs de méthodes. Par exemple, `meth.im_func` est converti en `meth.__func__`.

ne
Convertit l'ancienne syntaxe d'inégalité, <>, en `!=`.

next
Convertit l'usage des méthodes `next()` de l' itérateur en *next()*. Renomme également les méthodes *next()* en *__next__()*.

nonzero
Renomme `__nonzero__()` en `__bool__()`.

numliterals
Convertit les nombres écrits littéralement en octal dans leur nouvelle syntaxe.

operator
Convertit les appels à diverses fonctions du module *operator* en appels d'autres fonctions équivalentes. Si besoin, les instructions `import` appropriées sont ajoutées, e.g. `import collections.abc`. Les correspondances suivantes sont appliquées :

De	À
`operator.isCallable(obj)`	`callable(obj)`
`operator.sequenceIncludes(obj)`	`operator.contains(obj)`
`operator.isSequenceType(obj)`	`isinstance(obj, collections.abc.Sequence)`
`operator.isMappingType(obj)`	`isinstance(obj, collections.abc.Mapping)`
`operator.isNumberType(obj)`	`isinstance(obj, numbers.Number)`
`operator.repeat(obj, n)`	`operator.mul(obj, n)`
`operator.irepeat(obj, n)`	`operator.imul(obj, n)`

paren
Ajoute des parenthèses supplémentaires lorsqu'elles sont nécessaires dans les listes en compréhension. Par exemple, `[x for x in 1, 2]` devient `[x for x in (1, 2)]`.

print
Convertit l'instruction `print` en fonction *print()*.

raise
Convertit `raise E, V` en `raise E(V)` et `raise E, V, T` en `raise E(V).with_traceback(T)`. Si `E` est un tuple, la conversion sera incorrecte puisque la substitution de tuples aux exceptions a été supprimée en 3.0.

raw_input
Convertit `raw_input()` en *input()*.

reduce
Gère le déplacement de `reduce()` à *functools.reduce()*.

reload
Convertit les appels à `reload()` en appels à *importlib.reload()*.

renames
Change `sys.maxint` en *sys.maxsize*.

repr
Remplace les accents graves utilisés comme `repr` par des appels à *repr()*.

set_literal
Remplace l'usage du constructeur de *set* par les ensembles littéraux. Ce correcteur est optionnel.

standarderror
Renomme `StandardError` en *Exception*.

sys_exc
Change les `sys.exc_value`, `sys.exc_type`, `sys.exc_traceback` dépréciés en *sys.exc_info()*.

throw
Fixe le changement de l'API dans la méthode `throw()` du générateur.

tuple_params
Supprime la décompression implicite des paramètres d'un tuple. Ce correcteur ajoute des variables temporaires.

types
Fixe le code cassé par la suppression de certains membres du module *types*.

unicode
Renomme `unicode` en *str*.

urllib
Gère le renommage des paquets *urllib* et `urllib2` en *urllib*.

ws_comma
Supprime l'espace excédentaire des éléments séparés par des virgules. Ce correcteur est optionnel.

xrange
Renomme la fonction `xrange()` en *range()* et encapsule les appels à la fonction *range()* avec des appels à *list*.

xreadlines
Change `for x in file.xreadlines()` en `for x in file`.

zip
Encapsule l'usage de *zip()* dans un appel à *list*. Ceci est désactivé lorsque `from future_builtins import zip` apparaît.

27.7.3 `lib2to3` — la bibliothèque de *2to3*

Code source : Lib/lib2to3/

Note : L'API de *lib2to3* devrait être considérée instable et peut changer drastiquement dans le futur.

27.8 `test` --- Regression tests package for Python

Note : The *test* package is meant for internal use by Python only. It is documented for the benefit of the core developers of Python. Any use of this package outside of Python's standard library is discouraged as code mentioned here can change or be removed without notice between releases of Python.

The *test* package contains all regression tests for Python as well as the modules *test.support* and `test.regrtest`. *test.support* is used to enhance your tests while `test.regrtest` drives the testing suite.

Each module in the *test* package whose name starts with `test_` is a testing suite for a specific module or feature. All new tests should be written using the *unittest* or *doctest* module. Some older tests are written using a "traditional" testing style that compares output printed to `sys.stdout`; this style of test is considered deprecated.

Voir aussi :

Module *unittest* Writing PyUnit regression tests.

Module *doctest* Tests embedded in documentation strings.

27.8.1 Writing Unit Tests for the `test` package

It is preferred that tests that use the *unittest* module follow a few guidelines. One is to name the test module by starting it with `test_` and end it with the name of the module being tested. The test methods in the test module should start with `test_` and end with a description of what the method is testing. This is needed so that the methods are recognized by the test driver as test methods. Also, no documentation string for the method should be included. A comment (such as `# Tests function returns only True or False`) should be used to provide documentation for test methods. This is done because documentation strings get printed out if they exist and thus what test is being run is not stated.

A basic boilerplate is often used :

```
import unittest
from test import support

class MyTestCase1(unittest.TestCase):

    # Only use setUp() and tearDown() if necessary

    def setUp(self):
        ... code to execute in preparation for tests ...

    def tearDown(self):
        ... code to execute to clean up after tests ...

    def test_feature_one(self):
        # Test feature one.
        ... testing code ...

    def test_feature_two(self):
        # Test feature two.
        ... testing code ...

    ... more test methods ...

class MyTestCase2(unittest.TestCase):
    ... same structure as MyTestCase1 ...

... more test classes ...

if __name__ == '__main__':
    unittest.main()
```

This code pattern allows the testing suite to be run by `test.regrtest`, on its own as a script that supports the *unittest* CLI, or via the `python -m unittest` CLI.

The goal for regression testing is to try to break code. This leads to a few guidelines to be followed :

- The testing suite should exercise all classes, functions, and constants. This includes not just the external API that is to be presented to the outside world but also ”private” code.
- Whitebox testing (examining the code being tested when the tests are being written) is preferred. Blackbox testing (testing only the published user interface) is not complete enough to make sure all boundary and edge cases are tested.
- Make sure all possible values are tested including invalid ones. This makes sure that not only all valid values are acceptable but also that improper values are handled correctly.
- Exhaust as many code paths as possible. Test where branching occurs and thus tailor input to make sure as many different paths through the code are taken.
- Add an explicit test for any bugs discovered for the tested code. This will make sure that the error does not crop up again if the code is changed in the future.
- Make sure to clean up after your tests (such as close and remove all temporary files).
- If a test is dependent on a specific condition of the operating system then verify the condition already exists before attempting the test.

— Import as few modules as possible and do it as soon as possible. This minimizes external dependencies of tests and also minimizes possible anomalous behavior from side-effects of importing a module.
— Try to maximize code reuse. On occasion, tests will vary by something as small as what type of input is used. Minimize code duplication by subclassing a basic test class with a class that specifies the input :

```
class TestFuncAcceptsSequencesMixin:

    func = mySuperWhammyFunction

    def test_func(self):
        self.func(self.arg)

class AcceptLists(TestFuncAcceptsSequencesMixin, unittest.TestCase):
    arg = [1, 2, 3]

class AcceptStrings(TestFuncAcceptsSequencesMixin, unittest.TestCase):
    arg = 'abc'

class AcceptTuples(TestFuncAcceptsSequencesMixin, unittest.TestCase):
    arg = (1, 2, 3)
```

When using this pattern, remember that all classes that inherit from *unittest.TestCase* are run as tests. The `Mixin` class in the example above does not have any data and so can't be run by itself, thus it does not inherit from *unittest.TestCase*.

Voir aussi :

Test Driven Development A book by Kent Beck on writing tests before code.

27.8.2 Running tests using the command-line interface

The *test* package can be run as a script to drive Python's regression test suite, thanks to the `-m` option : **python -m test**. Under the hood, it uses `test.regrtest` ; the call **python -m test.regrtest** used in previous Python versions still works. Running the script by itself automatically starts running all regression tests in the *test* package. It does this by finding all modules in the package whose name starts with `test_`, importing them, and executing the function `test_main()` if present or loading the tests via unittest.TestLoader.loadTestsFromModule if `test_main` does not exist. The names of tests to execute may also be passed to the script. Specifying a single regression test (**python -m test test_spam**) will minimize output and only print whether the test passed or failed.

Running *test* directly allows what resources are available for tests to use to be set. You do this by using the `-u` command-line option. Specifying `all` as the value for the `-u` option enables all possible resources : **python -m test -uall**. If all but one resource is desired (a more common case), a comma-separated list of resources that are not desired may be listed after `all`. The command **python -m test -uall,-audio,-largefile** will run *test* with all resources except the `audio` and `largefile` resources. For a list of all resources and more command-line options, run **python -m test -h**.

Some other ways to execute the regression tests depend on what platform the tests are being executed on. On Unix, you can run **make test** at the top-level directory where Python was built. On Windows, executing **rt.bat** from your `PCbuild` directory will run all regression tests.

27.9 test.support --- Utilities for the Python test suite

The *test.support* module provides support for Python's regression test suite.

Note : *test.support* is not a public module. It is documented here to help Python developers write tests. The API of this module is subject to change without backwards compatibility concerns between releases.

This module defines the following exceptions :

exception test.support.**TestFailed**
Exception to be raised when a test fails. This is deprecated in favor of *unittest*-based tests and *unittest.TestCase*'s assertion methods.

exception test.support.**ResourceDenied**
Subclass of *unittest.SkipTest*. Raised when a resource (such as a network connection) is not available. Raised by the *requires()* function.

The *test.support* module defines the following constants :

test.support.**verbose**
`True` when verbose output is enabled. Should be checked when more detailed information is desired about a running test. *verbose* is set by `test.regrtest`.

test.support.**is_jython**
`True` if the running interpreter is Jython.

test.support.**is_android**
`True` if the system is Android.

test.support.**unix_shell**
Path for shell if not on Windows ; otherwise `None`.

test.support.**FS_NONASCII**
A non-ASCII character encodable by *os.fsencode()*.

test.support.**TESTFN**
Set to a name that is safe to use as the name of a temporary file. Any temporary file that is created should be closed and unlinked (removed).

test.support.**TESTFN_UNICODE**
Set to a non-ASCII name for a temporary file.

test.support.**TESTFN_ENCODING**
Set to *sys.getfilesystemencoding()*.

test.support.**TESTFN_UNENCODABLE**
Set to a filename (str type) that should not be able to be encoded by file system encoding in strict mode. It may be `None` if it's not possible to generate such a filename.

test.support.**TESTFN_UNDECODABLE**
Set to a filename (bytes type) that should not be able to be decoded by file system encoding in strict mode. It may be `None` if it's not possible to generate such a filename.

test.support.**TESTFN_NONASCII**
Set to a filename containing the *FS_NONASCII* character.

test.support.**IPV6_ENABLED**
Set to `True` if IPV6 is enabled on this host, `False` otherwise.

test.support.**SAVEDCWD**
Set to *os.getcwd()*.

test.support.**PGO**
Set when tests can be skipped when they are not useful for PGO.

test.support.**PIPE_MAX_SIZE**
A constant that is likely larger than the underlying OS pipe buffer size, to make writes blocking.

test.support.**SOCK_MAX_SIZE**
A constant that is likely larger than the underlying OS socket buffer size, to make writes blocking.

test.support.**TEST_SUPPORT_DIR**
Set to the top level directory that contains *test.support*.

test.support.**TEST_HOME_DIR**
Set to the top level directory for the test package.

test.support.**TEST_DATA_DIR**
Set to the data directory within the test package.

test.support.**MAX_Py_ssize_t**
Set to *sys.maxsize* for big memory tests.

test.support.**max_memuse**
Set by *set_memlimit()* as the memory limit for big memory tests. Limited by *MAX_Py_ssize_t*.

test.support.**real_max_memuse**
Set by *set_memlimit()* as the memory limit for big memory tests. Not limited by *MAX_Py_ssize_t*.

test.support.**MISSING_C_DOCSTRINGS**
Return True if running on CPython, not on Windows, and configuration not set with WITH_DOC_STRINGS.

test.support.**HAVE_DOCSTRINGS**
Check for presence of docstrings.

test.support.**TEST_HTTP_URL**
Define the URL of a dedicated HTTP server for the network tests.

test.support.**ALWAYS_EQ**
Object that is equal to anything. Used to test mixed type comparison.

test.support.**LARGEST**
Object that is greater than anything (except itself). Used to test mixed type comparison.

test.support.**SMALLEST**
Object that is less than anything (except itself). Used to test mixed type comparison.

The *test.support* module defines the following functions :

test.support.**forget**(*module_name*)
Remove the module named *module_name* from sys.modules and delete any byte-compiled files of the module.

test.support.**unload**(*name*)
Delete *name* from sys.modules.

test.support.**unlink**(*filename*)
Call *os.unlink()* on *filename*. On Windows platforms, this is wrapped with a wait loop that checks for the existence fo the file.

test.support.**rmdir**(*filename*)
Call *os.rmdir()* on *filename*. On Windows platforms, this is wrapped with a wait loop that checks for the existence of the file.

test.support.**rmtree**(*path*)
Call *shutil.rmtree()* on *path* or call *os.lstat()* and *os.rmdir()* to remove a path and its contents. On Windows platforms, this is wrapped with a wait loop that checks for the existence of the files.

test.support.**make_legacy_pyc**(*source*)
Move a PEP 3147/488 pyc file to its legacy pyc location and return the file system path to the legacy pyc file. The *source* value is the file system path to the source file. It does not need to exist, however the PEP 3147/488 pyc file must exist.

test.support.**is_resource_enabled**(*resource*)
Return True if *resource* is enabled and available. The list of available resources is only set when test.regrtest is executing the tests.

test.support.**python_is_optimized**()
Return True if Python was not built with -O0 or -Og.

test.support.**with_pymalloc**()
Return _testcapi.WITH_PYMALLOC.

test.support.**requires**(*resource*, *msg=None*)
Raise *ResourceDenied* if *resource* is not available. *msg* is the argument to *ResourceDenied* if it is raised. Always returns True if called by a function whose __name__ is '__main__'. Used when tests are executed by test.regrtest.

test.support.**system_must_validate_cert**(*f*)
Raise *unittest.SkipTest* on TLS certification validation failures.

test.support.**sortdict**(*dict*)
Return a repr of *dict* with keys sorted.

test.support.**findfile**(*filename*, *subdir=None*)
Return the path to the file named *filename*. If no match is found *filename* is returned. This does not equal a failure since it could be the path to the file.
Setting *subdir* indicates a relative path to use to find the file rather than looking directly in the path directories.

test.support.**create_empty_file**(*filename*)
Create an empty file with *filename*. If it already exists, truncate it.

test.support.**fd_count**()
Count the number of open file descriptors.

test.support.**match_test**(*test*)
Match *test* to patterns set in *set_match_tests()*.

test.support.**set_match_tests**(*patterns*)
Define match test with regular expression *patterns*.

test.support.**run_unittest**(**classes*)
Execute *unittest.TestCase* subclasses passed to the function. The function scans the classes for methods starting with the prefix test_ and executes the tests individually.
It is also legal to pass strings as parameters; these should be keys in sys.modules. Each associated module will be scanned by unittest.TestLoader.loadTestsFromModule(). This is usually seen in the following test_main() function :

```
def test_main():
    support.run_unittest(__name__)
```

This will run all tests defined in the named module.

test.support.**run_doctest**(*module*, *verbosity=None*, *optionflags=0*)
Run *doctest.testmod()* on the given *module*. Return (failure_count, test_count).
If *verbosity* is None, *doctest.testmod()* is run with verbosity set to *verbose*. Otherwise, it is run with verbosity set to None. *optionflags* is passed as optionflags to *doctest.testmod()*.

test.support.**setswitchinterval**(*interval*)
Set the *sys.setswitchinterval()* to the given *interval*. Defines a minimum interval for Android systems to prevent the system from hanging.

test.support.**check_impl_detail**(***guards*)
Use this check to guard CPython's implementation-specific tests or to run them only on the implementations guarded by the arguments :

```
check_impl_detail()               # Only on CPython (default).
check_impl_detail(jython=True)    # Only on Jython.
check_impl_detail(cpython=False)  # Everywhere except CPython.
```

test.support.**check_warnings**(**filters*, *quiet=True*)

A convenience wrapper for *warnings.catch_warnings()* that makes it easier to test that a warning was correctly raised. It is approximately equivalent to calling `warnings.catch_warnings(record=True)` with *warnings.simplefilter()* set to `always` and with the option to automatically validate the results that are recorded.

`check_warnings` accepts 2-tuples of the form `("message regexp", WarningCategory)` as positional arguments. If one or more *filters* are provided, or if the optional keyword argument *quiet* is `False`, it checks to make sure the warnings are as expected : each specified filter must match at least one of the warnings raised by the enclosed code or the test fails, and if any warnings are raised that do not match any of the specified filters the test fails. To disable the first of these checks, set *quiet* to `True`.

If no arguments are specified, it defaults to :

```
check_warnings(("", Warning), quiet=True)
```

In this case all warnings are caught and no errors are raised.

On entry to the context manager, a `WarningRecorder` instance is returned. The underlying warnings list from *catch_warnings()* is available via the recorder object's *warnings* attribute. As a convenience, the attributes of the object representing the most recent warning can also be accessed directly through the recorder object (see example below). If no warning has been raised, then any of the attributes that would otherwise be expected on an object representing a warning will return `None`.

The recorder object also has a `reset()` method, which clears the warnings list.

The context manager is designed to be used like this :

```
with check_warnings(("assertion is always true", SyntaxWarning),
                    ("", UserWarning)):
    exec('assert(False, "Hey!")')
    warnings.warn(UserWarning("Hide me!"))
```

In this case if either warning was not raised, or some other warning was raised, *check_warnings()* would raise an error.

When a test needs to look more deeply into the warnings, rather than just checking whether or not they occurred, code like this can be used :

```
with check_warnings(quiet=True) as w:
    warnings.warn("foo")
    assert str(w.args[0]) == "foo"
    warnings.warn("bar")
    assert str(w.args[0]) == "bar"
    assert str(w.warnings[0].args[0]) == "foo"
    assert str(w.warnings[1].args[0]) == "bar"
    w.reset()
    assert len(w.warnings) == 0
```

Here all warnings will be caught, and the test code tests the captured warnings directly.

Modifié dans la version 3.2 : New optional arguments *filters* and *quiet*.

test.support.**check_no_resource_warning**(*testcase*)

Context manager to check that no *ResourceWarning* was raised. You must remove the object which may emit *ResourceWarning* before the end of the context manager.

test.support.**set_memlimit**(*limit*)

Set the values for *max_memuse* and *real_max_memuse* for big memory tests.

test.support.**record_original_stdout**(*stdout*)

Store the value from *stdout*. It is meant to hold the stdout at the time the regrtest began.

test.support.**get_original_stdout**()

Return the original stdout set by *record_original_stdout()* or `sys.stdout` if it's not set.

test.support.**strip_python_strerr**(*stderr*)

Strip the *stderr* of a Python process from potential debug output emitted by the interpreter. This will typically be run on the result of *subprocess.Popen.communicate()*.

test.support.**args_from_interpreter_flags**()
Return a list of command line arguments reproducing the current settings in `sys.flags` and `sys.warnoptions`.

test.support.**optim_args_from_interpreter_flags**()
Return a list of command line arguments reproducing the current optimization settings in `sys.flags`.

test.support.**captured_stdin**()
test.support.**captured_stdout**()
test.support.**captured_stderr**()
A context managers that temporarily replaces the named stream with *io.StringIO* object.

Example use with output streams :

```
with captured_stdout() as stdout, captured_stderr() as stderr:
    print("hello")
    print("error", file=sys.stderr)
assert stdout.getvalue() == "hello\n"
assert stderr.getvalue() == "error\n"
```

Example use with input stream :

```
with captured_stdin() as stdin:
    stdin.write('hello\n')
    stdin.seek(0)
    # call test code that consumes from sys.stdin
    captured = input()
self.assertEqual(captured, "hello")
```

test.support.**temp_dir**(*path=None*, *quiet=False*)
A context manager that creates a temporary directory at *path* and yields the directory.

If *path* is `None`, the temporary directory is created using *tempfile.mkdtemp()*. If *quiet* is `False`, the context manager raises an exception on error. Otherwise, if *path* is specified and cannot be created, only a warning is issued.

test.support.**change_cwd**(*path*, *quiet=False*)
A context manager that temporarily changes the current working directory to *path* and yields the directory.

If *quiet* is `False`, the context manager raises an exception on error. Otherwise, it issues only a warning and keeps the current working directory the same.

test.support.**temp_cwd**(*name='tempcwd'*, *quiet=False*)
A context manager that temporarily creates a new directory and changes the current working directory (CWD).

The context manager creates a temporary directory in the current directory with name *name* before temporarily changing the current working directory. If *name* is `None`, the temporary directory is created using *tempfile.mkdtemp()*.

If *quiet* is `False` and it is not possible to create or change the CWD, an error is raised. Otherwise, only a warning is raised and the original CWD is used.

test.support.**temp_umask**(*umask*)
A context manager that temporarily sets the process umask.

test.support.**transient_internet**(*resource_name*, *, *timeout=30.0*, *errnos=()*)
A context manager that raises *ResourceDenied* when various issues with the internet connection manifest themselves as exceptions.

test.support.**disable_faulthandler**()
A context manager that replaces `sys.stderr` with `sys.__stderr__`.

test.support.**gc_collect**()
Force as many objects as possible to be collected. This is needed because timely deallocation is not guaranteed by the garbage collector. This means that `__del__` methods may be called later than expected and weakrefs may remain alive for longer than expected.

test.support.**disable_gc**()
A context manager that disables the garbage collector upon entry and reenables it upon exit.

test.support.**swap_attr**(*obj*, *attr*, *new_val*)
Context manager to swap out an attribute with a new object.
Utilisation :

```
with swap_attr(obj, "attr", 5):
    ...
```

This will set `obj.attr` to 5 for the duration of the `with` block, restoring the old value at the end of the block. If `attr` doesn't exist on `obj`, it will be created and then deleted at the end of the block.
The old value (or `None` if it doesn't exist) will be assigned to the target of the "as" clause, if there is one.

test.support.**swap_item**(*obj*, *attr*, *new_val*)
Context manager to swap out an item with a new object.
Utilisation :

```
with swap_item(obj, "item", 5):
    ...
```

This will set `obj["item"]` to 5 for the duration of the `with` block, restoring the old value at the end of the block. If `item` doesn't exist on `obj`, it will be created and then deleted at the end of the block.
The old value (or `None` if it doesn't exist) will be assigned to the target of the "as" clause, if there is one.

test.support.**wait_threads_exit**(*timeout=60.0*)
Context manager to wait until all threads created in the `with` statement exit.

test.support.**start_threads**(*threads*, *unlock=None*)
Context manager to start *threads*. It attempts to join the threads upon exit.

test.support.**calcobjsize**(*fmt*)
Return *struct.calcsize()* for `nP{fmt}0n` or, if `gettotalrefcount` exists, `2PnP{fmt}0P`.

test.support.**calcvobjsize**(*fmt*)
Return *struct.calcsize()* for `nPn{fmt}0n` or, if `gettotalrefcount` exists, `2PnPn{fmt}0P`.

test.support.**checksizeof**(*test*, *o*, *size*)
For testcase *test*, assert that the `sys.getsizeof` for *o* plus the GC header size equals *size*.

test.support.**can_symlink**()
Return `True` if the OS supports symbolic links, `False` otherwise.

test.support.**can_xattr**()
Return `True` if the OS supports xattr, `False` otherwise.

@test.support.**skip_unless_symlink**
A decorator for running tests that require support for symbolic links.

@test.support.**skip_unless_xattr**
A decorator for running tests that require support for xattr.

@test.support.**skip_unless_bind_unix_socket**
A decorator for running tests that require a functional bind() for Unix sockets.

@test.support.**anticipate_failure**(*condition*)
A decorator to conditionally mark tests with *unittest.expectedFailure()*. Any use of this decorator should have an associated comment identifying the relevant tracker issue.

@test.support.**run_with_locale**(*catstr*, **locales*)
A decorator for running a function in a different locale, correctly resetting it after it has finished. *catstr* is the locale category as a string (for example `"LC_ALL"`). The *locales* passed will be tried sequentially, and the first valid locale will be used.

@test.support.**run_with_tz**(*tz*)
A decorator for running a function in a specific timezone, correctly resetting it after it has finished.

@test.support.**requires_freebsd_version**(**min_version*)
Decorator for the minimum version when running test on FreeBSD. If the FreeBSD version is less than the minimum, raise *unittest.SkipTest*.

@test.support.**requires_linux_version**(*min_version*)
Decorator for the minimum version when running test on Linux. If the Linux version is less than the minimum, raise *unittest.SkipTest*.

@test.support.**requires_mac_version**(*min_version*)
Decorator for the minimum version when running test on Mac OS X. If the MAC OS X version is less than the minimum, raise *unittest.SkipTest*.

@test.support.**requires_IEEE_754**
Decorator for skipping tests on non-IEEE 754 platforms.

@test.support.**requires_zlib**
Decorator for skipping tests if *zlib* doesn't exist.

@test.support.**requires_gzip**
Decorator for skipping tests if *gzip* doesn't exist.

@test.support.**requires_bz2**
Decorator for skipping tests if *bz2* doesn't exist.

@test.support.**requires_lzma**
Decorator for skipping tests if *lzma* doesn't exist.

@test.support.**requires_resource**(*resource*)
Decorator for skipping tests if *resource* is not available.

@test.support.**requires_docstrings**
Decorator for only running the test if *HAVE_DOCSTRINGS*.

@test.support.**cpython_only**(*test*)
Decorator for tests only applicable to CPython.

@test.support.**impl_detail**(*msg=None*, ***guards*)
Decorator for invoking *check_impl_detail()* on *guards*. If that returns `False`, then uses *msg* as the reason for skipping the test.

@test.support.**no_tracing**(*func*)
Decorator to temporarily turn off tracing for the duration of the test.

@test.support.**refcount_test**(*test*)
Decorator for tests which involve reference counting. The decorator does not run the test if it is not run by CPython. Any trace function is unset for the duration of the test to prevent unexpected refcounts caused by the trace function.

@test.support.**reap_threads**(*func*)
Decorator to ensure the threads are cleaned up even if the test fails.

@test.support.**bigmemtest**(*size*, *memuse*, *dry_run=True*)
Decorator for bigmem tests.

size is a requested size for the test (in arbitrary, test-interpreted units.) *memuse* is the number of bytes per unit for the test, or a good estimate of it. For example, a test that needs two byte buffers, of 4 GiB each, could be decorated with `@bigmemtest(size=_4G, memuse=2)`.

The *size* argument is normally passed to the decorated test method as an extra argument. If *dry_run* is `True`, the value passed to the test method may be less than the requested value. If *dry_run* is `False`, it means the test doesn't support dummy runs when `-M` is not specified.

@test.support.**bigaddrspacetest**(*f*)
Decorator for tests that fill the address space. *f* is the function to wrap.

test.support.**make_bad_fd**()
Create an invalid file descriptor by opening and closing a temporary file, and returning its descriptor.

test.support.**check_syntax_error**(*testcase*, *statement*, *errtext=''*, ***, *lineno=None*, *offset=None*)
Test for syntax errors in *statement* by attempting to compile *statement*. *testcase* is the *unittest* instance for the test. *errtext* is the text of the error raised by *SyntaxError*. If *lineno* is not None, compares to the line of the *SyntaxError*. If *offset* is not None, compares to the offset of the *SyntaxError*.

test.support.**open_urlresource**(*url*, **args*, ***kw*)
Open *url*. If open fails, raises *TestFailed*.

test.support.**import_module**(*name*, *deprecated=False*, ***, *required_on()*)
This function imports and returns the named module. Unlike a normal import, this function raises *unittest.SkipTest* if the module cannot be imported.

Module and package deprecation messages are suppressed during this import if *deprecated* is `True`. If a module is required on a platform but optional for others, set *required_on* to an iterable of platform prefixes which will be compared against *sys.platform*.

Nouveau dans la version 3.1.

test.support.**import_fresh_module**(*name*, *fresh=()*, *blocked=()*, *deprecated=False*)
This function imports and returns a fresh copy of the named Python module by removing the named module from `sys.modules` before doing the import. Note that unlike `reload()`, the original module is not affected by this operation.

fresh is an iterable of additional module names that are also removed from the `sys.modules` cache before doing the import.

blocked is an iterable of module names that are replaced with `None` in the module cache during the import to ensure that attempts to import them raise *ImportError*.

The named module and any modules named in the *fresh* and *blocked* parameters are saved before starting the import and then reinserted into `sys.modules` when the fresh import is complete.

Module and package deprecation messages are suppressed during this import if *deprecated* is `True`.

This function will raise *ImportError* if the named module cannot be imported.

Example use :

```
# Get copies of the warnings module for testing without affecting the
# version being used by the rest of the test suite. One copy uses the
# C implementation, the other is forced to use the pure Python fallback
# implementation
py_warnings = import_fresh_module('warnings', blocked=['_warnings'])
c_warnings = import_fresh_module('warnings', fresh=['_warnings'])
```

Nouveau dans la version 3.1.

test.support.**modules_setup**()
Return a copy of *sys.modules*.

test.support.**modules_cleanup**(*oldmodules*)
Remove modules except for *oldmodules* and `encodings` in order to preserve internal cache.

test.support.**threading_setup**()
Return current thread count and copy of dangling threads.

test.support.**threading_cleanup**(**original_values*)
Cleanup up threads not specified in *original_values*. Designed to emit a warning if a test leaves running threads in the background.

test.support.**join_thread**(*thread*, *timeout=30.0*)
Join a *thread* within *timeout*. Raise an *AssertionError* if thread is still alive after *timeout* seconds.

test.support.**reap_children**()
Use this at the end of `test_main` whenever sub-processes are started. This will help ensure that no extra children (zombies) stick around to hog resources and create problems when looking for refleaks.

test.support.**get_attribute**(*obj*, *name*)
Get an attribute, raising *unittest.SkipTest* if *AttributeError* is raised.

test.support.**bind_port**(*sock*, *host=HOST*)
Bind the socket to a free port and return the port number. Relies on ephemeral ports in order to ensure we are using an unbound port. This is important as many tests may be running simultaneously, especially in a buildbot environment. This method raises an exception if the `sock.family` is *AF_INET* and `sock.type` is *SOCK_STREAM*, and the socket has `SO_REUSEADDR` or `SO_REUSEPORT` set on it. Tests should never

set these socket options for TCP/IP sockets. The only case for setting these options is testing multicasting via multiple UDP sockets.

Additionally, if the `SO_EXCLUSIVEADDRUSE` socket option is available (i.e. on Windows), it will be set on the socket. This will prevent anyone else from binding to our host/port for the duration of the test.

`test.support.`**`bind_unix_socket`**(*sock*, *addr*)

Bind a unix socket, raising *unittest.SkipTest* if *PermissionError* is raised.

`test.support.`**`find_unused_port`**(*family=socket.AF_INET*, *socktype=socket.SOCK_STREAM*)

Returns an unused port that should be suitable for binding. This is achieved by creating a temporary socket with the same family and type as the `sock` parameter (default is *AF_INET*, *SOCK_STREAM*), and binding it to the specified host address (defaults to `0.0.0.0`) with the port set to 0, eliciting an unused ephemeral port from the OS. The temporary socket is then closed and deleted, and the ephemeral port is returned.

Either this method or *bind_port()* should be used for any tests where a server socket needs to be bound to a particular port for the duration of the test. Which one to use depends on whether the calling code is creating a Python socket, or if an unused port needs to be provided in a constructor or passed to an external program (i.e. the `-accept` argument to openssl's s_server mode). Always prefer *bind_port()* over *find_unused_port()* where possible. Using a hard coded port is discouraged since it can make multiple instances of the test impossible to run simultaneously, which is a problem for buildbots.

`test.support.`**`load_package_tests`**(*pkg_dir*, *loader*, *standard_tests*, *pattern*)

Generic implementation of the *unittest* `load_tests` protocol for use in test packages. *pkg_dir* is the root directory of the package; *loader*, *standard_tests*, and *pattern* are the arguments expected by `load_tests`. In simple cases, the test package's `__init__.py` can be the following :

```
import os
from test.support import load_package_tests

def load_tests(*args):
    return load_package_tests(os.path.dirname(__file__), *args)
```

`test.support.`**`fs_is_case_insensitive`**(*directory*)

Return `True` if the file system for *directory* is case-insensitive.

`test.support.`**`detect_api_mismatch`**(*ref_api*, *other_api*, *, *ignore=()*)

Returns the set of attributes, functions or methods of *ref_api* not found on *other_api*, except for a defined list of items to be ignored in this check specified in *ignore*.

By default this skips private attributes beginning with '_' but includes all magic methods, i.e. those starting and ending in '__'.

Nouveau dans la version 3.5.

`test.support.`**`patch`**(*test_instance*, *object_to_patch*, *attr_name*, *new_value*)

Override *object_to_patch.attr_name* with *new_value*. Also add cleanup procedure to *test_instance* to restore *object_to_patch* for *attr_name*. The *attr_name* should be a valid attribute for *object_to_patch*.

`test.support.`**`run_in_subinterp`**(*code*)

Run *code* in subinterpreter. Raise *unittest.SkipTest* if *tracemalloc* is enabled.

`test.support.`**`check_free_after_iterating`**(*test*, *iter*, *cls*, *args=()*)

Assert that *iter* is deallocated after iterating.

`test.support.`**`missing_compiler_executable`**(*cmd_names=[]*)

Check for the existence of the compiler executables whose names are listed in *cmd_names* or all the compiler executables when *cmd_names* is empty and return the first missing executable or `None` when none is found missing.

`test.support.`**`check__all__`**(*test_case*, *module*, *name_of_module=None*, *extra=()*, *blacklist=()*)

Assert that the `__all__` variable of *module* contains all public names.

The module's public names (its API) are detected automatically based on whether they match the public name convention and were defined in *module*.

The *name_of_module* argument can specify (as a string or tuple thereof) what module(s) an API could be defined in order to be detected as a public API. One case for this is when *module* imports part of its public API from other modules, possibly a C backend (like `csv` and its `_csv`).

The *extra* argument can be a set of names that wouldn't otherwise be automatically detected as "public", like objects without a proper `__module__` attribute. If provided, it will be added to the automatically detected ones.

The *blacklist* argument can be a set of names that must not be treated as part of the public API even though their names indicate otherwise.

Example use :

```
import bar
import foo
import unittest
from test import support

class MiscTestCase(unittest.TestCase):
    def test__all__(self):
        support.check__all__(self, foo)

class OtherTestCase(unittest.TestCase):
    def test__all__(self):
        extra = {'BAR_CONST', 'FOO_CONST'}
        blacklist = {'baz'}  # Undocumented name.
        # bar imports part of its API from _bar.
        support.check__all__(self, bar, ('bar', '_bar'),
                             extra=extra, blacklist=blacklist)
```

Nouveau dans la version 3.6.

`test.support.`**`adjust_int_max_str_digits`**(*max_digits*)

This function returns a context manager that will change the global *`sys.set_int_max_str_digits()`* setting for the duration of the context to allow execution of test code that needs a different limit on the number of digits when converting between an integer and string.

Nouveau dans la version 3.7.14.

The *`test.support`* module defines the following classes :

class `test.support.`**`TransientResource`**(*exc*, ***kwargs*)

Instances are a context manager that raises *`ResourceDenied`* if the specified exception type is raised. Any keyword arguments are treated as attribute/value pairs to be compared against any exception raised within the `with` statement. Only if all pairs match properly against attributes on the exception is *`ResourceDenied`* raised.

class `test.support.`**`EnvironmentVarGuard`**

Class used to temporarily set or unset environment variables. Instances can be used as a context manager and have a complete dictionary interface for querying/modifying the underlying `os.environ`. After exit from the context manager all changes to environment variables done through this instance will be rolled back.

Modifié dans la version 3.1 : Added dictionary interface.

`EnvironmentVarGuard.`**`set`**(*envvar*, *value*)

Temporarily set the environment variable `envvar` to the value of `value`.

`EnvironmentVarGuard.`**`unset`**(*envvar*)

Temporarily unset the environment variable `envvar`.

class `test.support.`**`SuppressCrashReport`**

A context manager used to try to prevent crash dialog popups on tests that are expected to crash a subprocess.

On Windows, it disables Windows Error Reporting dialogs using SetErrorMode.

On UNIX, *`resource.setrlimit()`* is used to set *`resource.RLIMIT_CORE`*'s soft limit to 0 to prevent coredump file creation.

On both platforms, the old value is restored by `__exit__()`.

class `test.support.`**`CleanImport`**(**module_names*)

A context manager to force import to return a new module reference. This is useful for testing module-level behaviors, such as the emission of a DeprecationWarning on import. Example usage :

```
with CleanImport('foo'):
    importlib.import_module('foo')   # New reference.
```

class test.support.**DirsOnSysPath**(**paths*)
A context manager to temporarily add directories to sys.path.

This makes a copy of *sys.path*, appends any directories given as positional arguments, then reverts *sys.path* to the copied settings when the context ends.

Note that *all* *sys.path* modifications in the body of the context manager, including replacement of the object, will be reverted at the end of the block.

class test.support.**SaveSignals**
Class to save and restore signal handlers registered by the Python signal handler.

class test.support.**Matcher**

matches(*self*, *d*, ***kwargs*)
Try to match a single dict with the supplied arguments.

match_value(*self*, *k*, *dv*, *v*)
Try to match a single stored value (*dv*) with a supplied value (*v*).

class test.support.**WarningsRecorder**
Class used to record warnings for unit tests. See documentation of *check_warnings()* above for more details.

class test.support.**BasicTestRunner**

run(*test*)
Run *test* and return the result.

class test.support.**TestHandler**(*logging.handlers.BufferingHandler*)
Class for logging support.

class test.support.**FakePath**(*path*)
Simple *path-like object*. It implements the `__fspath__()` method which just returns the *path* argument. If *path* is an exception, it will be raised in `__fspath__()`.

27.10 test.support.script_helper --- Utilities for the Python execution tests

The *test.support.script_helper* module provides support for Python's script execution tests.

test.support.script_helper.**interpreter_requires_environment**()
Return `True` if `sys.executable interpreter` requires environment variables in order to be able to run at all.

This is designed to be used with `@unittest.skipIf()` to annotate tests that need to use an `assert_python*()` function to launch an isolated mode (`-I`) or no environment mode (`-E`) sub-interpreter process.

A normal build & test does not run into this situation but it can happen when trying to run the standard library test suite from an interpreter that doesn't have an obvious home with Python's current home finding logic.

Setting `PYTHONHOME` is one way to get most of the testsuite to run in that situation. `PYTHONPATH` or `PYTHONUSERSITE` are other common environment variables that might impact whether or not the interpreter can start.

test.support.script_helper.**run_python_until_end**(**args*, ***env_vars*)
Set up the environment based on *env_vars* for running the interpreter in a subprocess. The values can include `__isolated`, `__cleanenv`, `__cwd`, and `TERM`.

test.support.script_helper.**assert_python_ok**(**args*, ***env_vars*)
Assert that running the interpreter with *args* and optional environment variables *env_vars* succeeds (`rc == 0`) and return a `(return code, stdout, stderr)` tuple.

If the `__cleanenv` keyword is set, *env_vars* is used as a fresh environment.

Python is started in isolated mode (command line option `-I`), except if the `__isolated` keyword is set to `False`.

test.support.script_helper.**assert_python_failure**(**args*, ***env_vars*)
Assert that running the interpreter with *args* and optional environment variables *env_vars* fails (`rc != 0`) and return a `(return code, stdout, stderr)` tuple.

See *assert_python_ok()* for more options.

test.support.script_helper.**spawn_python**(**args*, *stdout=subprocess.PIPE*, *stderr=subprocess.STDOUT*, ***kw*)
Run a Python subprocess with the given arguments.

kw is extra keyword args to pass to *subprocess.Popen()*. Returns a *subprocess.Popen* object.

test.support.script_helper.**kill_python**(*p*)
Run the given *subprocess.Popen* process until completion and return stdout.

test.support.script_helper.**make_script**(*script_dir*, *script_basename*, *source*, *omit_suffix=False*)
Create script containing *source* in path *script_dir* and *script_basename*. If *omit_suffix* is `False`, append `.py` to the name. Return the full script path.

test.support.script_helper.**make_zip_script**(*zip_dir*, *zip_basename*, *script_name*, *name_in_zip=None*)
Create zip file at *zip_dir* and *zip_basename* with extension `zip` which contains the files in *script_name*. *name_in_zip* is the archive name. Return a tuple containing `(full path, full path of archive name)`.

test.support.script_helper.**make_pkg**(*pkg_dir*, *init_source=''*)
Create a directory named *pkg_dir* containing an `__init__` file with *init_source* as its contents.

test.support.script_helper.**make_zip_pkg**(*zip_dir*, *zip_basename*, *pkg_name*, *script_basename*, *source*, *depth=1*, *compiled=False*)
Create a zip package directory with a path of *zip_dir* and *zip_basename* containing an empty `__init__` file and a file *script_basename* containing the *source*. If *compiled* is `True`, both source files will be compiled and added to the zip package. Return a tuple of the full zip path and the archive name for the zip file.

Regardez aussi le "mode développement" de Python : l'option `-X dev` et la variable d'environnement `PYTHONDEVMODE`.

CHAPITRE 28

Débogueur et instrumentation

Ces bibliothèques sont là pour vous aider lors du développement en Python : Le débogueur vous permet d'avancer pas à pas dans le code, d'analyser la pile d'appel, de placer des points d'arrêts, … Les outils d'instrumentation exécutent du code et vous donnent un rapport détaillé du temps d'exécution, vous permettant d'identifier les goulots d'étranglement dans vos programmes.

28.1 `bdb` — Framework de débogage

Code source : Lib/bdb.py

The *bdb* module handles basic debugger functions, like setting breakpoints or managing execution via the debugger.

L'exception suivante est définie :

exception bdb.**BdbQuit**
Exception raised by the *Bdb* class for quitting the debugger.

Le module *bdb* définis deux classes :

class bdb.**Breakpoint**(*self*, *file*, *line*, *temporary=0*, *cond=None*, *funcname=None*)
This class implements temporary breakpoints, ignore counts, disabling and (re-)enabling, and conditionals.

Breakpoints are indexed by number through a list called `bpbynumber` and by `(file, line)` pairs through `bplist`. The former points to a single instance of class *Breakpoint*. The latter points to a list of such instances since there may be more than one breakpoint per line.

When creating a breakpoint, its associated filename should be in canonical form. If a *funcname* is defined, a breakpoint hit will be counted when the first line of that function is executed. A conditional breakpoint always counts a hit.

Breakpoint instances have the following methods :

deleteMe()
Delete the breakpoint from the list associated to a file/line. If it is the last breakpoint in that position, it also deletes the entry for the file/line.

enable()
Active le point d'arrêt.

disable()
Désactive le point d'arrêt.

bpformat()
Return a string with all the information about the breakpoint, nicely formatted :
— Le numéro du point d'arrêt.
— S'il est temporaire ou non.
— Its file,line position.
— The condition that causes a break.
— If it must be ignored the next N times.
— The breakpoint hit count.
Nouveau dans la version 3.2.

bpprint(*out=None*)
Print the output of *bpformat()* to the file *out*, or if it is None, to standard output.

class bdb.**Bdb**(*skip=None*)
The *Bdb* class acts as a generic Python debugger base class.
This class takes care of the details of the trace facility ; a derived class should implement user interaction. The standard debugger class (*pdb.Pdb*) is an example.
The *skip* argument, if given, must be an iterable of glob-style module name patterns. The debugger will not step into frames that originate in a module that matches one of these patterns. Whether a frame is considered to originate in a certain module is determined by the __name__ in the frame globals.
Nouveau dans la version 3.1 : L'argument *skip*.
The following methods of *Bdb* normally don't need to be overridden.

canonic(*filename*)
Auxiliary method for getting a filename in a canonical form, that is, as a case-normalized (on case-insensitive filesystems) absolute path, stripped of surrounding angle brackets.

reset()
Set the botframe, stopframe, returnframe and quitting attributes with values ready to start debugging.

trace_dispatch(*frame*, *event*, *arg*)
This function is installed as the trace function of debugged frames. Its return value is the new trace function (in most cases, that is, itself).
The default implementation decides how to dispatch a frame, depending on the type of event (passed as a string) that is about to be executed. *event* can be one of the following :
— "line" : A new line of code is going to be executed.
— "call" : A function is about to be called, or another code block entered.
— "return" : A function or other code block is about to return.
— "exception" : Une exception est survenue.
— "c_call" : Une fonction C est sur le point d'être appelée.
— "c_return" : Une fonction C s'est terminée.
— "c_exception" : A C function has raised an exception.
For the Python events, specialized functions (see below) are called. For the C events, no action is taken.
Le paramètre *arg* dépend de l'événement précédent.
See the documentation for *sys.settrace()* for more information on the trace function. For more information on code and frame objects, refer to types.

dispatch_line(*frame*)
If the debugger should stop on the current line, invoke the *user_line()* method (which should be overridden in subclasses). Raise a *BdbQuit* exception if the Bdb.quitting flag is set (which can be set from *user_line()*). Return a reference to the *trace_dispatch()* method for further tracing in that scope.

dispatch_call(*frame*, *arg*)
If the debugger should stop on this function call, invoke the *user_call()* method (which should be overridden in subclasses). Raise a *BdbQuit* exception if the Bdb.quitting flag is set (which can be set from *user_call()*). Return a reference to the *trace_dispatch()* method for further tracing in that scope.

dispatch_return(*frame*, *arg*)
If the debugger should stop on this function return, invoke the *user_return()* method (which should be overridden in subclasses). Raise a *BdbQuit* exception if the Bdb.quitting flag is set (which can be set from *user_return()*). Return a reference to the *trace_dispatch()* method for further tracing in that scope.

dispatch_exception(*frame*, *arg*)
If the debugger should stop at this exception, invokes the *user_exception()* method (which should be overridden in subclasses). Raise a *BdbQuit* exception if the `Bdb.quitting` flag is set (which can be set from *user_exception()*). Return a reference to the *trace_dispatch()* method for further tracing in that scope.

Normally derived classes don't override the following methods, but they may if they want to redefine the definition of stopping and breakpoints.

stop_here(*frame*)
This method checks if the *frame* is somewhere below `botframe` in the call stack. `botframe` is the frame in which debugging started.

break_here(*frame*)
This method checks if there is a breakpoint in the filename and line belonging to *frame* or, at least, in the current function. If the breakpoint is a temporary one, this method deletes it.

break_anywhere(*frame*)
This method checks if there is a breakpoint in the filename of the current frame.

Derived classes should override these methods to gain control over debugger operation.

user_call(*frame*, *argument_list*)
This method is called from *dispatch_call()* when there is the possibility that a break might be necessary anywhere inside the called function.

user_line(*frame*)
This method is called from *dispatch_line()* when either *stop_here()* or *break_here()* yields `True`.

user_return(*frame*, *return_value*)
This method is called from *dispatch_return()* when *stop_here()* yields `True`.

user_exception(*frame*, *exc_info*)
This method is called from *dispatch_exception()* when *stop_here()* yields `True`.

do_clear(*arg*)
Handle how a breakpoint must be removed when it is a temporary one.
This method must be implemented by derived classes.

Derived classes and clients can call the following methods to affect the stepping state.

set_step()
Arrête après une ligne de code.

set_next(*frame*)
Stop on the next line in or below the given frame.

set_return(*frame*)
Stop when returning from the given frame.

set_until(*frame*)
Stop when the line with the line no greater than the current one is reached or when returning from current frame.

set_trace([*frame*])
Start debugging from *frame*. If *frame* is not specified, debugging starts from caller's frame.

set_continue()
Stop only at breakpoints or when finished. If there are no breakpoints, set the system trace function to `None`.

set_quit()
Set the `quitting` attribute to `True`. This raises *BdbQuit* in the next call to one of the `dispatch_*()` methods.

Derived classes and clients can call the following methods to manipulate breakpoints. These methods return a string containing an error message if something went wrong, or `None` if all is well.

set_break(*filename*, *lineno*, *temporary=0*, *cond*, *funcname*)
Set a new breakpoint. If the *lineno* line doesn't exist for the *filename* passed as argument, return an error message. The *filename* should be in canonical form, as described in the *canonic()* method.

clear_break(*filename*, *lineno*)
Delete the breakpoints in *filename* and *lineno*. If none were set, an error message is returned.

clear_bpbynumber(*arg*)
Delete the breakpoint which has the index *arg* in the `Breakpoint.bpbynumber`. If *arg* is not numeric or out of range, return an error message.

clear_all_file_breaks(*filename*)
Delete all breakpoints in *filename*. If none were set, an error message is returned.

clear_all_breaks()
Supprime tous les points d'arrêt définis.

get_bpbynumber(*arg*)
Return a breakpoint specified by the given number. If *arg* is a string, it will be converted to a number. If *arg* is a non-numeric string, if the given breakpoint never existed or has been deleted, a *ValueError* is raised.

Nouveau dans la version 3.2.

get_break(*filename*, *lineno*)
Check if there is a breakpoint for *lineno* of *filename*.

get_breaks(*filename*, *lineno*)
Return all breakpoints for *lineno* in *filename*, or an empty list if none are set.

get_file_breaks(*filename*)
Return all breakpoints in *filename*, or an empty list if none are set.

get_all_breaks()
Donne tous les points d'arrêt définis.

Derived classes and clients can call the following methods to get a data structure representing a stack trace.

get_stack(*f*, *t*)
Get a list of records for a frame and all higher (calling) and lower frames, and the size of the higher part.

format_stack_entry(*frame_lineno*, *lprefix=': '*)
Return a string with information about a stack entry, identified by a `(frame, lineno)` tuple :
— The canonical form of the filename which contains the frame.
— Le nom de la fonction, ou `"<lambda>"`.
— Les arguments donnés.
— Le résultat.
— La ligne de code (si elle existe).

The following two methods can be called by clients to use a debugger to debug a *statement*, given as a string.

run(*cmd*, *globals=None*, *locals=None*)
Debug a statement executed via the *exec()* function. *globals* defaults to `__main__.__dict__`, *locals* defaults to *globals*.

runeval(*expr*, *globals=None*, *locals=None*)
Debug an expression executed via the *eval()* function. *globals* and *locals* have the same meaning as in *run()*.

runctx(*cmd*, *globals*, *locals*)
For backwards compatibility. Calls the *run()* method.

runcall(*func*, **args*, ***kwds*)
Debug a single function call, and return its result.

Finally, the module defines the following functions :

bdb.**checkfuncname**(*b*, *frame*)
Check whether we should break here, depending on the way the breakpoint *b* was set.

If it was set via line number, it checks if `b.line` is the same as the one in the frame also passed as argument. If the breakpoint was set via function name, we have to check we are in the right frame (the right function) and if we are in its first executable line.

bdb.**effective**(*file*, *line*, *frame*)
Determine if there is an effective (active) breakpoint at this line of code. Return a tuple of the breakpoint and a boolean that indicates if it is ok to delete a temporary breakpoint. Return `(None, None)` if there is no matching breakpoint.

bdb.**set_trace**()
Start debugging with a *Bdb* instance from caller's frame.

28.2 faulthandler --- Dump the Python traceback

Nouveau dans la version 3.3.

This module contains functions to dump Python tracebacks explicitly, on a fault, after a timeout, or on a user signal. Call *faulthandler.enable()* to install fault handlers for the SIGSEGV, SIGFPE, SIGABRT, SIGBUS, and SIGILL signals. You can also enable them at startup by setting the PYTHONFAULTHANDLER environment variable or by using the -X faulthandler command line option.

The fault handler is compatible with system fault handlers like Apport or the Windows fault handler. The module uses an alternative stack for signal handlers if the sigaltstack() function is available. This allows it to dump the traceback even on a stack overflow.

The fault handler is called on catastrophic cases and therefore can only use signal-safe functions (e.g. it cannot allocate memory on the heap). Because of this limitation traceback dumping is minimal compared to normal Python tracebacks :

- Only ASCII is supported. The backslashreplace error handler is used on encoding.
- Each string is limited to 500 characters.
- Only the filename, the function name and the line number are displayed. (no source code)
- It is limited to 100 frames and 100 threads.
- The order is reversed : the most recent call is shown first.

By default, the Python traceback is written to *sys.stderr*. To see tracebacks, applications must be run in the terminal. A log file can alternatively be passed to *faulthandler.enable()*.

The module is implemented in C, so tracebacks can be dumped on a crash or when Python is deadlocked.

28.2.1 Dumping the traceback

faulthandler.**dump_traceback**(*file=sys.stderr*, *all_threads=True*)

Dump the tracebacks of all threads into *file*. If *all_threads* is False, dump only the current thread.

Modifié dans la version 3.5 : Added support for passing file descriptor to this function.

28.2.2 Fault handler state

faulthandler.**enable**(*file=sys.stderr*, *all_threads=True*)

Enable the fault handler : install handlers for the SIGSEGV, SIGFPE, SIGABRT, SIGBUS and SIGILL signals to dump the Python traceback. If *all_threads* is True, produce tracebacks for every running thread. Otherwise, dump only the current thread.

The *file* must be kept open until the fault handler is disabled : see *issue with file descriptors*.

Modifié dans la version 3.5 : Added support for passing file descriptor to this function.

Modifié dans la version 3.6 : On Windows, a handler for Windows exception is also installed.

faulthandler.**disable**()

Disable the fault handler : uninstall the signal handlers installed by *enable()*.

faulthandler.**is_enabled**()

Check if the fault handler is enabled.

28.2.3 Dumping the tracebacks after a timeout

faulthandler.**dump_traceback_later**(*timeout*, *repeat=False*, *file=sys.stderr*, *exit=False*)
Dump the tracebacks of all threads, after a timeout of *timeout* seconds, or every *timeout* seconds if *repeat* is `True`. If *exit* is `True`, call `_exit()` with status=1 after dumping the tracebacks. (Note `_exit()` exits the process immediately, which means it doesn't do any cleanup like flushing file buffers.) If the function is called twice, the new call replaces previous parameters and resets the timeout. The timer has a sub-second resolution.

The *file* must be kept open until the traceback is dumped or *cancel_dump_traceback_later()* is called : see *issue with file descriptors*.

This function is implemented using a watchdog thread.

Modifié dans la version 3.7 : This function is now always available.

Modifié dans la version 3.5 : Added support for passing file descriptor to this function.

faulthandler.**cancel_dump_traceback_later**()
Cancel the last call to *dump_traceback_later()*.

28.2.4 Dumping the traceback on a user signal

faulthandler.**register**(*signum*, *file=sys.stderr*, *all_threads=True*, *chain=False*)
Register a user signal : install a handler for the *signum* signal to dump the traceback of all threads, or of the current thread if *all_threads* is `False`, into *file*. Call the previous handler if chain is `True`.

The *file* must be kept open until the signal is unregistered by *unregister()* : see *issue with file descriptors*.

Not available on Windows.

Modifié dans la version 3.5 : Added support for passing file descriptor to this function.

faulthandler.**unregister**(*signum*)
Unregister a user signal : uninstall the handler of the *signum* signal installed by *register()*. Return `True` if the signal was registered, `False` otherwise.

Not available on Windows.

28.2.5 Issue with file descriptors

enable(), *dump_traceback_later()* and *register()* keep the file descriptor of their *file* argument. If the file is closed and its file descriptor is reused by a new file, or if *os.dup2()* is used to replace the file descriptor, the traceback will be written into a different file. Call these functions again each time that the file is replaced.

28.2.6 Exemple

Example of a segmentation fault on Linux with and without enabling the fault handler :

```
$ python3 -c "import ctypes; ctypes.string_at(0)"
Segmentation fault

$ python3 -q -X faulthandler
>>> import ctypes
>>> ctypes.string_at(0)
Fatal Python error: Segmentation fault

Current thread 0x00007fb899f39700 (most recent call first):
  File "/home/python/cpython/Lib/ctypes/__init__.py", line 486 in string_at
  File "<stdin>", line 1 in <module>
Segmentation fault
```

28.3 pdb — Le débogueur Python

Code source : Lib/pdb.py

Le module *pdb* définit un débogueur de code source interactif pour les programmes Python. Il supporte le paramétrage (conditionnel) de points d'arrêt et l'exécution du code source ligne par ligne, l'inspection des *frames* de la pile, la liste du code source, et l'évaluation arbitraire de code Python dans le contexte de n'importe quelle *frame* de la pile. Il supporte aussi le débogage post-mortem et peut être contrôlé depuis un programme.

Le débogueur est extensible -- Il est en réalité défini comme la classe *Pdb*. C'est actuellement non-documenté mais facilement compréhensible en lisant le code source. L'interface d'extension utilise les modules *bdb* et *cmd*.

L'invite du débogueur est `(Pdb)`. L'usage typique pour exécuter un programme sous le contrôle du débogueur est :

```
>>> import pdb
>>> import mymodule
>>> pdb.run('mymodule.test()')
> <string>(0)?()
(Pdb) continue
> <string>(1)?()
(Pdb) continue
NameError: 'spam'
> <string>(1)?()
(Pdb)
```

Modifié dans la version 3.3 : La complétion via le module `readline' est disponible pour les commandes et les arguments de commande, par exemple les noms *global* et *local* sont proposés comme arguments de la commande ``p`.

Le fichier `pdb.py` peut aussi être invoqué comme un script pour déboguer d'autres scripts. Par exemple :

```
python3 -m pdb myscript.py
```

Si le programme débogué se termine anormalement, *pdb* entrera en débogage post-mortem. Après le débogage post-mortem (ou après une sortie normale du programme), *pdb* redémarrera le programme. Le redémarrage automatique préserve l'état de *pdb* (tels que les points d'arrêt) et dans la plupart des cas est plus utile que de quitter le débogueur à la sortie du programme.

Nouveau dans la version 3.2 : Le fichier `pdb.py` accepte maintenant une option `-c` qui exécute les commandes comme si elles provenaient d'un fichier `.pdbrc`, voir *Commande du débogueur*.

Nouveau dans la version 3.7 : `pdb.py` accepte maintenant une option `-m` qui déclenche l'exécution de modules de la même façon que `python3 -m`. De la même manière que dans un script, le débogueur va mettre en pause l'exécution juste avant la première ligne du module.

L'usage typique pour forcer le débogueur depuis un programme s'exécutant est d'insérer

```
import pdb; pdb.set_trace()
```

à l'endroit où vous voulez pénétrer dans le débogueur. Vous pouvez alors parcourir le code suivant cette instruction, et continuer à exécuter sans le débogueur en utilisant la commande *continue*.

Nouveau dans la version 3.7 : La fonction standard *breakpoint()*, quand elle est appelée avec les valeurs par défaut, peut être utilisée en lieu et place de `import pdb; pdb.set_trace()`.

L'usage typique pour inspecter un programme planté :

```
>>> import pdb
>>> import mymodule
>>> mymodule.test()
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
  File "./mymodule.py", line 4, in test
    test2()
  File "./mymodule.py", line 3, in test2
    print(spam)
NameError: spam
>>> pdb.pm()
> ./mymodule.py(3)test2()
-> print(spam)
(Pdb)
```

Le module définit les fonctions suivantes ; chacune entre dans le débogueur d'une manière légèrement différente :

pdb.**run**(*statement*, *globals=None*, *locals=None*)
Exécute la *déclaration* (donnée sous forme de chaîne de caractères ou d'objet code) sous le contrôle du débogueur. L'invite de débogage apparaît avant l'exécution de tout code ; vous pouvez définir des points d'arrêt et taper *continue*, ou vous pouvez passer à travers l'instruction en utilisant *step* ou *next* (toutes ces commandes sont expliquées ci-dessous). Les arguments *globals* et *locals* optionnels spécifient l'environnement dans lequel le code est exécuté ; par défaut le dictionnaire du module *__main__* est utilisé. (Voir l'explication des fonctions natives *exec()* ou *eval()*.)

pdb.**runeval**(*expression*, *globals=None*, *locals=None*)
Évalue l'*expression* (donné comme une chaine de caractères ou un code objet) sous le contrôle du débogueur. Quand la fonction *runeval()* retourne, elle renvoie la valeur de l'expression. Autrement cette fonction est similaire à la fonction *run()*.

pdb.**runcall**(*function*, **args*, ***kwds*)
Appelle la *function* (une fonction ou une méthode, pas une chaine de caractères) avec les arguments donnés. Quand *runcall()* revient, il retourne ce que l'appel de fonctionne a renvoyé. L'invite de débogage apparaît dès que la fonction est entrée.

pdb.**set_trace**(***, *header=None*)
Invoque le débogueur dans la cadre d'exécution appelant. C'est utile pour coder en dur un point d'arrêt dans un programme, même si le code n'est pas autrement débogué (par exemple, quand une assertion échoue). S'il est donné, *header* est affiché sur la console juste avant que le débogage commence.

Modifié dans la version 3.7 : L'argument *keyword-only header*.

pdb.**post_mortem**(*traceback=None*)
Entre le débogage post-mortem de l'objet *traceback* donné. Si aucun *traceback* n'est donné, il utilise celui de l'exception en cours de traitement (une exception doit être gérée si la valeur par défaut doit être utilisée).

pdb.**pm**()
Entre le débogage post-mortem de la trace trouvé dans `sys. last_traceback`.

Les fonctions `run*` et *set_trace()* sont des alias pour instancier la classe *Pdb* et appeler la méthode du même nom. Si vous souhaitez accéder à d'autres fonctionnalités, vous devez le faire vous-même :

class pdb.**Pdb**(*completekey='tab'*, *stdin=None*, *stdout=None*, *skip=None*, *nosigint=False*, *readrc=True*)
Le classe du débogueur est la classe *Pdb*.

Les arguments *completekey*, *stdin* et *stdout* sont transmis à la classe sous-jacente *cmd.Cmd* ; voir la description ici.

L'argument *skip*, s'il est donné, doit être un itérable des noms de modules de style *glob*. Le débogueur n'entrera pas dans les *frames* qui proviennent d'un module qui correspond à l'un de ces motifs. [1]

Par défaut, Pdb définit un gestionnaire pour le signal SIGINT (qui est envoyé lorsque l'utilisateur appuie sur `Ctrl-C` sur la console) lorsque vous donnez une commande `continue`. Ceci vous permet de pénétrer à nouveau dans le débogueur en appuyant sur `Ctrl-C`. Si vous voulez que Pdb ne touche pas le gestionnaire SIGINT, assignez *nosigint* à *True*.

L'argument *readrc* vaut *True* par défaut et contrôle si Pdb chargera les fichiers *.pdbrc* depuis le système de fichiers.

Exemple d'appel pour activer le traçage avec *skip* :

1. La question de savoir si une *frame* est considérée comme provenant d'un certain module est déterminée par le `__name__` dans les globales de la *frame*.

```
import pdb; pdb.Pdb(skip=['django.*']).set_trace()
```

Nouveau dans la version 3.1 : L'argument *skip*.

Nouveau dans la version 3.2 : L'argument *nosigint*. Auparavant, un gestionnaire SIGINT n'était jamais configuré par Pdb.

Modifié dans la version 3.6 : L'argument *readrc*.

run(*statement*, *globals=None*, *locals=None*)
runeval(*expression*, *globals=None*, *locals=None*)
runcall(*function*, **args*, ***kwds*)
set_trace()
Voir la documentation pour les fonctions expliquées ci-dessus.

28.3.1 Commande du débogueur

Les commandes reconnues par le débogueur sont listées. La plupart des commandes peuvent être abrégées à une ou deux lettres comme indiquées ; par exemple. `h(elp)` signifie que soit `h` ou `help` peut être utilisée pour entrer la commande *help* (mais pas `he` or `hel`, ni `H` ou `HELP`). Les arguments des commandes doivent être séparées par des espaces (espaces ou tabulations). Les arguments optionnels sont entourés dans des crochets (`[]`) dans la syntaxe de la commande ; les crochets ne doivent pas être insérés. Les alternatives dans la syntaxe de la commande sont séparés par une barre verticale (`|`).

Entrer une ligne vide répète la dernière commande entrée. Exception : si la dernière commande était la commande *list*, les 11 prochaines lignes sont affichées.

Les commandes que le débogueur ne reconnaît pas sont supposées être des instructions Python et sont exécutées dans le contexte du programme en cours de débogage. Les instructions Python peuvent également être préfixées avec un point d'exclamation (`!`). C'est une façon puissante d'inspecter le programme en cours de débogage ; il est même possible de changer une variable ou d'appeler une fonction. Lorsqu'une exception se produit dans une telle instruction, le nom de l'exception est affiché mais l'état du débogueur n'est pas modifié.

Le débogueur supporte *aliases*. Les alias peuvent avoir des paramètres qui permettent un certain niveau d'adaptabilité au contexte étudié.

Plusieurs commandes peuvent être saisies sur une seule ligne, séparées par `;;`. (Un seul `;` n'est pas utilisé car il est le séparateur de plusieurs commandes dans une ligne qui est passée à l'analyseur Python. Aucune intelligence n'est appliquée pour séparer les commandes ; l'entrée est divisée à la première paire de `;;` paire, même si il est au milieu d'une chaîne de caractères.

Si un fichier `.pdbrc` existe dans le répertoire d'accueil de l'utilisateur ou dans le répertoire courant, il est lu et exécuté comme si il avait été écrit dans l'invite du débogueur. C'est particulièrement utile pour les alias. Si les deux fichiers existent, celui dans le répertoire d'accueil de l'utilisateur est lu en premier et les alias définis dedans peuvent être surchargés par le fichier local.

Modifié dans la version 3.2 : Le fichier `.pdbrc` peut maintenant contenir des commandes qui continue le débogage, comme *continue* ou *next*. Précédemment, ces commandes n'avaient aucun effet.

h(elp) `[command]`
Sans argument, affiche la liste des commandes disponibles. Avec une *commande* comme argument, affiche l'aide de cette commande. `help pdb` affiche la documentation complète (la *docstring* du module *pdb*). Puisque l'argument *command* doit être un identificateur, `help exec` doit être entré pour obtenir de l'aide sur la commande `!`.

w(here)
Affiche une trace de pile, avec la *frame* le plus récent en bas. Une flèche indique le *frame* courant, qui détermine le contexte de la plupart des commandes.

d(own) `[count]`
Déplace le niveau de la *frame* courante *count* (par défaut un) vers le bas dans la trace de pile (vers une *frame* plus récente).

u(p) [count]
Déplace le niveau de la *frame* courante *count* (par défaut un) vers le haut dans la trace de pile (vers une *frame* plus ancienne).

b(reak) [([filename:]lineno | function) [, condition]]
Avec un argument *lineno*, définit une pause dans le fichier courant. Avec un argument *function*, définit une pause à la première instruction exécutable dans cette fonction. Le numéro de ligne peut être préfixé d'un nom de fichier et d'un deux-points, pour spécifier un point d'arrêt dans un autre fichier (probablement celui qui n'a pas encore été chargé). Le fichier est recherché sur *sys.path*. Notez que chaque point d'arrêt reçoit un numéro auquel se réfèrent toutes les autres commandes de point d'arrêt.

Si un second argument est présent, c'est une expression qui doit évaluer à *True* avant que le point d'arrêt ne soit honoré.

Sans argument, liste tous les arrêts, incluant pour chaque point d'arrêt, le nombre de fois qu'un point d'arrêt a été atteint, le nombre de ignore, et la condition associée le cas échéant.

tbreak [([filename:]lineno | function) [, condition]]
Point d'arrêt temporaire, qui est enlevé automatiquement au premier passage. Les arguments sont les mêmes que pour *break*.

cl(ear) [filename:lineno | bpnumber [bpnumber ...]]
Avec un argument *filename :lineno*, efface tous les points d'arrêt sur cette ligne. Avec une liste de numéros de points d'arrêt séparés par un espace, efface ces points d'arrêt. Sans argument, efface tous les points d'arrêt (mais demande d'abord confirmation).

disable [bpnumber [bpnumber ...]]
Désactive les points d'arrêt indiqués sous la forme d'une liste de numéros de points d'arrêt séparés par un espace. Désactiver un point d'arrêt signifie qu'il ne peut pas interrompre l'exécution du programme, mais à la différence d'effacer un point d'arrêt, il reste dans la liste des points d'arrêt et peut être (ré)activé.

enable [bpnumber [bpnumber ...]]
Active les points d'arrêt spécifiés.

ignore bpnumber [count]
Définit le nombre de fois où le point d'arrêt donné sera passé. Si le compte est omis, le compte est mis à 0. Un point d'arrêt devient actif lorsque le compte est nul. Lorsqu'il n'est pas nul, le comptage est diminué à chaque fois que le point d'arrêt est atteint et que le point d'arrêt n'est pas désactivé et que toute condition associée est évaluée comme vraie.

condition bpnumber [condition]
Définit une nouvelle *condition* pour le point d'arrêt, une expression qui doit évaluer à *True* avant que le point d'arrêt ne soit honoré. Si *condition* est absente, toute condition existante est supprimée, c'est-à-dire que le point d'arrêt est rendu inconditionnel.

commands [bpnumber]
Spécifie une liste de commandes pour le numéro du point d'arrêt *bpnumber*. Les commandes elles-mêmes apparaissent sur les lignes suivantes. Tapez une ligne contenant juste `end` pour terminer les commandes. Un exemple :

```
(Pdb) commands 1
(com) p some_variable
(com) end
(Pdb)
```

Pour supprimer toutes les commandes depuis un point d'arrêt, écrivez `commands` suivi immédiatement de `end`; ceci supprime les commandes.

Sans argument *bpnumber*, `commands` se réfère au dernier point d'arrêt défini.

Vous pouvez utiliser les commandes de point d'arrêt pour redémarrer votre programme. Utilisez simplement la commande *continue*, ou *step*, ou toute autre commande qui reprend l'exécution.

Entrer toute commande reprenant l'exécution (actuellement *continue*, *step*, *next*, *return*, *jump*, *quit* et leurs abréviations) termine la liste des commandes (comme si cette commande était immédiatement suivie de la fin). C'est parce que chaque fois que vous reprenez l'exécution (même avec un simple *next* ou *step*), vous pouvez rencontrer un autre point d'arrêt -- qui pourrait avoir sa propre liste de commandes, conduisant à des ambiguïtés sur la liste à exécuter.

Si vous utilisez la commande 'silence' dans la liste des commandes, le message habituel concernant l'arrêt à un point d'arrêt n'est pas affiché. Ceci peut être souhaitable pour les points d'arrêt qui doivent afficher un message spécifique et ensuite continuer. Si aucune des autres commandes n'affiche quoi que ce soit, vous ne voyez aucun signe indiquant que le point de rupture a été atteint.

s(tep)
Exécute la ligne en cours, s'arrête à la première occasion possible (soit dans une fonction qui est appelée, soit sur la ligne suivante de la fonction courante).

n(ext)
Continue l'exécution jusqu'à ce que la ligne suivante de la fonction en cours soit atteinte ou qu'elle revienne. (La différence entre *next* et *step* est que *step* s'arrête dans une fonction appelée, tandis que *next* exécute les fonctions appelées à (presque) pleine vitesse, ne s'arrêtant qu'à la ligne suivante dans la fonction courante.)

unt(il) [lineno]
Sans argument, continue l'exécution jusqu'à ce que la ligne avec un nombre supérieur au nombre actuel soit atteinte.

Avec un numéro de ligne, continue l'exécution jusqu'à ce qu'une ligne avec un numéro supérieur ou égal à celui-ci soit atteinte. Dans les deux cas, arrête également lorsque la *frame* courante revient.

Modifié dans la version 3.2 : Permet de donner un numéro de ligne explicite.

r(eturn)
Continue l'exécution jusqu'au retour de la fonction courante.

c(ont(inue))
Continue l'exécution, seulement s'arrête quand un point d'arrêt est rencontré.

j(ump) lineno
Définit la prochaine ligne qui sera exécutée. Uniquement disponible dans la *frame* inférieur. Cela vous permet de revenir en arrière et d'exécuter à nouveau le code, ou de passer en avant pour sauter le code que vous ne voulez pas exécuter.

Il est à noter que tous les sauts ne sont pas autorisés -- par exemple, il n'est pas possible de sauter au milieu d'une boucle `for` ou en dehors d'une clause `finally`.

l(ist) [first[, last]]
Liste le code source du fichier courant. Sans arguments, liste 11 lignes autour de la ligne courante ou continue le listing précédant. Avec l'argument `.`, liste 11 lignes autour de la ligne courante. Avec un argument, liste les 11 lignes autour de cette ligne. Avec deux arguments, liste la plage donnée ; si le second argument est inférieur au premier, il est interprété comme un compte.

La ligne en cours dans l'image courante est indiquée par `->`. Si une exception est en cours de débogage, la ligne où l'exception a été initialement levée ou propagée est indiquée par `>>`, si elle diffère de la ligne courante.

Nouveau dans la version 3.2 : Le marqueur `>>`.

ll | longlist
Liste le code source de la fonction ou du bloc courant. Les lignes intéressantes sont marquées comme pour *list*.

Nouveau dans la version 3.2.

a(rgs)
Affiche la liste d'arguments de la fonction courante.

p expression
Évalue l'*expression* dans le contexte courant et affiche sa valeur.

Note : `print()` peut aussi être utilisée, mais n'est pas une commande du débogueur --- il exécute la fonction Python *print()*.

---

pp expression
Comme la commande *p*, sauf que la valeur de l'expression est joliment affiché en utilisant le module *pprint*.

whatis expression
Affiche le type de l'*expression*.

source `expression`
Essaie d'obtenir le code source pour l'objet donné et l'affiche.
Nouveau dans la version 3.2.

display `[expression]`
Affiche la valeur de l'expression si elle a changée, chaque fois que l'exécution s'arrête dans la *frame* courante.
Sans expression, liste toutes les expressions pour la *frame* courante.
Nouveau dans la version 3.2.

undisplay `[expression]`
N'affiche plus l'expression dans la *frame* courante. Sans expression, efface toutes les expressions d'affichage de la *frame* courante.
Nouveau dans la version 3.2.

interact
Démarre un interpréteur interactif (en utilisant le module *code*) dont l'espace de nommage global contient tous les noms (*global* et *local*) trouvés dans la portée courante.
Nouveau dans la version 3.2.

alias `[name [command]]`
Créez un alias appelé *name* qui exécute *command*. La commande ne doit *pas* être entourée de guillemets. Les paramètres remplaçables peuvent être indiqués par `%1`, `%2` et ainsi de suite, tandis que `%*` est remplacé par tous les paramètres. Si aucune commande n'est donnée, l'alias courant pour *name* est affiché. Si aucun argument n'est donné, tous les alias sont listés.
Les alias peuvent être imbriqués et peuvent contenir tout ce qui peut être légalement tapé à l'invite *pdb*. Notez que les commandes *pdb* internes *peuvent* être remplacées par des alias. Une telle commande est alors masquée jusqu'à ce que l'alias soit supprimé. L'*aliasing* est appliqué récursivement au premier mot de la ligne de commande ; tous les autres mots de la ligne sont laissés seuls.
Comme un exemple, voici deux alias utiles (spécialement quand il est placé dans le fichier `.pdbrc`) :

```
# Print instance variables (usage "pi classInst")
alias pi for k in %1.__dict__.keys(): print("%1.",k,"=",%1.__dict__[k])
# Print instance variables in self
alias ps pi self
```

unalias `name`
Supprime l'alias spécifié.

! `statement`
Exécute l'instruction *statement* (une ligne) dans le contexte de la *frame* de la pile courante. Le point d'exclamation peut être omis à moins que le premier mot de l'instruction ne ressemble à une commande de débogueur. Pour définir une variable globale, vous pouvez préfixer la commande d'assignation avec une instruction `global` sur la même ligne, par exemple :

```
(Pdb) global list_options; list_options = ['-l']
(Pdb)
```

run `[args ...]`
restart `[args ...]`
Redémarre le programme Python débogué. Si un argument est fourni, il est splitté avec *shlex* et le résultat es utilisé comme le nouveau *sys.argv*. L'historique, les points d'arrêt, les actions et les options du débogueur sont préservés. *restart* est un alias pour *run*.

q(uit)
Quitte le débogueur. Le programme exécuté est arrêté.

debug `code`
Enter a recursive debugger that steps through the code argument (which is an arbitrary expression or statement to be executed in the current environment).

retval
Print the return value for the last return of a function.

Notes

28.4 The Python Profilers

Source code : Lib/profile.py and Lib/pstats.py

28.4.1 Introduction to the profilers

cProfile and *profile* provide *deterministic profiling* of Python programs. A *profile* is a set of statistics that describes how often and for how long various parts of the program executed. These statistics can be formatted into reports via the *pstats* module.

The Python standard library provides two different implementations of the same profiling interface :

1. *cProfile* is recommended for most users ; it's a C extension with reasonable overhead that makes it suitable for profiling long-running programs. Based on `lsprof`, contributed by Brett Rosen and Ted Czotter.
2. *profile*, a pure Python module whose interface is imitated by *cProfile*, but which adds significant overhead to profiled programs. If you're trying to extend the profiler in some way, the task might be easier with this module. Originally designed and written by Jim Roskind.

Note : The profiler modules are designed to provide an execution profile for a given program, not for benchmarking purposes (for that, there is *timeit* for reasonably accurate results). This particularly applies to benchmarking Python code against C code : the profilers introduce overhead for Python code, but not for C-level functions, and so the C code would seem faster than any Python one.

28.4.2 Instant User's Manual

This section is provided for users that "don't want to read the manual." It provides a very brief overview, and allows a user to rapidly perform profiling on an existing application.

To profile a function that takes a single argument, you can do :

```
import cProfile
import re
cProfile.run('re.compile("foo|bar")')
```

(Use *profile* instead of *cProfile* if the latter is not available on your system.)

The above action would run *re.compile()* and print profile results like the following :

```
      197 function calls (192 primitive calls) in 0.002 seconds

Ordered by: standard name

ncalls  tottime  percall  cumtime  percall filename:lineno(function)
     1    0.000    0.000    0.001    0.001 <string>:1(<module>)
     1    0.000    0.000    0.001    0.001 re.py:212(compile)
     1    0.000    0.000    0.001    0.001 re.py:268(_compile)
     1    0.000    0.000    0.000    0.000 sre_compile.py:172(_compile_charset)
     1    0.000    0.000    0.000    0.000 sre_compile.py:201(_optimize_charset)
     4    0.000    0.000    0.000    0.000 sre_compile.py:25(_identityfunction)
   3/1    0.000    0.000    0.000    0.000 sre_compile.py:33(_compile)
```

The first line indicates that 197 calls were monitored. Of those calls, 192 were *primitive*, meaning that the call was not induced via recursion. The next line : `Ordered by: standard name`, indicates that the text string in the far right column was used to sort the output. The column headings include :

ncalls for the number of calls.

tottime for the total time spent in the given function (and excluding time made in calls to sub-functions)

percall is the quotient of `tottime` divided by `ncalls`

cumtime is the cumulative time spent in this and all subfunctions (from invocation till exit). This figure is accurate *even* for recursive functions.

percall is the quotient of `cumtime` divided by primitive calls

filename :lineno(function) provides the respective data of each function

When there are two numbers in the first column (for example `3/1`), it means that the function recursed. The second value is the number of primitive calls and the former is the total number of calls. Note that when the function does not recurse, these two values are the same, and only the single figure is printed.

Instead of printing the output at the end of the profile run, you can save the results to a file by specifying a filename to the `run()` function :

```
import cProfile
import re
cProfile.run('re.compile("foo|bar")', 'restats')
```

The *pstats.Stats* class reads profile results from a file and formats them in various ways.

The file *cProfile* can also be invoked as a script to profile another script. For example :

```
python -m cProfile [-o output_file] [-s sort_order] (-m module | myscript.py)
```

`-o` writes the profile results to a file instead of to stdout

`-s` specifies one of the *sort_stats()* sort values to sort the output by. This only applies when `-o` is not supplied.

`-m` specifies that a module is being profiled instead of a script.

Nouveau dans la version 3.7 : Added the `-m` option.

The *pstats* module's *Stats* class has a variety of methods for manipulating and printing the data saved into a profile results file :

```
import pstats
from pstats import SortKey
p = pstats.Stats('restats')
p.strip_dirs().sort_stats(-1).print_stats()
```

The *strip_dirs()* method removed the extraneous path from all the module names. The *sort_stats()* method sorted all the entries according to the standard module/line/name string that is printed. The *print_stats()* method printed out all the statistics. You might try the following sort calls :

```
p.sort_stats(SortKey.NAME)
p.print_stats()
```

The first call will actually sort the list by function name, and the second call will print out the statistics. The following are some interesting calls to experiment with :

```
p.sort_stats(SortKey.CUMULATIVE).print_stats(10)
```

This sorts the profile by cumulative time in a function, and then only prints the ten most significant lines. If you want to understand what algorithms are taking time, the above line is what you would use.

If you were looking to see what functions were looping a lot, and taking a lot of time, you would do :

```
p.sort_stats(SortKey.TIME).print_stats(10)
```

to sort according to time spent within each function, and then print the statistics for the top ten functions.

You might also try :

```
p.sort_stats(SortKey.FILENAME).print_stats('__init__')
```

This will sort all the statistics by file name, and then print out statistics for only the class init methods (since they are spelled with `__init__` in them). As one final example, you could try :

```
p.sort_stats(SortKey.TIME, SortKey.CUMULATIVE).print_stats(.5, 'init')
```

This line sorts statistics with a primary key of time, and a secondary key of cumulative time, and then prints out some of the statistics. To be specific, the list is first culled down to 50% (re : `.5`) of its original size, then only lines containing `init` are maintained, and that sub-sub-list is printed.

If you wondered what functions called the above functions, you could now (`p` is still sorted according to the last criteria) do :

```
p.print_callers(.5, 'init')
```

and you would get a list of callers for each of the listed functions.

If you want more functionality, you're going to have to read the manual, or guess what the following functions do :

```
p.print_callees()
p.add('restats')
```

Invoked as a script, the *pstats* module is a statistics browser for reading and examining profile dumps. It has a simple line-oriented interface (implemented using *cmd*) and interactive help.

28.4.3 `profile` and `cProfile` Module Reference

Both the *profile* and *cProfile* modules provide the following functions :

`profile.`**`run`**(*command*, *filename=None*, *sort=-1*)

This function takes a single argument that can be passed to the *exec()* function, and an optional file name. In all cases this routine executes :

```
exec(command, __main__.__dict__, __main__.__dict__)
```

and gathers profiling statistics from the execution. If no file name is present, then this function automatically creates a *Stats* instance and prints a simple profiling report. If the sort value is specified, it is passed to this *Stats* instance to control how the results are sorted.

`profile.`**`runctx`**(*command*, *globals*, *locals*, *filename=None*, *sort=-1*)

This function is similar to *run()*, with added arguments to supply the globals and locals dictionaries for the *command* string. This routine executes :

```
exec(command, globals, locals)
```

and gathers profiling statistics as in the *run()* function above.

`class` `profile.`**`Profile`**(*timer=None*, *timeunit=0.0*, *subcalls=True*, *builtins=True*)

This class is normally only used if more precise control over profiling is needed than what the `cProfile.run()` function provides.

A custom timer can be supplied for measuring how long code takes to run via the *timer* argument. This must be a function that returns a single number representing the current time. If the number is an integer, the *timeunit* specifies a multiplier that specifies the duration of each unit of time. For example, if the timer returns times measured in thousands of seconds, the time unit would be `.001`.

Directly using the *Profile* class allows formatting profile results without writing the profile data to a file :

```
import cProfile, pstats, io
from pstats import SortKey
pr = cProfile.Profile()
pr.enable()
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
# ... do something ...
pr.disable()
s = io.StringIO()
sortby = SortKey.CUMULATIVE
ps = pstats.Stats(pr, stream=s).sort_stats(sortby)
ps.print_stats()
print(s.getvalue())
```

enable()
Start collecting profiling data.

disable()
Stop collecting profiling data.

create_stats()
Stop collecting profiling data and record the results internally as the current profile.

print_stats(*sort=-1*)
Create a *Stats* object based on the current profile and print the results to stdout.

dump_stats(*filename*)
Write the results of the current profile to *filename*.

run(*cmd*)
Profile the cmd via *exec()*.

runctx(*cmd*, *globals*, *locals*)
Profile the cmd via *exec()* with the specified global and local environment.

runcall(*func*, **args*, ***kwargs*)
Profile `func(*args, **kwargs)`

Note that profiling will only work if the called command/function actually returns. If the interpreter is terminated (e.g. via a *sys.exit()* call during the called command/function execution) no profiling results will be printed.

28.4.4 The `Stats` Class

Analysis of the profiler data is done using the *Stats* class.

class pstats.**Stats**(**filenames or profile*, *stream=sys.stdout*)
This class constructor creates an instance of a "statistics object" from a *filename* (or list of filenames) or from a `Profile` instance. Output will be printed to the stream specified by *stream*.

The file selected by the above constructor must have been created by the corresponding version of *profile* or *cProfile*. To be specific, there is *no* file compatibility guaranteed with future versions of this profiler, and there is no compatibility with files produced by other profilers, or the same profiler run on a different operating system. If several files are provided, all the statistics for identical functions will be coalesced, so that an overall view of several processes can be considered in a single report. If additional files need to be combined with data in an existing *Stats* object, the *add()* method can be used.

Instead of reading the profile data from a file, a `cProfile.Profile` or *profile.Profile* object can be used as the profile data source.

Stats objects have the following methods :

strip_dirs()
This method for the *Stats* class removes all leading path information from file names. It is very useful in reducing the size of the printout to fit within (close to) 80 columns. This method modifies the object, and the stripped information is lost. After performing a strip operation, the object is considered to have its entries in a "random" order, as it was just after object initialization and loading. If *strip_dirs()* causes two function names to be indistinguishable (they are on the same line of the same filename, and have the same function name), then the statistics for these two entries are accumulated into a single entry.

add(**filenames*)
This method of the *Stats* class accumulates additional profiling information into the current profiling object. Its arguments should refer to filenames created by the corresponding version of *profile.run()* or `cProfile.run()`. Statistics for identically named (re : file, line, name) functions are automatically accumulated into single function statistics.

dump_stats(*filename*)

Save the data loaded into the *Stats* object to a file named *filename*. The file is created if it does not exist, and is overwritten if it already exists. This is equivalent to the method of the same name on the *profile.Profile* and `cProfile.Profile` classes.

sort_stats(**keys*)

This method modifies the *Stats* object by sorting it according to the supplied criteria. The argument can be either a string or a SortKey enum identifying the basis of a sort (example : `'time'`, `'name'`, `SortKey.TIME` or `SortKey.NAME`). The SortKey enums argument have advantage over the string argument in that it is more robust and less error prone.

When more than one key is provided, then additional keys are used as secondary criteria when there is equality in all keys selected before them. For example, `sort_stats(SortKey.NAME, SortKey.FILE)` will sort all the entries according to their function name, and resolve all ties (identical function names) by sorting by file name.

For the string argument, abbreviations can be used for any key names, as long as the abbreviation is unambiguous.

The following are the valid string and SortKey :

Valid String Arg	Valid enum Arg	Signification
`'calls'`	SortKey.CALLS	call count
`'cumulative'`	SortKey.CUMULATIVE	cumulative time
`'cumtime'`	N/A	cumulative time
`'file'`	N/A	file name
`'filename'`	SortKey.FILENAME	file name
`'module'`	N/A	file name
`'ncalls'`	N/A	call count
`'pcalls'`	SortKey.PCALLS	primitive call count
`'line'`	SortKey.LINE	line number
`'name'`	SortKey.NAME	function name
`'nfl'`	SortKey.NFL	name/file/line
`'stdname'`	SortKey.STDNAME	standard name
`'time'`	SortKey.TIME	internal time
`'tottime'`	N/A	internal time

Note that all sorts on statistics are in descending order (placing most time consuming items first), where as name, file, and line number searches are in ascending order (alphabetical). The subtle distinction between `SortKey.NFL` and `SortKey.STDNAME` is that the standard name is a sort of the name as printed, which means that the embedded line numbers get compared in an odd way. For example, lines 3, 20, and 40 would (if the file names were the same) appear in the string order 20, 3 and 40. In contrast, `SortKey.NFL` does a numeric compare of the line numbers. In fact, `sort_stats(SortKey.NFL)` is the same as `sort_stats(SortKey.NAME, SortKey.FILENAME, SortKey.LINE)`.

For backward-compatibility reasons, the numeric arguments `-1`, `0`, `1`, and `2` are permitted. They are interpreted as `'stdname'`, `'calls'`, `'time'`, and `'cumulative'` respectively. If this old style format (numeric) is used, only one sort key (the numeric key) will be used, and additional arguments will be silently ignored.

Nouveau dans la version 3.7 : Added the SortKey enum.

reverse_order()

This method for the *Stats* class reverses the ordering of the basic list within the object. Note that by default ascending vs descending order is properly selected based on the sort key of choice.

print_stats(**restrictions*)

This method for the *Stats* class prints out a report as described in the *profile.run()* definition.

The order of the printing is based on the last *sort_stats()* operation done on the object (subject to caveats in *add()* and *strip_dirs()*).

The arguments provided (if any) can be used to limit the list down to the significant entries. Initially, the list is taken to be the complete set of profiled functions. Each restriction is either an integer (to select a count of lines), or a decimal fraction between 0.0 and 1.0 inclusive (to select a percentage of lines), or a string that will interpreted as a regular expression (to pattern match the standard name that is printed). If several restrictions are provided, then they are applied sequentially. For example :

```
print_stats(.1, 'foo:')
```

would first limit the printing to first 10% of list, and then only print functions that were part of filename `.*foo:`. In contrast, the command :

```
print_stats('foo:', .1)
```

would limit the list to all functions having file names `.*foo:`, and then proceed to only print the first 10% of them.

print_callers(**restrictions*)

This method for the *Stats* class prints a list of all functions that called each function in the profiled database. The ordering is identical to that provided by *print_stats()*, and the definition of the restricting argument is also identical. Each caller is reported on its own line. The format differs slightly depending on the profiler that produced the stats :

— With *profile*, a number is shown in parentheses after each caller to show how many times this specific call was made. For convenience, a second non-parenthesized number repeats the cumulative time spent in the function at the right.

— With *cProfile*, each caller is preceded by three numbers : the number of times this specific call was made, and the total and cumulative times spent in the current function while it was invoked by this specific caller.

print_callees(**restrictions*)

This method for the *Stats* class prints a list of all function that were called by the indicated function. Aside from this reversal of direction of calls (re : called vs was called by), the arguments and ordering are identical to the *print_callers()* method.

28.4.5 What Is Deterministic Profiling ?

Deterministic profiling is meant to reflect the fact that all *function call*, *function return*, and *exception* events are monitored, and precise timings are made for the intervals between these events (during which time the user's code is executing). In contrast, *statistical profiling* (which is not done by this module) randomly samples the effective instruction pointer, and deduces where time is being spent. The latter technique traditionally involves less overhead (as the code does not need to be instrumented), but provides only relative indications of where time is being spent.

In Python, since there is an interpreter active during execution, the presence of instrumented code is not required to do deterministic profiling. Python automatically provides a *hook* (optional callback) for each event. In addition, the interpreted nature of Python tends to add so much overhead to execution, that deterministic profiling tends to only add small processing overhead in typical applications. The result is that deterministic profiling is not that expensive, yet provides extensive run time statistics about the execution of a Python program.

Call count statistics can be used to identify bugs in code (surprising counts), and to identify possible inline-expansion points (high call counts). Internal time statistics can be used to identify "hot loops" that should be carefully optimized. Cumulative time statistics should be used to identify high level errors in the selection of algorithms. Note that the unusual handling of cumulative times in this profiler allows statistics for recursive implementations of algorithms to be directly compared to iterative implementations.

28.4.6 Limitations

One limitation has to do with accuracy of timing information. There is a fundamental problem with deterministic profilers involving accuracy. The most obvious restriction is that the underlying "clock" is only ticking at a rate (typically) of about .001 seconds. Hence no measurements will be more accurate than the underlying clock. If enough measurements are taken, then the "error" will tend to average out. Unfortunately, removing this first error induces a second source of error.

The second problem is that it "takes a while" from when an event is dispatched until the profiler's call to get the time actually *gets* the state of the clock. Similarly, there is a certain lag when exiting the profiler event handler from the time that the clock's value was obtained (and then squirreled away), until the user's code is once again executing. As a result, functions that are called many times, or call many functions, will typically accumulate this error. The error

that accumulates in this fashion is typically less than the accuracy of the clock (less than one clock tick), but it *can* accumulate and become very significant.

The problem is more important with *profile* than with the lower-overhead *cProfile*. For this reason, *profile* provides a means of calibrating itself for a given platform so that this error can be probabilistically (on the average) removed. After the profiler is calibrated, it will be more accurate (in a least square sense), but it will sometimes produce negative numbers (when call counts are exceptionally low, and the gods of probability work against you :-).) Do *not* be alarmed by negative numbers in the profile. They should *only* appear if you have calibrated your profiler, and the results are actually better than without calibration.

28.4.7 Calibration

The profiler of the *profile* module subtracts a constant from each event handling time to compensate for the overhead of calling the time function, and socking away the results. By default, the constant is 0. The following procedure can be used to obtain a better constant for a given platform (see *Limitations*).

```
import profile
pr = profile.Profile()
for i in range(5):
    print(pr.calibrate(10000))
```

The method executes the number of Python calls given by the argument, directly and again under the profiler, measuring the time for both. It then computes the hidden overhead per profiler event, and returns that as a float. For example, on a 1.8Ghz Intel Core i5 running Mac OS X, and using Python's time.process_time() as the timer, the magical number is about 4.04e-6.

The object of this exercise is to get a fairly consistent result. If your computer is *very* fast, or your timer function has poor resolution, you might have to pass 100000, or even 1000000, to get consistent results.

When you have a consistent answer, there are three ways you can use it :

```
import profile

# 1. Apply computed bias to all Profile instances created hereafter.
profile.Profile.bias = your_computed_bias

# 2. Apply computed bias to a specific Profile instance.
pr = profile.Profile()
pr.bias = your_computed_bias

# 3. Specify computed bias in instance constructor.
pr = profile.Profile(bias=your_computed_bias)
```

If you have a choice, you are better off choosing a smaller constant, and then your results will "less often" show up as negative in profile statistics.

28.4.8 Using a custom timer

If you want to change how current time is determined (for example, to force use of wall-clock time or elapsed process time), pass the timing function you want to the `Profile` class constructor :

```
pr = profile.Profile(your_time_func)
```

The resulting profiler will then call `your_time_func`. Depending on whether you are using *profile.Profile* or `cProfile.Profile`, `your_time_func`'s return value will be interpreted differently :

profile.Profile `your_time_func` should return a single number, or a list of numbers whose sum is the current time (like what *os.times()* returns). If the function returns a single time number, or the list of returned numbers has length 2, then you will get an especially fast version of the dispatch routine.

Be warned that you should calibrate the profiler class for the timer function that you choose (see *Calibration*). For most machines, a timer that returns a lone integer value will provide the best results in terms of low overhead during profiling. (`os.times()` is *pretty* bad, as it returns a tuple of floating point values). If you want to substitute a better timer in the cleanest fashion, derive a class and hardwire a replacement dispatch method that best handles your timer call, along with the appropriate calibration constant.

cProfile.Profile `your_time_func` should return a single number. If it returns integers, you can also invoke the class constructor with a second argument specifying the real duration of one unit of time. For example, if `your_integer_time_func` returns times measured in thousands of seconds, you would construct the `Profile` instance as follows :

```
pr = cProfile.Profile(your_integer_time_func, 0.001)
```

As the `cProfile.Profile` class cannot be calibrated, custom timer functions should be used with care and should be as fast as possible. For the best results with a custom timer, it might be necessary to hard-code it in the C source of the internal `_lsprof` module.

Python 3.3 adds several new functions in `time` that can be used to make precise measurements of process or wall-clock time. For example, see `time.perf_counter()`.

28.5 `timeit` — Mesurer le temps d'exécution de fragments de code

Code source : Lib/timeit.py

Ce module fournit une façon simple de mesurer le temps d'exécution de fragments de code Python. Il expose une *Interface en ligne de commande* ainsi qu'une *interface Python*. Ce module permet d'éviter un certain nombre de problèmes classiques liés à la mesure des temps d'exécution. Voir par exemple à ce sujet l'introduction par Tim Peters du chapitre « Algorithmes » dans le livre *Python Cookbook*, aux éditions O'Reilly.

28.5.1 Exemples simples

L'exemple suivant illustre l'utilisation de l'*Interface en ligne de commande* afin de comparer trois expressions différentes :

```
$ python3 -m timeit '"-".join(str(n) for n in range(100))'
10000 loops, best of 5: 30.2 usec per loop
$ python3 -m timeit '"-".join([str(n) for n in range(100)])'
10000 loops, best of 5: 27.5 usec per loop
$ python3 -m timeit '"-".join(map(str, range(100)))'
10000 loops, best of 5: 23.2 usec per loop
```

L'*Interface Python* peut être utilisée aux mêmes fins avec :

```
>>> import timeit
>>> timeit.timeit('"-".join(str(n) for n in range(100))', number=10000)
0.3018611848820001
>>> timeit.timeit('"-".join([str(n) for n in range(100)])', number=10000)
0.2727368790656328
>>> timeit.timeit('"-".join(map(str, range(100)))', number=10000)
0.23702679807320237
```

Un objet appelable peut également être passé en argument à l'*Interface Python* :

```
>>> timeit.timeit(lambda: "-".join(map(str, range(100))), number=10000)
0.19665591977536678
```

Notez cependant que `timeit()` détermine automatiquement le nombre de répétitions seulement lorsque l'interface en ligne de commande est utilisée. Vous pouvez trouver des exemples d'usages avancés dans la section *Exemples*.

28.5.2 Interface Python

Ce module définit une classe publique ainsi que trois fonctions destinées à simplifier son usage :

`timeit.`**`timeit`**(*stmt='pass'*, *setup='pass'*, *timer=<default timer>*, *number=1000000*, *globals=None*)
Crée une instance d'objet `Timer` à partir de l'instruction donnée, du code *setup* et de la fonction *timer*, puis exécute sa méthode `timeit()` à *number* reprises. L'argument optionnel *globals* spécifie un espace de nommage dans lequel exécuter le code.

Modifié dans la version 3.5 : Le paramètre optionnel *globals* a été ajouté.

`timeit.`**`repeat`**(*stmt='pass'*, *setup='pass'*, *timer=<default timer>*, *repeat=5*, *number=1000000*, *globals=None*)
Crée une instance d'objet `Timer` à partir de l'instruction donnée, du code *setup* et de la fonction *timer*, puis exécute sa méthode `repeat()` à *number* reprises, *repeat* fois. L'argument optionnel *globals* spécifie un espace de nommage dans lequel exécuter le code.

Modifié dans la version 3.5 : Le paramètre optionnel *globals* a été ajouté.

Modifié dans la version 3.7 : La valeur par défaut de *repeat* est passée de 3 à 5.

`timeit.`**`default_timer`**()
Le minuteur par défaut, qui est toujours `time.perf_counter()`.

Modifié dans la version 3.3 : `time.perf_counter()` est désormais le minuteur par défaut.

`class` `timeit.`**`Timer`**(*stmt='pass'*, *setup='pass'*, *timer=<timer function>*, *globals=None*)
Classe permettant de mesurer le temps d'exécution de fragments de code.

Ce constructeur prend en argument une instruction dont le temps d'exécution doit être mesuré, une instruction additionnelle de mise en place et une fonction de chronométrage. Les deux instructions valent `'pass'` par défaut ; la fonction de chronométrage dépend de la plateforme d'exécution (se référer au *doc string* du module). *stmt* et *setup* peuvent contenir plusieurs instructions séparées par des `;` ou des sauts de lignes tant qu'ils ne comportent pas de littéraux sur plusieurs lignes. L'instruction est exécutée dans l'espace de nommage de *timeit* par défaut ; ce comportement peut être modifié en passant un espace de nommage au paramètre *globals*.

Pour mesurer le temps d'exécution de la première instruction, utilisez la méthode `timeit()`. Les méthodes `repeat()` et `autorange()` sont des méthodes d'agrément permettant d'appeler `timeit()` à plusieurs reprises.

Le temps d'exécution de *setup* n'est pas pris en compte dans le temps global d'exécution.

Les paramètres *stmt* et *setup* peuvent également recevoir des objets appelables sans argument. Ceci transforme alors les appels à ces objets en fonction de chronométrage qui seront exécutées par `timeit()`. Notez que le surcoût lié à la mesure du temps d'exécution dans ce cas est légèrement supérieur en raisons des appels de fonction supplémentaires.

Modifié dans la version 3.5 : Le paramètre optionnel *globals* a été ajouté.

`timeit`(*number=1000000*)
Mesure le temps *number* exécution de l'instruction principale. Ceci exécute l'instruction de mise en place une seule fois puis renvoie un flottant correspondant au temps nécessaire à l'exécution de l'instruction principale à plusieurs reprises, mesuré en secondes. L'argument correspond au nombre d'itérations dans la boucle, par défaut un million. L'instruction principale, l'instruction de mise en place et la fonction de chronométrage utilisée sont passées au constructeur.

Note : Par défaut, `timeit()` désactive temporairement le *ramasse-miettes* pendant le chronométrage. Cette approche a l'avantage de permettre de comparer des mesures indépendantes. L'inconvénient de cette méthode est que le ramasse-miettes peut avoir un impact significatif sur les performances de la fonction étudiée. Dans ce cas, le ramasse-miettes peut être réactivé en première instruction de la chaîne *setup*. Par exemple :

```
timeit.Timer('for i in range(10): oct(i)', 'gc.enable()').timeit()
```

`autorange`(*callback=None*)
Détermine automatiquement combien de fois appeler `timeit()`.

Cette fonction d'agrément appelle `timeit()` à plusieurs reprises jusqu'à ce que le temps total écoulé soit supérieur à 0,2 secondes et renvoie le couple (nombre de boucles, temps nécessaire pour exécuter ce

nombre de boucles). Elle appelle *timeit()* avec un nombre d'itérations croissant selon la séquence 1, 2, 5, 10, 20, 50, … jusqu'à ce que le temps d'exécution dépasse 0,2 secondes.

Si *callback* est spécifié et n'est pas `None`, elle est appelée après chaque itération avec deux arguments (numéro de l'itération et temps écoulé) : `callback(number, time_taken)`.

Nouveau dans la version 3.6.

repeat(*repeat=5*, *number=1000000*)

Appelle *timeit()* plusieurs fois.

Cette fonction d'agrément appelle *timeit()* à plusieurs reprises et renvoie une liste de résultats. Le premier argument spécifie le nombre d'appels à *timeit()*. Le second argument spécifie l'argument *number* de *timeit()*.

Note : Il est tentant de vouloir calculer la moyenne et l'écart-type des résultats et notifier ces valeurs. Ce n'est cependant pas très utile. En pratique, la valeur la plus basse donne une estimation basse de la vitesse maximale à laquelle votre machine peut exécuter le fragment de code spécifié ; les valeurs hautes de la liste sont typiquement provoquées non pas par une variabilité de la vitesse d'exécution de Python, mais par d'autres processus interférant avec la précision du chronométrage. Le *min()* du résultat est probablement la seule valeur à laquelle vous devriez vous intéresser. Pour aller plus loin, vous devriez regarder l'intégralité des résultats et utiliser le bon sens plutôt que les statistiques.

Modifié dans la version 3.7 : La valeur par défaut de *repeat* est passée de 3 à 5.

print_exc(*file=None*)

Helper to print a traceback from the timed code.

Usage typique :

```
t = Timer(...)       # outside the try/except
try:
    t.timeit(...)    # or t.repeat(...)
except Exception:
    t.print_exc()
```

L'avantage par rapport à la trace standard est que les lignes sources du code compilé sont affichées. Le paramètre optionnel *file* définit l'endroit où la trace est envoyée, par défaut *sys.stderr*.

28.5.3 Interface en ligne de commande

Lorsque le module est appelé comme un programme en ligne de commande, la syntaxe suivante est utilisée :

```
python -m timeit [-n N] [-r N] [-u U] [-s S] [-h] [statement ...]
```

Les options suivantes sont gérées :

-n N, **--number**=N
: nombre d'exécutions de l'instruction *statement*

-r N, **--repeat**=N
: nombre de répétitions du chronomètre (5 par défaut)

-s S, **--setup**=S
: instruction exécutée une seule fois à l'initialisation (`pass` par défaut)

-p, **--process**
: mesure le temps au niveau du processus et non au niveau du système, en utilisant *time.process_time()* plutôt que *time.perf_counter()* qui est utilisée par défaut

Nouveau dans la version 3.3.

-u, **--unit**=U
: spécifie l'unité de temps utilisée pour la sortie du chronomètre (parmi *nsec*, *usec*, *msec* ou *sec*)

Nouveau dans la version 3.5.

-v, --verbose
print raw timing results ; repeat for more digits precision

-h, --help
affiche un court message d'aide puis quitte

Une instruction sur plusieurs lignes peut être donnée en entrée en spécifiant chaque ligne comme un argument séparé. Indenter une ligne est possible en encadrant l'argument de guillemets et en le préfixant par des espaces. Plusieurs *-s* sont gérées de la même façon.

If *-n* is not given, a suitable number of loops is calculated by trying increasing numbers from the sequence 1, 2, 5, 10, 20, 50, ... until the total time is at least 0.2 seconds.

Les mesures de *default_timer()* peuvent être altérées par d'autres programmes s'exécutant sur la même machine. La meilleure approche lorsqu'un chronométrage exact est nécessaire est de répéter celui-ci à plusieurs reprises et considérer le meilleur temps. L'option *-r* est adaptée à ce fonctionnement, les cinq répétitions par défaut suffisent probablement dans la plupart des cas. Vous pouvez utiliser *time.process_time()* pour mesurer le temps processeur.

Note : Il existe un surcoût minimal associé à l'exécution de l'instruction *pass*. Le code présenté ici ne tente pas de le masquer, mais vous devez être conscient de son existence. Ce surcoût minimal peut être mesuré en invoquant le programme sans argument ; il peut différer en fonction des versions de Python.

28.5.4 Exemples

Il est possible de fournir une instruction de mise en place exécutée une seule fois au début du chronométrage :

```
$ python -m timeit -s 'text = "sample string"; char = "g"'  'char in text'
5000000 loops, best of 5: 0.0877 usec per loop
$ python -m timeit -s 'text = "sample string"; char = "g"'  'text.find(char)'
1000000 loops, best of 5: 0.342 usec per loop
```

```
>>> import timeit
>>> timeit.timeit('char in text', setup='text = "sample string"; char = "g"')
0.41440500499993504
>>> timeit.timeit('text.find(char)', setup='text = "sample string"; char = "g"')
1.7246671520006203
```

La même chose peut être réalisée en utilisant la classe *Timer* et ses méthodes :

```
>>> import timeit
>>> t = timeit.Timer('char in text', setup='text = "sample string"; char = "g"')
>>> t.timeit()
0.3955516149999312
>>> t.repeat()
[0.40183617287970225, 0.37027556854118704, 0.38344867356679524, 0.3712595970846668,
↪ 0.37866875250654886]
```

Les exemples qui suivent montrent comment chronométrer des expressions sur plusieurs lignes. Nous comparons ici le coût d'utilisation de *hasattr()* par rapport à `try`/`except` pour tester la présence ou l'absence d'attributs d'un objet :

```
$ python -m timeit 'try:' '  str.__bool__' 'except AttributeError:' '  pass'
20000 loops, best of 5: 15.7 usec per loop
$ python -m timeit 'if hasattr(str, "__bool__"): pass'
50000 loops, best of 5: 4.26 usec per loop

$ python -m timeit 'try:' '  int.__bool__' 'except AttributeError:' '  pass'
200000 loops, best of 5: 1.43 usec per loop
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
$ python -m timeit 'if hasattr(int, "__bool__"): pass'
100000 loops, best of 5: 2.23 usec per loop
```

```
>>> import timeit
>>> # attribute is missing
>>> s = """\
... try:
...     str.__bool__
... except AttributeError:
...     pass
... """
>>> timeit.timeit(stmt=s, number=100000)
0.9138244460009446
>>> s = "if hasattr(str, '__bool__'): pass"
>>> timeit.timeit(stmt=s, number=100000)
0.5829014980008651
>>>
>>> # attribute is present
>>> s = """\
... try:
...     int.__bool__
... except AttributeError:
...     pass
... """
>>> timeit.timeit(stmt=s, number=100000)
0.04215312199994514
>>> s = "if hasattr(int, '__bool__'): pass"
>>> timeit.timeit(stmt=s, number=100000)
0.08588060699912603
```

Afin de permettre à *timeit* d'accéder aux fonctions que vous avez définies, vous pouvez passer au paramètre *setup* une instruction d'importation :

```
def test():
    """Stupid test function"""
    L = [i for i in range(100)]

if __name__ == '__main__':
    import timeit
    print(timeit.timeit("test()", setup="from __main__ import test"))
```

Une autre possibilité est de passer *globals()* au paramètre *globals*, ceci qui exécutera le code dans l'espace de nommage global courant. Cela peut être plus pratique que de spécifier manuellement des importations :

```
def f(x):
    return x**2
def g(x):
    return x**4
def h(x):
    return x**8

import timeit
print(timeit.timeit('[func(42) for func in (f,g,h)]', globals=globals()))
```

28.6 `trace` --- Trace or track Python statement execution

Code source : Lib/abc.py

The *trace* module allows you to trace program execution, generate annotated statement coverage listings, print caller/callee relationships and list functions executed during a program run. It can be used in another program or from the command line.

Voir aussi :

Coverage.py A popular third-party coverage tool that provides HTML output along with advanced features such as branch coverage.

28.6.1 Utilisation en ligne de commande.

The *trace* module can be invoked from the command line. It can be as simple as

```
python -m trace --count -C . somefile.py ...
```

The above will execute `somefile.py` and generate annotated listings of all Python modules imported during the execution into the current directory.

--help
Display usage and exit.

--version
Display the version of the module and exit.

Main options

At least one of the following options must be specified when invoking *trace*. The *--listfuncs* option is mutually exclusive with the *--trace* and *--count* options. When *--listfuncs* is provided, neither *--count* nor *--trace* are accepted, and vice versa.

-c, --count
Produce a set of annotated listing files upon program completion that shows how many times each statement was executed. See also *--coverdir*, *--file* and *--no-report* below.

-t, --trace
Display lines as they are executed.

-l, --listfuncs
Display the functions executed by running the program.

-r, --report
Produce an annotated list from an earlier program run that used the *--count* and *--file* option. This does not execute any code.

-T, --trackcalls
Display the calling relationships exposed by running the program.

Modifiers

-f, --file=<file>
Name of a file to accumulate counts over several tracing runs. Should be used with the *--count* option.

-C, --coverdir=<dir>
Directory where the report files go. The coverage report for `package.module` is written to file *dir/package/module*`.cover`.

-m, --missing
When generating annotated listings, mark lines which were not executed with `>>>>>>`.

-s, --summary
When using *--count* or *--report*, write a brief summary to stdout for each file processed.

-R, --no-report
Do not generate annotated listings. This is useful if you intend to make several runs with *--count*, and then produce a single set of annotated listings at the end.

-g, --timing
Prefix each line with the time since the program started. Only used while tracing.

Filters

These options may be repeated multiple times.

--ignore-module=<mod>
Ignore each of the given module names and its submodules (if it is a package). The argument can be a list of names separated by a comma.

--ignore-dir=<dir>
Ignore all modules and packages in the named directory and subdirectories. The argument can be a list of directories separated by *os.pathsep*.

28.6.2 Programmatic Interface

class trace.**Trace**(*count=1*, *trace=1*, *countfuncs=0*, *countcallers=0*, *ignoremods=()*, *ignoredirs=()*, *infile=None*, *outfile=None*, *timing=False*)
Create an object to trace execution of a single statement or expression. All parameters are optional. *count* enables counting of line numbers. *trace* enables line execution tracing. *countfuncs* enables listing of the functions called during the run. *countcallers* enables call relationship tracking. *ignoremods* is a list of modules or packages to ignore. *ignoredirs* is a list of directories whose modules or packages should be ignored. *infile* is the name of the file from which to read stored count information. *outfile* is the name of the file in which to write updated count information. *timing* enables a timestamp relative to when tracing was started to be displayed.

run(*cmd*)
Execute the command and gather statistics from the execution with the current tracing parameters. *cmd* must be a string or code object, suitable for passing into *exec()*.

runctx(*cmd*, *globals=None*, *locals=None*)
Execute the command and gather statistics from the execution with the current tracing parameters, in the defined global and local environments. If not defined, *globals* and *locals* default to empty dictionaries.

runfunc(*func*, **args*, ***kwds*)
Call *func* with the given arguments under control of the *Trace* object with the current tracing parameters.

results()
Return a *CoverageResults* object that contains the cumulative results of all previous calls to `run`, `runctx` and `runfunc` for the given *Trace* instance. Does not reset the accumulated trace results.

class trace.**CoverageResults**
A container for coverage results, created by `Trace.results()`. Should not be created directly by the user.

update(*other*)
Merge in data from another `CoverageResults` object.

write_results(*show_missing=True*, *summary=False*, *coverdir=None*)
Write coverage results. Set *show_missing* to show lines that had no hits. Set *summary* to include in the output the coverage summary per module. *coverdir* specifies the directory into which the coverage result files will be output. If `None`, the results for each source file are placed in its directory.

A simple example demonstrating the use of the programmatic interface :

```
import sys
import trace

# create a Trace object, telling it what to ignore, and whether to
# do tracing or line-counting or both.
tracer = trace.Trace(
    ignoredirs=[sys.prefix, sys.exec_prefix],
    trace=0,
    count=1)

# run the new command using the given tracer
tracer.run('main()')

# make a report, placing output in the current directory
r = tracer.results()
r.write_results(show_missing=True, coverdir=".")
```

28.7 `tracemalloc` --- Trace memory allocations

Nouveau dans la version 3.4.

Source code : Lib/tracemalloc.py

The tracemalloc module is a debug tool to trace memory blocks allocated by Python. It provides the following information :

- Traceback where an object was allocated
- Statistics on allocated memory blocks per filename and per line number : total size, number and average size of allocated memory blocks
- Compute the differences between two snapshots to detect memory leaks

To trace most memory blocks allocated by Python, the module should be started as early as possible by setting the `PYTHONTRACEMALLOC` environment variable to `1`, or by using `-X tracemalloc` command line option. The `tracemalloc.start()` function can be called at runtime to start tracing Python memory allocations.

By default, a trace of an allocated memory block only stores the most recent frame (1 frame). To store 25 frames at startup : set the `PYTHONTRACEMALLOC` environment variable to `25`, or use the `-X tracemalloc=25` command line option.

28.7.1 Exemples

Display the top 10

Display the 10 files allocating the most memory :

```
import tracemalloc

tracemalloc.start()

# ... run your application ...

snapshot = tracemalloc.take_snapshot()
top_stats = snapshot.statistics('lineno')

print("[ Top 10 ]")
for stat in top_stats[:10]:
    print(stat)
```

Example of output of the Python test suite :

```
[ Top 10 ]
<frozen importlib._bootstrap>:716: size=4855 KiB, count=39328, average=126 B
<frozen importlib._bootstrap>:284: size=521 KiB, count=3199, average=167 B
/usr/lib/python3.4/collections/__init__.py:368: size=244 KiB, count=2315,␣
↪average=108 B
/usr/lib/python3.4/unittest/case.py:381: size=185 KiB, count=779, average=243 B
/usr/lib/python3.4/unittest/case.py:402: size=154 KiB, count=378, average=416 B
/usr/lib/python3.4/abc.py:133: size=88.7 KiB, count=347, average=262 B
<frozen importlib._bootstrap>:1446: size=70.4 KiB, count=911, average=79 B
<frozen importlib._bootstrap>:1454: size=52.0 KiB, count=25, average=2131 B
<string>:5: size=49.7 KiB, count=148, average=344 B
/usr/lib/python3.4/sysconfig.py:411: size=48.0 KiB, count=1, average=48.0 KiB
```

We can see that Python loaded `4855 KiB` data (bytecode and constants) from modules and that the *collections* module allocated `244 KiB` to build *namedtuple* types.

See *Snapshot.statistics()* for more options.

Compute differences

Take two snapshots and display the differences :

```
import tracemalloc
tracemalloc.start()
# ... start your application ...

snapshot1 = tracemalloc.take_snapshot()
# ... call the function leaking memory ...
snapshot2 = tracemalloc.take_snapshot()

top_stats = snapshot2.compare_to(snapshot1, 'lineno')

print("[ Top 10 differences ]")
for stat in top_stats[:10]:
    print(stat)
```

Example of output before/after running some tests of the Python test suite :

```
[ Top 10 differences ]
<frozen importlib._bootstrap>:716: size=8173 KiB (+4428 KiB), count=71332 (+39369),
↪ average=117 B
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
/usr/lib/python3.4/linecache.py:127: size=940 KiB (+940 KiB), count=8106 (+8106),␣
↪average=119 B
/usr/lib/python3.4/unittest/case.py:571: size=298 KiB (+298 KiB), count=589 (+589),
↪ average=519 B
<frozen importlib._bootstrap>:284: size=1005 KiB (+166 KiB), count=7423 (+1526),␣
↪average=139 B
/usr/lib/python3.4/mimetypes.py:217: size=112 KiB (+112 KiB), count=1334 (+1334),␣
↪average=86 B
/usr/lib/python3.4/http/server.py:848: size=96.0 KiB (+96.0 KiB), count=1 (+1),␣
↪average=96.0 KiB
/usr/lib/python3.4/inspect.py:1465: size=83.5 KiB (+83.5 KiB), count=109 (+109),␣
↪average=784 B
/usr/lib/python3.4/unittest/mock.py:491: size=77.7 KiB (+77.7 KiB), count=143␣
↪(+143), average=557 B
/usr/lib/python3.4/urllib/parse.py:476: size=71.8 KiB (+71.8 KiB), count=969␣
↪(+969), average=76 B
/usr/lib/python3.4/contextlib.py:38: size=67.2 KiB (+67.2 KiB), count=126 (+126),␣
↪average=546 B
```

We can see that Python has loaded `8173 KiB` of module data (bytecode and constants), and that this is `4428 KiB` more than had been loaded before the tests, when the previous snapshot was taken. Similarly, the *`linecache`* module has cached `940 KiB` of Python source code to format tracebacks, all of it since the previous snapshot.

If the system has little free memory, snapshots can be written on disk using the *`Snapshot.dump()`* method to analyze the snapshot offline. Then use the *`Snapshot.load()`* method reload the snapshot.

Get the traceback of a memory block

Code to display the traceback of the biggest memory block :

```
import tracemalloc

# Store 25 frames
tracemalloc.start(25)

# ... run your application ...

snapshot = tracemalloc.take_snapshot()
top_stats = snapshot.statistics('traceback')

# pick the biggest memory block
stat = top_stats[0]
print("%s memory blocks: %.1f KiB" % (stat.count, stat.size / 1024))
for line in stat.traceback.format():
    print(line)
```

Example of output of the Python test suite (traceback limited to 25 frames) :

```
903 memory blocks: 870.1 KiB
  File "<frozen importlib._bootstrap>", line 716
  File "<frozen importlib._bootstrap>", line 1036
  File "<frozen importlib._bootstrap>", line 934
  File "<frozen importlib._bootstrap>", line 1068
  File "<frozen importlib._bootstrap>", line 619
  File "<frozen importlib._bootstrap>", line 1581
  File "<frozen importlib._bootstrap>", line 1614
  File "/usr/lib/python3.4/doctest.py", line 101
    import pdb
  File "<frozen importlib._bootstrap>", line 284
  File "<frozen importlib._bootstrap>", line 938
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
  File "<frozen importlib._bootstrap>", line 1068
  File "<frozen importlib._bootstrap>", line 619
  File "<frozen importlib._bootstrap>", line 1581
  File "<frozen importlib._bootstrap>", line 1614
  File "/usr/lib/python3.4/test/support/__init__.py", line 1728
    import doctest
  File "/usr/lib/python3.4/test/test_pickletools.py", line 21
    support.run_doctest(pickletools)
  File "/usr/lib/python3.4/test/regrtest.py", line 1276
    test_runner()
  File "/usr/lib/python3.4/test/regrtest.py", line 976
    display_failure=not verbose)
  File "/usr/lib/python3.4/test/regrtest.py", line 761
    match_tests=ns.match_tests)
  File "/usr/lib/python3.4/test/regrtest.py", line 1563
    main()
  File "/usr/lib/python3.4/test/__main__.py", line 3
    regrtest.main_in_temp_cwd()
  File "/usr/lib/python3.4/runpy.py", line 73
    exec(code, run_globals)
  File "/usr/lib/python3.4/runpy.py", line 160
    "__main__", fname, loader, pkg_name)
```

We can see that the most memory was allocated in the *importlib* module to load data (bytecode and constants) from modules : `870.1 KiB`. The traceback is where the *importlib* loaded data most recently : on the `import pdb` line of the *doctest* module. The traceback may change if a new module is loaded.

Pretty top

Code to display the 10 lines allocating the most memory with a pretty output, ignoring `<frozen importlib._bootstrap>` and `<unknown>` files :

```
import linecache
import os
import tracemalloc

def display_top(snapshot, key_type='lineno', limit=10):
    snapshot = snapshot.filter_traces((
        tracemalloc.Filter(False, "<frozen importlib._bootstrap>"),
        tracemalloc.Filter(False, "<unknown>"),
    ))
    top_stats = snapshot.statistics(key_type)

    print("Top %s lines" % limit)
    for index, stat in enumerate(top_stats[:limit], 1):
        frame = stat.traceback[0]
        print("#%s: %s:%s: %.1f KiB"
              % (index, frame.filename, frame.lineno, stat.size / 1024))
        line = linecache.getline(frame.filename, frame.lineno).strip()
        if line:
            print('    %s' % line)

    other = top_stats[limit:]
    if other:
        size = sum(stat.size for stat in other)
        print("%s other: %.1f KiB" % (len(other), size / 1024))
    total = sum(stat.size for stat in top_stats)
    print("Total allocated size: %.1f KiB" % (total / 1024))

tracemalloc.start()
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
# ... run your application ...

snapshot = tracemalloc.take_snapshot()
display_top(snapshot)
```

Example of output of the Python test suite :

```
Top 10 lines
#1: Lib/base64.py:414: 419.8 KiB
    _b85chars2 = [(a + b) for a in _b85chars for b in _b85chars]
#2: Lib/base64.py:306: 419.8 KiB
    _a85chars2 = [(a + b) for a in _a85chars for b in _a85chars]
#3: collections/__init__.py:368: 293.6 KiB
    exec(class_definition, namespace)
#4: Lib/abc.py:133: 115.2 KiB
    cls = super().__new__(mcls, name, bases, namespace)
#5: unittest/case.py:574: 103.1 KiB
    testMethod()
#6: Lib/linecache.py:127: 95.4 KiB
    lines = fp.readlines()
#7: urllib/parse.py:476: 71.8 KiB
    for a in _hexdig for b in _hexdig}
#8: <string>:5: 62.0 KiB
#9: Lib/_weakrefset.py:37: 60.0 KiB
    self.data = set()
#10: Lib/base64.py:142: 59.8 KiB
    _b32tab2 = [a + b for a in _b32tab for b in _b32tab]
6220 other: 3602.8 KiB
Total allocated size: 5303.1 KiB
```

See *Snapshot.statistics()* for more options.

28.7.2 API

Fonctions

tracemalloc.**clear_traces**()
: Clear traces of memory blocks allocated by Python.

  See also *stop()*.

tracemalloc.**get_object_traceback**(*obj*)
: Get the traceback where the Python object *obj* was allocated. Return a *Traceback* instance, or `None` if the *tracemalloc* module is not tracing memory allocations or did not trace the allocation of the object.

  See also *gc.get_referrers()* and *sys.getsizeof()* functions.

tracemalloc.**get_traceback_limit**()
: Get the maximum number of frames stored in the traceback of a trace.

  The *tracemalloc* module must be tracing memory allocations to get the limit, otherwise an exception is raised.

  The limit is set by the *start()* function.

tracemalloc.**get_traced_memory**()
: Get the current size and peak size of memory blocks traced by the *tracemalloc* module as a tuple : `(current: int, peak: int)`.

tracemalloc.**get_tracemalloc_memory**()
: Get the memory usage in bytes of the *tracemalloc* module used to store traces of memory blocks. Return an *int*.

tracemalloc.**is_tracing**()
: `True` if the *tracemalloc* module is tracing Python memory allocations, `False` otherwise.

  See also *start()* and *stop()* functions.

tracemalloc.**start**(*nframe : int=1*)
: Start tracing Python memory allocations : install hooks on Python memory allocators. Collected tracebacks of traces will be limited to *nframe* frames. By default, a trace of a memory block only stores the most recent frame : the limit is `1`. *nframe* must be greater or equal to `1`.

  Storing more than `1` frame is only useful to compute statistics grouped by `'traceback'` or to compute cumulative statistics : see the *Snapshot.compare_to()* and *Snapshot.statistics()* methods.

  Storing more frames increases the memory and CPU overhead of the *tracemalloc* module. Use the *get_tracemalloc_memory()* function to measure how much memory is used by the *tracemalloc* module.

  The `PYTHONTRACEMALLOC` environment variable (`PYTHONTRACEMALLOC=NFRAME`) and the `-X tracemalloc=NFRAME` command line option can be used to start tracing at startup.

  See also *stop()*, *is_tracing()* and *get_traceback_limit()* functions.

tracemalloc.**stop**()
: Stop tracing Python memory allocations : uninstall hooks on Python memory allocators. Also clears all previously collected traces of memory blocks allocated by Python.

  Call *take_snapshot()* function to take a snapshot of traces before clearing them.

  See also *start()*, *is_tracing()* and *clear_traces()* functions.

tracemalloc.**take_snapshot**()
: Take a snapshot of traces of memory blocks allocated by Python. Return a new *Snapshot* instance.

  The snapshot does not include memory blocks allocated before the *tracemalloc* module started to trace memory allocations.

  Tracebacks of traces are limited to *get_traceback_limit()* frames. Use the *nframe* parameter of the *start()* function to store more frames.

  The *tracemalloc* module must be tracing memory allocations to take a snapshot, see the *start()* function.

  See also the *get_object_traceback()* function.

DomainFilter

class tracemalloc.**DomainFilter**(*inclusive : bool*, *domain : int*)
: Filter traces of memory blocks by their address space (domain).

  Nouveau dans la version 3.6.

  inclusive
  : If *inclusive* is `True` (include), match memory blocks allocated in the address space *domain*.

    If *inclusive* is `False` (exclude), match memory blocks not allocated in the address space *domain*.

  domain
  : Address space of a memory block (`int`). Read-only property.

Filter

class tracemalloc.**Filter**(*inclusive : bool*, *filename_pattern : str*, *lineno : int=None*, *all_frames : bool=False*, *domain : int=None*)
: Filter on traces of memory blocks.

  See the *fnmatch.fnmatch()* function for the syntax of *filename_pattern*. The `'.pyc'` file extension is replaced with `'.py'`.

  Exemples :

  — `Filter(True, subprocess.__file__)` only includes traces of the *subprocess* module
  — `Filter(False, tracemalloc.__file__)` excludes traces of the *tracemalloc* module
  — `Filter(False, "<unknown>")` excludes empty tracebacks

Modifié dans la version 3.5 : The `'.pyo'` file extension is no longer replaced with `'.py'`.

Modifié dans la version 3.6 : Added the *domain* attribute.

domain
Address space of a memory block (`int` or `None`).

tracemalloc uses the domain `0` to trace memory allocations made by Python. C extensions can use other domains to trace other resources.

inclusive
If *inclusive* is `True` (include), only match memory blocks allocated in a file with a name matching *filename_pattern* at line number *lineno*.

If *inclusive* is `False` (exclude), ignore memory blocks allocated in a file with a name matching *filename_pattern* at line number *lineno*.

lineno
Line number (`int`) of the filter. If *lineno* is `None`, the filter matches any line number.

filename_pattern
Filename pattern of the filter (`str`). Read-only property.

all_frames
If *all_frames* is `True`, all frames of the traceback are checked. If *all_frames* is `False`, only the most recent frame is checked.

This attribute has no effect if the traceback limit is `1`. See the *get_traceback_limit()* function and *Snapshot.traceback_limit* attribute.

Frame

class tracemalloc.**Frame**
Frame of a traceback.

The *Traceback* class is a sequence of *Frame* instances.

filename
Filename (`str`).

lineno
Line number (`int`).

Snapshot

class tracemalloc.**Snapshot**
Snapshot of traces of memory blocks allocated by Python.

The *take_snapshot()* function creates a snapshot instance.

compare_to(*old_snapshot : Snapshot*, *key_type : str*, *cumulative : bool=False*)
Compute the differences with an old snapshot. Get statistics as a sorted list of *StatisticDiff* instances grouped by *key_type*.

See the *Snapshot.statistics()* method for *key_type* and *cumulative* parameters.

The result is sorted from the biggest to the smallest by : absolute value of *StatisticDiff.size_diff*, *StatisticDiff.size*, absolute value of *StatisticDiff.count_diff*, *Statistic.count* and then by *StatisticDiff.traceback*.

dump(*filename*)
Write the snapshot into a file.

Use *load()* to reload the snapshot.

filter_traces(*filters*)
Create a new *Snapshot* instance with a filtered *traces* sequence, *filters* is a list of *DomainFilter* and *Filter* instances. If *filters* is an empty list, return a new *Snapshot* instance with a copy of the traces.

All inclusive filters are applied at once, a trace is ignored if no inclusive filters match it. A trace is ignored if at least one exclusive filter matches it.

Modifié dans la version 3.6 : *DomainFilter* instances are now also accepted in *filters*.

classmethod load(*filename*)
Load a snapshot from a file.
See also *dump()*.

statistics(*key_type : str*, *cumulative : bool=False*)
Get statistics as a sorted list of *Statistic* instances grouped by *key_type* :

key_type	description
'filename'	filename
'lineno'	filename and line number
'traceback'	traceback

If *cumulative* is True, cumulate size and count of memory blocks of all frames of the traceback of a trace, not only the most recent frame. The cumulative mode can only be used with *key_type* equals to 'filename' and 'lineno'.
The result is sorted from the biggest to the smallest by : *Statistic.size*, *Statistic.count* and then by *Statistic.traceback*.

traceback_limit
Maximum number of frames stored in the traceback of *traces* : result of the *get_traceback_limit()* when the snapshot was taken.

traces
Traces of all memory blocks allocated by Python : sequence of *Trace* instances.
The sequence has an undefined order. Use the *Snapshot.statistics()* method to get a sorted list of statistics.

Statistic

class tracemalloc.**Statistic**
Statistic on memory allocations.
Snapshot.statistics() returns a list of *Statistic* instances.
See also the *StatisticDiff* class.

count
Number of memory blocks (int).

size
Total size of memory blocks in bytes (int).

traceback
Traceback where the memory block was allocated, *Traceback* instance.

StatisticDiff

class tracemalloc.**StatisticDiff**
Statistic difference on memory allocations between an old and a new *Snapshot* instance.
Snapshot.compare_to() returns a list of *StatisticDiff* instances. See also the *Statistic* class.

count
Number of memory blocks in the new snapshot (int) : 0 if the memory blocks have been released in the new snapshot.

count_diff
Difference of number of memory blocks between the old and the new snapshots (int) : 0 if the memory blocks have been allocated in the new snapshot.

size
Total size of memory blocks in bytes in the new snapshot (int) : 0 if the memory blocks have been released in the new snapshot.

size_diff
Difference of total size of memory blocks in bytes between the old and the new snapshots (int) : 0 if the memory blocks have been allocated in the new snapshot.

traceback
Traceback where the memory blocks were allocated, *Traceback* instance.

Trace

class tracemalloc.**Trace**
Trace of a memory block.

The *Snapshot.traces* attribute is a sequence of *Trace* instances.

Modifié dans la version 3.6 : Added the *domain* attribute.

domain
Address space of a memory block (`int`). Read-only property.

tracemalloc uses the domain `0` to trace memory allocations made by Python. C extensions can use other domains to trace other resources.

size
Size of the memory block in bytes (`int`).

traceback
Traceback where the memory block was allocated, *Traceback* instance.

Traceback

class tracemalloc.**Traceback**
Sequence of *Frame* instances sorted from the oldest frame to the most recent frame.

A traceback contains at least `1` frame. If the `tracemalloc` module failed to get a frame, the filename `"<unknown>"` at line number `0` is used.

When a snapshot is taken, tracebacks of traces are limited to *get_traceback_limit()* frames. See the *take_snapshot()* function.

The *Trace.traceback* attribute is an instance of *Traceback* instance.

Modifié dans la version 3.7 : Frames are now sorted from the oldest to the most recent, instead of most recent to oldest.

format(*limit=None*, *most_recent_first=False*)
Format the traceback as a list of lines with newlines. Use the *linecache* module to retrieve lines from the source code. If *limit* is set, format the *limit* most recent frames if *limit* is positive. Otherwise, format the `abs(limit)` oldest frames. If *most_recent_first* is `True`, the order of the formatted frames is reversed, returning the most recent frame first instead of last.

Similar to the *traceback.format_tb()* function, except that *format()* does not include newlines.

Exemple :

```
print("Traceback (most recent call first):")
for line in traceback:
    print(line)
```

Sortie :

```
Traceback (most recent call first):
  File "test.py", line 9
    obj = Object()
  File "test.py", line 12
    tb = tracemalloc.get_object_traceback(f())
```

CHAPITRE 29

Paquets et distribution de paquets logiciels

Ces bibliothèques vous aident lors de la publication et l'installation de logiciels Python. Bien que ces modules sont conçus pour fonctionner avec le Python Package Index, ils peuvent aussi être utilisés avec un serveur local, ou sans serveur.

29.1 `distutils` — Création et installation des modules Python

Le package *`distutils`* fournit le support pour la création et l'installation de modules supplémentaires dans une installation Python. Les nouveaux modules peuvent être soit en Python pur à 100%, soit des modules d'extension écrits en C, soit des collections de paquets Python qui incluent des modules codés en C et en Python.

La plupart des utilisateurs de Python ne voudront *pas* utiliser ce module directement, mais plutôt les outils cross-version maintenus par la *Python Packaging Authority*. En particulier, setuptools est une alternative améliorée à *`distutils`* qui fournit :

— support pour la déclaration des dépendances de projets
— mécanismes supplémentaires pour configurer quels fichiers inclure dans les distributions source (y compris les extensions pour l'intégration avec les systèmes de contrôle de version)
— la possibilité de déclarer les "points d'entrée" du projet, qui peuvent être utilisés comme base pour les systèmes d'extensions
— la possibilité de générer automatiquement des exécutables en ligne de commande Windows au moment de l'installation plutôt que de devoir les pré-construire
— comportement cohérent entre toutes les versions Python supportées

Le programme d'installation recommandé pip exécute tous les scripts `setup. py` avec `setuptools`, même si le script lui-même n'importe que `distutils`. Pour plus d'informations, reportez-vous au Python Packaging User Guide.

À destination des auteurs et utilisateurs d'outils d'empaquetage cherchant une compréhension plus approfondie des détails du système actuel de création de paquets et de leur distribution, la documentation utilisateur historique de *`distutils`* la référence de son API restent disponibles :

— install-index
— distutils-index

29.2 ensurepip --- Bootstrapping the pip installer

Nouveau dans la version 3.4.

The *ensurepip* package provides support for bootstrapping the pip installer into an existing Python installation or virtual environment. This bootstrapping approach reflects the fact that pip is an independent project with its own release cycle, and the latest available stable version is bundled with maintenance and feature releases of the CPython reference interpreter.

In most cases, end users of Python shouldn't need to invoke this module directly (as pip should be bootstrapped by default), but it may be needed if installing pip was skipped when installing Python (or when creating a virtual environment) or after explicitly uninstalling pip.

Note : This module *does not* access the internet. All of the components needed to bootstrap pip are included as internal parts of the package.

Voir aussi :

installing-index The end user guide for installing Python packages

PEP 453 : Explicit bootstrapping of pip in Python installations The original rationale and specification for this module.

29.2.1 Command line interface

The command line interface is invoked using the interpreter's -m switch.

The simplest possible invocation is :

```
python -m ensurepip
```

This invocation will install pip if it is not already installed, but otherwise does nothing. To ensure the installed version of pip is at least as recent as the one bundled with ensurepip, pass the --upgrade option :

```
python -m ensurepip --upgrade
```

By default, pip is installed into the current virtual environment (if one is active) or into the system site packages (if there is no active virtual environment). The installation location can be controlled through two additional command line options :

- --root <dir> : Installs pip relative to the given root directory rather than the root of the currently active virtual environment (if any) or the default root for the current Python installation.
- --user : Installs pip into the user site packages directory rather than globally for the current Python installation (this option is not permitted inside an active virtual environment).

By default, the scripts pipX and pipX.Y will be installed (where X.Y stands for the version of Python used to invoke ensurepip). The scripts installed can be controlled through two additional command line options :

- --altinstall : if an alternate installation is requested, the pipX script will *not* be installed.
- --default-pip : if a "default pip" installation is requested, the pip script will be installed in addition to the two regular scripts.

Providing both of the script selection options will trigger an exception.

29.2.2 Module API

ensurepip exposes two functions for programmatic use :

ensurepip.**version**()
Returns a string specifying the bundled version of pip that will be installed when bootstrapping an environment.

ensurepip.**bootstrap**(*root=None*, *upgrade=False*, *user=False*, *altinstall=False*, *default_pip=False*, *verbosity=0*)
Bootstraps `pip` into the current or designated environment.

root specifies an alternative root directory to install relative to. If *root* is `None`, then installation uses the default install location for the current environment.

upgrade indicates whether or not to upgrade an existing installation of an earlier version of `pip` to the bundled version.

user indicates whether to use the user scheme rather than installing globally.

By default, the scripts `pipX` and `pipX.Y` will be installed (where X.Y stands for the current version of Python).

If *altinstall* is set, then `pipX` will *not* be installed.

If *default_pip* is set, then `pip` will be installed in addition to the two regular scripts.

Setting both *altinstall* and *default_pip* will trigger *ValueError*.

verbosity controls the level of output to *sys.stdout* from the bootstrapping operation.

Note : The bootstrapping process has side effects on both `sys.path` and `os.environ`. Invoking the command line interface in a subprocess instead allows these side effects to be avoided.

Note : The bootstrapping process may install additional modules required by `pip`, but other software should not assume those dependencies will always be present by default (as the dependencies may be removed in a future version of `pip`).

29.3 venv — Création d'environnements virtuels

Nouveau dans la version 3.3.

Code source : Lib/venv/

Le module *venv* permet de créer des "environnements virtuels" légers avec leurs propres dossiers `site`, optionnellement isolés des dossiers `site` système. Chaque environnement virtuel a son propre binaire Python (qui correspond à la version du binaire qui a été utilisée pour créer cet environnement) et peut avoir sa propre liste de paquets Python installés dans ses propres dossiers `site`.

Voir la **PEP 405** pour plus d'informations à propos des environnements virtuels Python.

Voir aussi :

Guide Utilisateur de l'Empaquetage Python : Créer et utiliser des environnements virtuels

---

Note : Le script `pyenv` est obsolète depuis Python 3.6 et a été remplacé par `python3 -m venv`.

29.3.1 Création d'environnements virtuels

La création d'*environnements virtuels* est faite en exécutant la commande `venv` :

```
python3 -m venv /path/to/new/virtual/environment
```

Lancer cette commande crée le dossier du **venv** (en créant tous les dossiers parents qui n'existent pas déjà) et crée un fichier `pyenv.cfg` à l'intérieur de ce dossier avec une clé `home` qui pointe sur l'installation Python depuis laquelle cette commande a été lancée. Il crée aussi un sous-dossier `bin` (ou `Scripts` sur Windows) contenant une copie (ou un lien symbolique) du ou des binaire `python` (dépend de la plateforme et des paramètres donnés à la création de l'environnement). Il crée aussi un sous-dossier (initialement vide) `lib/pythonX.Y/site-packages` (Sur Windows, c'est `Lib\site-packages`). Si un dossier existant est spécifié, il sera réutilisé.

Obsolète depuis la version 3.6 : `pyvenv` était l'outil recommandé pour créer des environnements sous Python 3.3 et 3.4, et est obsolète depuis Python 3.6.

Modifié dans la version 3.5 : L'utilisation de `venv` est maintenant recommandée pour créer vos environnements virtuels.

Sur Windows, appelez la commande `venv` comme suit :

```
c:\>c:\Python35\python -m venv c:\path\to\myenv
```

Alternativement, si vous avez configuré les variables `PATH` et `PATHEXT` pour votre installation Python :

```
c:\>python -m venv c:\path\to\myenv
```

La commande, si lancée avec `-h`, montrera les options disponibles :

```
usage: venv [-h] [--system-site-packages] [--symlinks | --copies] [--clear]
            [--upgrade] [--without-pip] [--prompt PROMPT]
            ENV_DIR [ENV_DIR ...]

Creates virtual Python environments in one or more target directories.

positional arguments:
  ENV_DIR               A directory to create the environment in.

optional arguments:
  -h, --help            show this help message and exit
  --system-site-packages
                        Give the virtual environment access to the system
                        site-packages dir.
  --symlinks            Try to use symlinks rather than copies, when symlinks
                        are not the default for the platform.
  --copies              Try to use copies rather than symlinks, even when
                        symlinks are the default for the platform.
  --clear               Delete the contents of the environment directory if it
                        already exists, before environment creation.
  --upgrade             Upgrade the environment directory to use this version
                        of Python, assuming Python has been upgraded in-place.
  --without-pip         Skips installing or upgrading pip in the virtual
                        environment (pip is bootstrapped by default)
  --prompt PROMPT       Provides an alternative prompt prefix for this
                        environment.

Once an environment has been created, you may wish to activate it, e.g. by
sourcing an activate script in its bin directory.
```

Modifié dans la version 3.4 : Installe pip par défaut, ajout des options `--without-pip` et `--copies`

Modifié dans la version 3.4 : Dans les versions précédentes, si le dossier de destination existait déjà, une erreur était levée, sauf si l'option `--clear` ou `--upgrade` était incluse.

Note : Bien que les liens symboliques soient pris en charge sous Windows, ils ne sont pas recommandés. Il est particulièrement à noter que le double-clic sur `python.exe` dans l'Explorateur de fichiers suivra le lien symbolique et ignorera l'environnement virtuel.

Le fichier crée `pyenv.cfg` inclus aussi la clé `include-system-site-packages`, dont la valeur est `true` si `venv` est lancé avec l'option `--system-site-packages`, sinon sa valeur est `false`.

Sauf si l'option `--without-pip` est incluse, *ensurepip* sera invoqué pour amorcer `pip` dans l'environnement virtuel.

Plusieurs chemins peuvent être donnés à `venv`, et dans ce cas un environnement virtuel sera créé, en fonction des options incluses, à chaque chemin donné.

Une fois qu'un environnement virtuel est créé, il peut être "activé" en utilisant un script dans le dossier binaire de l'environnement virtuel. L'invocation de ce script est spécifique à chaque plateforme (*<venv>* doit être remplacé par le chemin d'accès du répertoire contenant l'environnement virtuel) :

Plateforme	Invite de commande	Commande pour activer l'environnement virtuel
Posix	bash/zsh	`$ source <venv>/bin/activate`
	fish	`$ . <venv>/bin/activate.fish`
	csh/tcsh	`$ source <venv>/bin/activate.csh`
Windows	cmd.exe	`C:\\{venv}\\Scripts\\activate.bat`
	PowerShell	`PS C:\\> <venv>\\Scripts\\Activate.ps1`

Vous ne devez pas spécialement activer un environnement ; l'activation ajoute juste le chemin du dossier de binaires de votre environnement virtuel à votre PATH, pour que "python" invoque l'interpréteur Python de l'environnement virtuel et que vous puissiez lancer des scripts installés sans avoir à utiliser leur chemin complet. Cependant, tous les scripts installés dans un environnement virtuel devraient être exécutables sans l'activer, et se lancer avec l'environnement virtuel Python automatiquement.

You can deactivate a virtual environment by typing "deactivate" in your shell. The exact mechanism is platform-specific and is an internal implementation detail (typically a script or shell function will be used).

Nouveau dans la version 3.4 : Les scripts d'activation pour `fish` et `csh`.

Note : Un environnement virtuel est un environnement Python tel que l'interpréteur Python, les bibliothèques et les scripts installés sont isolés de ceux installés dans d'autres environnements virtuels, et (par défaut) de toutes autres bibliothèques installées dans un Python "système", par exemple celui qui est installé avec votre système d'exploitation.

Un environnement virtuel est une arborescence de dossiers qui contiens les fichiers exécutables Python et autres fichiers qui indiquent que c'est un environnement virtuel.

Common installation tools such as setuptools and pip work as expected with virtual environments. In other words, when a virtual environment is active, they install Python packages into the virtual environment without needing to be told to do so explicitly.

Quand un environnement virtuel est actif (Par exemple quand l'interpréteur Python de l'environnement virtuel est lancé), les attributs *sys.prefix* et *sys.exec_prefix* pointent vers le dossier racine de l'environnement virtuel, alors que *sys.base_prefix* et *sys.base_exec_prefix* pointent vers l'installation de Python qui n'est pas celle de l'environnement virtuel et qui a été utilisée pour créer l'environnement virtuel. Si un environnement virtuel n'est pas actif, alors *sys.prefix* est égal à *sys.base_prefix* et *sys.exec_prefix* est égal à *sys.base_exec_prefix* (ils pointent tous sur une installation Python qui n'est pas un environnement virtuel).

When a virtual environment is active, any options that change the installation path will be ignored from all *distutils* configuration files to prevent projects being inadvertently installed outside of the virtual environment.

When working in a command shell, users can make a virtual environment active by running an `activate` script in the virtual environment's executables directory (the precise filename and command to use the file is shell-dependent), which prepends the virtual environment's directory for executables to the `PATH` environment variable for the running shell. There should be no need in other circumstances to activate a virtual environment ; scripts installed into virtual

environments have a ”shebang” line which points to the virtual environment's Python interpreter. This means that the script will run with that interpreter regardless of the value of `PATH`. On Windows, ”shebang” line processing is supported if you have the Python Launcher for Windows installed (this was added to Python in 3.3 - see **PEP 397** for more details). Thus, double-clicking an installed script in a Windows Explorer window should run the script with the correct interpreter without there needing to be any reference to its virtual environment in `PATH`.

29.3.2 API

La méthode haut niveau décrite au dessus utilise une API simple qui permet à des créateurs d'environnements virtuels externes de personnaliser la création d'environnements virtuels basés sur leurs besoins, la classe *`EnvBuilder`*.

class `venv`.**EnvBuilder**(*system_site_packages=False*, *clear=False*, *symlinks=False*, *upgrade=False*, *with_pip=False*, *prompt=None*)

La classe *`EnvBuilder`* accepte les arguments suivants lors de l'instanciation :

— `system_site_packages` -- Une valeur booléenne qui indique que les site-packages du système Python devraient être disponibles dans l'environnement virtuel (par défaut à `False`).

— `clear` -- Une valeur booléenne qui, si vraie, supprimera le contenu de n'importe quel dossier existant cible, avant de créer l'environnement.

— `symlinks` -- Une valeur booléenne qui indique si il faut créer un lien symbolique sur le binaire Python au lieu de le copier.

— `upgrade` -- Une valeur booléenne qui, si vraie, mettra à jour un environnement existant avec le Python lancé -- utilisé quand Python à été mis a jour sur place (par défaut à `False`).

— `with_pip` -- Une valeur booléenne qui, si vraie, assure que pip est installé dans l'environnement virtuel. Cela utilise *`ensurepip`* avec l'option `--default-pip`.

— `prompt` -- Une chaine utilisée après que l'environnement virtuel est activé (par défaut à `None` ce qui veux dire qu'il utilisera le nom du dossier de l'environnement).

Modifié dans la version 3.4 : Ajout du paramètre `with_pip`

Nouveau dans la version 3.6 : Ajout du paramètre `prompt`

Creators of third-party virtual environment tools will be free to use the provided *`EnvBuilder`* class as a base class.

Le **env-builder** retourné est un objet qui a une méthode, `create` :

create(*env_dir*)

Create a virtual environment by specifying the target directory (absolute or relative to the current directory) which is to contain the virtual environment. The `create` method will either create the environment in the specified directory, or raise an appropriate exception.

The `create` method of the *`EnvBuilder`* class illustrates the hooks available for subclass customization :

```
def create(self, env_dir):
    """
    Create a virtualized Python environment in a directory.
    env_dir is the target directory to create an environment in.
    """
    env_dir = os.path.abspath(env_dir)
    context = self.ensure_directories(env_dir)
    self.create_configuration(context)
    self.setup_python(context)
    self.setup_scripts(context)
    self.post_setup(context)
```

Chacune des méthodes *`ensure_directories()`*, *`create_configuration()`*, *`setup_python()`*, *`setup_scripts()`* et *`post_setup()`* peuvent être écrasés.

ensure_directories(*env_dir*)

Crée un dossier d'environnement et tous les dossiers nécessaires, et retourne un objet contexte. C'est juste un conteneur pour des attributs (comme des chemins), qui sera utilisé par d'autres méthodes. Ces dossiers peuvent déjà exister. tant que `clear` ou `upgrade` ont été spécifiés pour permettre de telles opérations dans un dossier d'environnement existant.

create_configuration(*context*)
Crée le fichier de configuration `pyenv.cfg` dans l'environnement.

setup_python(*context*)
Crée une copie ou un lien symbolique vers l'exécutable Python dans l'environnement. Sur les systèmes POSIX, si un exécutable spécifique `python3.x` a été utilisé, des liens symboliques vers `python` et `python3` seront créés pointant vers cet exécutable, sauf si des fichiers avec ces noms existent déjà.

setup_scripts(*context*)
Installe les scripts d'activation appropriés à la plateforme dans l'environnement virtuel.

post_setup(*context*)
Une méthode qui n'est la que pour se faire surcharger dans des implémentation externes pour pré installer des paquets dans l'environnement virtuel ou pour exécuter des étapes post-création.

Modifié dans la version 3.7.2 : Windows utilise maintenant des scripts de redirection pour `python[w].exe` au lieu de copier les fichiers binaires. En 3.7.2 seulement *setup_python()* ne fait rien sauf s'il s'exécute à partir d'un *build* dans l'arborescence source.

Modifié dans la version 3.7.3 : Windows copie les scripts de redirection dans le cadre de *setup_python()* au lieu de *setup_scripts()*. Ce n'était pas le cas en 3.7.2. Lorsque vous utilisez des liens symboliques, les exécutables originaux seront liés.

De plus, *EnvBuilder* propose cette méthode utilitaire qui peut être appelée de *setup_scripts()* ou *post_setup()* dans des sous classes pour assister dans l'installation de scripts customs dans l'environnement virtuel.

install_scripts(*context*, *path*)
path corresponds au chemin vers le dossier qui contiens les sous dossiers "**common**", "**posix**", "**nt**", chacun contenant des scripts destinés pour le dossier "**bin**" dans l'environnement. Le contenu du dossier "**common**" et le dossier correspondant à *os.name* sont copiés après quelque remplacement de texte temporaires :
— `__VENV_DIR__` est remplacé avec le chemin absolu du dossier de l'environnement.
— `__VENV_NAME__` est remplacé avec le nom de l'environnement (le dernier segment du chemin vers le dossier de l'environnement).
— `__VENV_PROMPT__` est remplacé par le prompt (nom de l'environnement entouré de parenthèses et avec un espace le suivant).
— `__VENV_BIN_NAME__` est remplacé par le nom du dossier **bin** (soit `bin` soit `Scripts`).
— `__VENV_PYTHON__` est remplacé avec le chemin absolu de l'exécutable de l'environnement.
Les dossiers peuvent exister (pour quand un environnement existant est mis à jour).

Il y a aussi une fonction pratique au niveau du module :

`venv.`**create**(*env_dir*, *system_site_packages=False*, *clear=False*, *symlinks=False*, *with_pip=False*, *prompt=None*)
Crée une *EnvBuilder* avec les arguments donnés, et appelle sa méthode *create()* avec l'argument *env_dir*.

Nouveau dans la version 3.3.

Modifié dans la version 3.4 : Ajout du paramètre `with_pip`

Modifié dans la version 3.6 : Ajout du paramètre `prompt`

29.3.3 Un exemple d'extension de `EnvBuilder`

Le script qui suis montre comment étendre *EnvBuilder* en implémentant une sous-classe qui installe **setuptools** et **pip** dans un environnement créé :

```
import os
import os.path
from subprocess import Popen, PIPE
import sys
from threading import Thread
from urllib.parse import urlparse
from urllib.request import urlretrieve
import venv
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
class ExtendedEnvBuilder(venv.EnvBuilder):
    """
    This builder installs setuptools and pip so that you can pip or
    easy_install other packages into the created virtual environment.

    :param nodist: If true, setuptools and pip are not installed into the
                   created virtual environment.
    :param nopip: If true, pip is not installed into the created
                  virtual environment.
    :param progress: If setuptools or pip are installed, the progress of the
                     installation can be monitored by passing a progress
                     callable. If specified, it is called with two
                     arguments: a string indicating some progress, and a
                     context indicating where the string is coming from.
                     The context argument can have one of three values:
                     'main', indicating that it is called from virtualize()
                     itself, and 'stdout' and 'stderr', which are obtained
                     by reading lines from the output streams of a subprocess
                     which is used to install the app.

                     If a callable is not specified, default progress
                     information is output to sys.stderr.
    """

    def __init__(self, *args, **kwargs):
        self.nodist = kwargs.pop('nodist', False)
        self.nopip = kwargs.pop('nopip', False)
        self.progress = kwargs.pop('progress', None)
        self.verbose = kwargs.pop('verbose', False)
        super().__init__(*args, **kwargs)

    def post_setup(self, context):
        """
        Set up any packages which need to be pre-installed into the
        virtual environment being created.

        :param context: The information for the virtual environment
                        creation request being processed.
        """
        os.environ['VIRTUAL_ENV'] = context.env_dir
        if not self.nodist:
            self.install_setuptools(context)
        # Can't install pip without setuptools
        if not self.nopip and not self.nodist:
            self.install_pip(context)

    def reader(self, stream, context):
        """
        Read lines from a subprocess' output stream and either pass to a progress
        callable (if specified) or write progress information to sys.stderr.
        """
        progress = self.progress
        while True:
            s = stream.readline()
            if not s:
                break
            if progress is not None:
                progress(s, context)
            else:
                if not self.verbose:
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
                    sys.stderr.write('.')
                else:
                    sys.stderr.write(s.decode('utf-8'))
                sys.stderr.flush()
        stream.close()

    def install_script(self, context, name, url):
        _, _, path, _, _, _ = urlparse(url)
        fn = os.path.split(path)[-1]
        binpath = context.bin_path
        distpath = os.path.join(binpath, fn)
        # Download script into the virtual environment's binaries folder
        urlretrieve(url, distpath)
        progress = self.progress
        if self.verbose:
            term = '\n'
        else:
            term = ''
        if progress is not None:
            progress('Installing %s ...%s' % (name, term), 'main')
        else:
            sys.stderr.write('Installing %s ...%s' % (name, term))
            sys.stderr.flush()
        # Install in the virtual environment
        args = [context.env_exe, fn]
        p = Popen(args, stdout=PIPE, stderr=PIPE, cwd=binpath)
        t1 = Thread(target=self.reader, args=(p.stdout, 'stdout'))
        t1.start()
        t2 = Thread(target=self.reader, args=(p.stderr, 'stderr'))
        t2.start()
        p.wait()
        t1.join()
        t2.join()
        if progress is not None:
            progress('done.', 'main')
        else:
            sys.stderr.write('done.\n')
        # Clean up - no longer needed
        os.unlink(distpath)

    def install_setuptools(self, context):
        """
        Install setuptools in the virtual environment.

        :param context: The information for the virtual environment
                        creation request being processed.
        """
        url = 'https://bitbucket.org/pypa/setuptools/downloads/ez_setup.py'
        self.install_script(context, 'setuptools', url)
        # clear up the setuptools archive which gets downloaded
        pred = lambda o: o.startswith('setuptools-') and o.endswith('.tar.gz')
        files = filter(pred, os.listdir(context.bin_path))
        for f in files:
            f = os.path.join(context.bin_path, f)
            os.unlink(f)

    def install_pip(self, context):
        """
        Install pip in the virtual environment.

        :param context: The information for the virtual environment
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
                        creation request being processed.
        """
        url = 'https://raw.github.com/pypa/pip/master/contrib/get-pip.py'
        self.install_script(context, 'pip', url)

def main(args=None):
    compatible = True
    if sys.version_info < (3, 3):
        compatible = False
    elif not hasattr(sys, 'base_prefix'):
        compatible = False
    if not compatible:
        raise ValueError('This script is only for use with '
                         'Python 3.3 or later')
    else:
        import argparse

        parser = argparse.ArgumentParser(prog=__name__,
                                         description='Creates virtual Python '
                                                     'environments in one or '
                                                     'more target '
                                                     'directories.')
        parser.add_argument('dirs', metavar='ENV_DIR', nargs='+',
                            help='A directory in which to create the
                                 'virtual environment.')
        parser.add_argument('--no-setuptools', default=False,
                            action='store_true', dest='nodist',
                            help="Don't install setuptools or pip in the "
                                 "virtual environment.")
        parser.add_argument('--no-pip', default=False,
                            action='store_true', dest='nopip',
                            help="Don't install pip in the virtual "
                                 "environment.")
        parser.add_argument('--system-site-packages', default=False,
                            action='store_true', dest='system_site',
                            help='Give the virtual environment access to the '
                                 'system site-packages dir.')
        if os.name == 'nt':
            use_symlinks = False
        else:
            use_symlinks = True
        parser.add_argument('--symlinks', default=use_symlinks,
                            action='store_true', dest='symlinks',
                            help='Try to use symlinks rather than copies, '
                                 'when symlinks are not the default for '
                                 'the platform.')
        parser.add_argument('--clear', default=False, action='store_true',
                            dest='clear', help='Delete the contents of the '
                                               'virtual environment '
                                               'directory if it already '
                                               'exists, before virtual '
                                               'environment creation.')
        parser.add_argument('--upgrade', default=False, action='store_true',
                            dest='upgrade', help='Upgrade the virtual '
                                                 'environment directory to '
                                                 'use this version of '
                                                 'Python, assuming Python '
                                                 'has been upgraded '
                                                 'in-place.')
        parser.add_argument('--verbose', default=False, action='store_true',
                            dest='verbose', help='Display the output '
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
                                            'from the scripts which '
                                            'install setuptools and pip.')
        options = parser.parse_args(args)
        if options.upgrade and options.clear:
            raise ValueError('you cannot supply --upgrade and --clear together.')
        builder = ExtendedEnvBuilder(system_site_packages=options.system_site,
                                     clear=options.clear,
                                     symlinks=options.symlinks,
                                     upgrade=options.upgrade,
                                     nodist=options.nodist,
                                     nopip=options.nopip,
                                     verbose=options.verbose)
        for d in options.dirs:
            builder.create(d)

if __name__ == '__main__':
    rc = 1
    try:
        main()
        rc = 0
    except Exception as e:
        print('Error: %s' % e, file=sys.stderr)
    sys.exit(rc)
```

Ce script est aussi disponible au téléchargement en ligne.

29.4 `zipapp` — Gestion des archives zip exécutables Python

Nouveau dans la version 3.5.

Code source : Lib/zipapp.py

Ce module fournit des outils pour gérer la création de fichiers zip contenant du code Python, qui peuvent être exécutés directement par l'interpréteur Python. Le module fournit à la fois une interface de ligne de commande *Interface en ligne de commande* et une interface *API Python*.

29.4.1 Exemple de base

L'exemple suivant montre comment l'interface de ligne de commande *Interface en ligne de commande* peut être utilisée pour créer une archive exécutable depuis un répertoire contenant du code Python. Lors de l'exécution, l'archive exécutera la fonction `main` du module `myapp` dans l'archive.

```
$ python -m zipapp myapp -m "myapp:main"
$ python myapp.pyz
<output from myapp>
```

29.4.2 Interface en ligne de commande

Lorsqu'il est appelé en tant que programme à partir de la ligne de commande, la syntaxe suivante est utilisée :

```
$ python -m zipapp source [options]
```

Si *source* est un répertoire, une archive est créée à partir du contenu de *source*. Si *source* est un fichier, ce doit être une archive et il est copié dans l'archive cible (ou le contenu de sa ligne *shebang* est affiché si l'option `--info` est indiquée).

Les options suivantes sont disponibles :

-o <output>, **--output**=<output>
: Écrit la sortie dans un fichier nommé *output*. Si cette option n'est pas spécifiée, le nom du fichier de sortie sera le même que celui de l'entrée *source*, avec l'extension `.pyz`. Si un nom de fichier explicite est donné, il est utilisé tel quel (une extension `.pyz` doit donc être incluse si nécessaire).

  Un nom de fichier de sortie doit être spécifié si la *source* est une archive (et, dans ce cas, la *sortie* ne doit pas être la même que la *source*).

-p <interpreter>, **--python**=<interpreter>
: Ajoute une ligne `#!` à l'archive en spécifiant *interpreter* comme commande à exécuter. Aussi, sur un système POSIX, cela rend l'archive exécutable. Le comportement par défaut est de ne pas écrire la ligne `#!` et de ne pas rendre le fichier exécutable.

-m <mainfn>, **--main**=<mainfn>
: Écrit un fichier `__main__.py` dans l'archive qui exécute *mainfn*. L'argument *mainfn* est de la forme « *pkg.mod :fn* », où « *pkg.mod* » est un paquet/module dans l'archive, et « *fn* » est un appelable dans le module donné. Le fichier `__main__.py` réalise cet appel.

  --main ne peut pas être spécifié lors de la copie d'une archive.

-c, --compress
: Compresse les fichiers avec la méthode *deflate*, réduisant ainsi la taille du fichier de sortie. Par défaut, les fichiers sont stockés non compressés dans l'archive.

  --compress n'a aucun effet lors de la copie d'une archive.

  Nouveau dans la version 3.7.

--info
: Affiche l'interpréteur intégré dans l'archive, à des fins de diagnostic. Dans ce cas, toutes les autres options sont ignorées et SOURCE doit être une archive et non un répertoire.

-h, --help
: Affiche un court message d'aide et quitte.

29.4.3 API Python

Ce module définit deux fonctions utilitaires :

zipapp.**create_archive**(*source*, *target=None*, *interpreter=None*, *main=None*, *filter=None*, *compressed=False*)
: Crée une archive d'application à partir de *source*. La source peut être de natures suivantes :
  — Le nom d'un répertoire, ou un *path-like object* se référant à un répertoire ; dans ce cas, une nouvelle archive d'application sera créée à partir du contenu de ce répertoire.
  — Le nom d'un fichier d'archive d'application existant, ou un *path-like object* se référant à un tel fichier ; dans ce cas, le fichier est copié sur la cible (en le modifiant pour refléter la valeur donnée à l'argument *interpreter*). Le nom du fichier doit inclure l'extension `.pyz`, si nécessaire.
  — Un objet fichier ouvert pour la lecture en mode binaire. Le contenu du fichier doit être une archive d'application et Python suppose que l'objet fichier est positionné au début de l'archive.

  L'argument *target* détermine où l'archive résultante sera écrite :
  — S'il s'agit d'un nom de fichier, ou d'un *path-like object*, l'archive sera écrite dans ce fichier.
  — S'il s'agit d'un objet fichier ouvert, l'archive sera écrite dans cet objet fichier, qui doit être ouvert pour l'écriture en mode octets.

— Si la cible est omise (ou `None`), la source doit être un répertoire et la cible sera un fichier portant le même nom que la source, avec une extension `.pyz` ajoutée.

L'argument *interpreter* spécifie le nom de l'interpréteur Python avec lequel l'archive sera exécutée. Il est écrit dans une ligne *shebang* au début de l'archive. Sur un système POSIX, cela est interprété par le système d'exploitation et, sur Windows, il sera géré par le lanceur Python. L'omission de l'*interpreter* n'entraîne pas l'écriture d'une ligne *shebang*. Si un interpréteur est spécifié et que la cible est un nom de fichier, le bit exécutable du fichier cible sera mis à 1.

L'argument *main* spécifie le nom d'un appelable, utilisé comme programme principal pour l'archive. Il ne peut être spécifié que si la source est un répertoire et si la source ne contient pas déjà un fichier `__main__.py`. L'argument *main* doit prendre la forme `pkg.module:callable` et l'archive sera exécutée en important `pkg.module` et en exécutant l'appelable donné sans argument. Omettre *main* est une erreur si la source est un répertoire et ne contient pas un fichier `__main__.py` car, dans ce cas, l'archive résultante ne serait pas exécutable.

L'argument optionnel *filter* spécifie une fonction de rappel à laquelle on passe un objet *Path* représentant le chemin du fichier à ajouter (par rapport au répertoire source). Elle doit renvoyer `True` si le fichier doit effectivement être ajouté.

L'argument optionnel *compressed* détermine si les fichiers doivent être compressés. S'il vaut `True`, les fichiers de l'archive sont compressés avec l'algorithme *deflate*; sinon, les fichiers sont stockés non compressés. Cet argument n'a aucun effet lors de la copie d'une archive existante.

Si un objet fichier est spécifié pour *source* ou *target*, il est de la responsabilité de l'appelant de le fermer après avoir appelé `create_archive`.

Lors de la copie d'une archive existante, les objets fichier fournis n'ont besoin que des méthodes `read` et `readline` ou `write`. Lors de la création d'une archive à partir d'un répertoire, si la cible est un objet fichier, elle sera passée à la classe `zipfile.ZipFile` et devra fournir les méthodes nécessaires à cette classe.

Nouveau dans la version 3.7 : Ajout des arguments *filter* et *compressed*.

`zipapp.`**`get_interpreter`**(*archive*)

Renvoie l'interpréteur spécifié dans la ligne `#!` au début de l'archive. S'il n'y a pas de ligne `#!`, renvoie *None*. L'argument *archive* peut être un nom de fichier ou un objet de type fichier ouvert à la lecture en mode binaire. Python suppose qu'il est au début de l'archive.

29.4.4 Exemples

Regroupe le contenu d'un répertoire dans une archive, puis l'exécute.

```
$ python -m zipapp myapp
$ python myapp.pyz
<output from myapp>
```

La même chose peut être faite en utilisant la fonction *create_archive()* :

```
>>> import zipapp
>>> zipapp.create_archive('myapp', 'myapp.pyz')
```

Pour rendre l'application directement exécutable sur un système POSIX, spécifiez un interpréteur à utiliser.

```
$ python -m zipapp myapp -p "/usr/bin/env python"
$ ./myapp.pyz
<output from myapp>
```

Pour remplacer la ligne *shebang* sur une archive existante, créez une archive modifiée en utilisant la fonction *create_archive()* :

```
>>> import zipapp
>>> zipapp.create_archive('old_archive.pyz', 'new_archive.pyz', '/usr/bin/python3')
```

Pour mettre à jour le fichier sans créer de copie locale, effectuez le remplacement en mémoire à l'aide d'un objet `BytesIO`, puis écrasez la source par la suite. Notez qu'il y a un risque lors de l'écrasement d'un fichier local qu'une

erreur entraîne la perte du fichier original. Ce code ne protège pas contre de telles erreurs, assurez-vous de prendre les mesures nécessaires en production. De plus, cette méthode ne fonctionnera que si l'archive tient en mémoire :

```
>>> import zipapp
>>> import io
>>> temp = io.BytesIO()
>>> zipapp.create_archive('myapp.pyz', temp, '/usr/bin/python2')
>>> with open('myapp.pyz', 'wb') as f:
>>>     f.write(temp.getvalue())
```

29.4.5 Spécification de l'interprète

Notez que si vous spécifiez un interpréteur et que vous distribuez ensuite votre archive d'application, vous devez vous assurer que l'interpréteur utilisé est portable. Le lanceur Python pour Windows gère la plupart des formes courantes de la ligne POSIX `#!`, mais il y a d'autres problèmes à considérer :

- Si vous utilisez `/usr/bin/env python` (ou d'autres formes de la commande *python*, comme `/usr/bin/python`), vous devez considérer que vos utilisateurs peuvent avoir Python 2 ou Python 3 par défaut, et écrire votre code pour fonctionner dans les deux versions.
- Si vous utilisez une version explicite, par exemple `/usr/bin/env python3` votre application ne fonctionnera pas pour les utilisateurs qui n'ont pas cette version. (C'est peut-être ce que vous voulez si vous n'avez pas rendu votre code compatible Python 2).
- Il n'y a aucun moyen de dire « python X.Y ou supérieur » donc faites attention si vous utilisez une version exacte comme `/usr/bin/env python3.4` car vous devrez changer votre ligne *shebang* pour les utilisateurs de Python 3.5, par exemple.

Normalement, vous devriez utiliser un `/usr/bin/env python2` ou `/usr/bin/env python3`, selon que votre code soit écrit pour Python 2 ou 3.

29.4.6 Création d'applications autonomes avec *zipapp*

En utilisant le module *zipapp*, il est possible de créer des programmes Python qui peuvent être distribués à des utilisateurs finaux dont le seul pré-requis est d'avoir la bonne version de Python installée sur leur ordinateur. Pour y arriver, la clé est de regrouper toutes les dépendances de l'application dans l'archive avec le code source de l'application.

Les étapes pour créer une archive autonome sont les suivantes :

1. Créez votre application dans un répertoire comme d'habitude, de manière à avoir un répertoire `myapp` contenant un fichier `__main__.py` et tout le code de l'application correspondante.
2. Installez toutes les dépendances de votre application dans le répertoire `myapp` en utilisant *pip* :

   ```
   $ python -m pip install -r requirements.txt --target myapp
   ```

   (ceci suppose que vous ayez vos dépendances de projet dans un fichier `requirements.txt` — sinon vous pouvez simplement lister les dépendances manuellement sur la ligne de commande *pip*).
3. Si nécessaire, supprimez les répertoires `.dist-info` créés par *pip* dans le répertoire `myapp`. Ceux-ci contiennent des métadonnées pour *pip* afin de gérer les paquets et, comme vous n'utiliserez plus *pip*, ils ne sont pas nécessaires (c'est sans conséquence si vous les laissez).
4. Regroupez le tout à l'aide de :

   ```
   $ python -m zipapp -p "interpreter" myapp
   ```

Cela produira un exécutable autonome qui peut être exécuté sur n'importe quelle machine avec l'interpréteur approprié disponible. Voir *Spécification de l'interprète* pour plus de détails. Il peut être envoyé aux utilisateurs sous la forme d'un seul fichier.

Sous Unix, le fichier `myapp.pyz` est exécutable tel quel. Vous pouvez renommer le fichier pour supprimer l'extension `.pyz` si vous préférez un nom de commande « simple ». Sous Windows, le fichier `myapp.pyz[w]` est exécutable en vertu du fait que l'interpréteur Python est associé aux extensions de fichier `.pyz` et `.pyzw` une fois installé.

Création d'un exécutable Windows

Sous Windows, l'association de Python à l'extension `.pyz` est facultative et, de plus, il y a certains mécanismes qui ne reconnaissent pas les extensions enregistrées de manière « transparente » (l'exemple le plus simple est que `subprocess.run(['myapp'])` ne trouvera pas votre application — vous devez explicitement spécifier l'extension).

Sous Windows, il est donc souvent préférable de créer un exécutable à partir du *zipapp*. C'est relativement facile bien que cela nécessite un compilateur C. L'astuce repose sur le fait que les fichiers zip peuvent avoir des données arbitraires au début et les fichiers *exe* de Windows peuvent avoir des données arbitraires à la fin. Ainsi, en créant un lanceur approprié et en rajoutant le fichier `.pyz` à sa fin, vous obtenez un fichier unique qui exécute votre application.

Un lanceur approprié peut être aussi simple que ce qui suit :

```
#define Py_LIMITED_API 1
#include "Python.h"

#define WIN32_LEAN_AND_MEAN
#include <windows.h>

#ifdef WINDOWS
int WINAPI wWinMain(
    HINSTANCE hInstance,      /* handle to current instance */
    HINSTANCE hPrevInstance,  /* handle to previous instance */
    LPWSTR lpCmdLine,         /* pointer to command line */
    int nCmdShow              /* show state of window */
)
#else
int wmain()
#endif
{
    wchar_t **myargv = _alloca((__argc + 1) * sizeof(wchar_t*));
    myargv[0] = __wargv[0];
    memcpy(myargv + 1, __wargv, __argc * sizeof(wchar_t *));
    return Py_Main(__argc+1, myargv);
}
```

Si vous définissez le symbole du préprocesseur `WINDOWS` cela va générer un exécutable IUG, et sans lui, un exécutable console.

Pour compiler l'exécutable, vous pouvez soit simplement utiliser les outils standards en ligne de commande *MSVC*, soit profiter du fait que *distutils* sait comment compiler les sources Python :

```
>>> from distutils.ccompiler import new_compiler
>>> import distutils.sysconfig
>>> import sys
>>> import os
>>> from pathlib import Path

>>> def compile(src):
>>>     src = Path(src)
>>>     cc = new_compiler()
>>>     exe = src.stem
>>>     cc.add_include_dir(distutils.sysconfig.get_python_inc())
>>>     cc.add_library_dir(os.path.join(sys.base_exec_prefix, 'libs'))
>>>     # First the CLI executable
>>>     objs = cc.compile([str(src)])
>>>     cc.link_executable(objs, exe)
>>>     # Now the GUI executable
>>>     cc.define_macro('WINDOWS')
>>>     objs = cc.compile([str(src)])
>>>     cc.link_executable(objs, exe + 'w')
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
>>> if __name__ == "__main__":
>>>     compile("zastub.c")
```

Le lanceur résultant utilise le « Limited ABI » donc il fonctionnera sans changement avec n'importe quelle version de Python 3.x. Tout ce dont il a besoin est que Python (`python3.dll`) soit sur le `PATH` de l'utilisateur.

Pour une distribution entièrement autonome vous pouvez distribuer le lanceur avec votre application en fin de fichier, empaqueté avec la distribution *embedded* Python. Ceci fonctionnera sur n'importe quel ordinateur avec l'architecture appropriée (32 bits ou 64 bits).

Mises en garde

Il y a certaines limites à l'empaquetage de votre application dans un seul fichier. Dans la plupart des cas, si ce n'est tous, elles peuvent être traitées sans qu'il soit nécessaire d'apporter de modifications majeures à votre application.

1. Si votre application dépend d'un paquet qui inclut une extension C, ce paquet ne peut pas être exécuté à partir d'un fichier zip (c'est une limitation du système d'exploitation, car le code exécutable doit être présent dans le système de fichiers pour que le lanceur de l'OS puisse le charger). Dans ce cas, vous pouvez exclure cette dépendance du fichier zip et, soit demander à vos utilisateurs de l'installer, soit la fournir avec votre fichier zip et ajouter du code à votre fichier `__main__.py` pour inclure le répertoire contenant le module décompressé dans `sys.path`. Dans ce cas, vous devrez vous assurer d'envoyer les binaires appropriés pour votre ou vos architecture(s) cible(s) (et éventuellement choisir la bonne version à ajouter à `sys.path` au moment de l'exécution, basée sur la machine de l'utilisateur).
2. Si vous livrez un exécutable Windows comme décrit ci-dessus, vous devez vous assurer que vos utilisateurs ont `python3.dll` sur leur PATH (ce qui n'est pas le comportement par défaut de l'installateur) ou vous devez inclure la distribution intégrée dans votre application.
3. Le lanceur suggéré ci-dessus utilise l'API d'intégration Python. Cela signifie que dans votre application `sys.executable` sera votre application et *pas* un interpréteur Python classique. Votre code et ses dépendances doivent être préparés à cette possibilité. Par exemple, si votre application utilise le module *`multiprocessing`*, elle devra appeler *`multiprocessing.set_executable()`* pour que le module sache où trouver l'interpréteur Python standard.

29.4.7 Le format d'archive d'application Zip Python

Python est capable d'exécuter des fichiers zip qui contiennent un fichier `__main__.py` depuis la version 2.6. Pour être exécutée par Python, une archive d'application doit simplement être un fichier zip standard contenant un fichier `__main__.py` qui sera exécuté comme point d'entrée de l'application. Comme d'habitude pour tout script Python, le parent du script (dans ce cas le fichier zip) sera placé sur *`sys.path`* et ainsi d'autres modules pourront être importés depuis le fichier zip.

Le format de fichier zip permet d'ajouter des données arbitraires à un fichier zip. Le format de l'application zip utilise cette possibilité pour préfixer une ligne *shebang* POSIX standard dans le fichier (`#!/path/to/interpreter`).

Formellement, le format d'application zip de Python est donc :

1. Une ligne *shebang* facultative, contenant les caractères `b'#!` suivis d'un nom d'interpréteur, puis un caractère fin de ligne (`b'\n'`). Le nom de l'interpréteur peut être n'importe quoi acceptable pour le traitement *shebang* de l'OS, ou le lanceur Python sous Windows. L'interpréteur doit être encodé en UTF-8 sous Windows, et en *`sys.getfilesystemencoding()`* sur POSIX.
2. Des données *zipfile* standards, telles que générées par le module *`zipfile`*. Le contenu du fichier zip *doit* inclure un fichier appelé `__main__.py` (qui doit se trouver à la racine du fichier zip — c'est-à-dire qu'il ne peut se trouver dans un sous-répertoire). Les données du fichier zip peuvent être compressées ou non.

Si une archive d'application a une ligne *shebang*, elle peut avoir le bit exécutable activé sur les systèmes POSIX, pour lui permettre d'être exécutée directement.

Vous pouvez créer des archives d'applications sans utiliser les outils de ce module — le module existe pour faciliter les choses, mais les archives, créées par n'importe quel moyen tout en respectant le format ci-dessus, sont valides pour Python.

CHAPITRE 30

Environnement d'exécution Python

Les modules décrits dans ce chapitre fournissent une large collection de services relatifs à l'interpréteur Python et son interaction avec son environnement. En voici un survol :

30.1 `sys` — Paramètres et fonctions propres à des systèmes

Ce module fournit un accès à certaines variables utilisées et maintenues par l'interpréteur, et à des fonctions interagissant fortement avec ce dernier. Ce module est toujours disponible.

`sys.`**`abiflags`**
Contient, sur les systèmes POSIX où Python a été compilé avec le script `configure`, les *ABI flags* tels que définis par la **PEP 3149**.

Nouveau dans la version 3.2.

`sys.`**`argv`**
La liste des arguments de la ligne de commande passés à un script Python. `argv[0]` est le nom du script (chemin complet, ou non, en fonction du système d'exploitation). Si la commande a été exécutée avec l'option `-c` de l'interpréteur, `argv[0]` vaut la chaîne `'-c'`. Si aucun nom de script n'a été donné à l'interpréteur Python, `argv[0]` sera une chaîne vide.

Pour boucler sur l'entrée standard, ou la liste des fichiers donnés sur la ligne de commande, utilisez le module *`fileinput`*.

Note : Sous Unix, les arguments de ligne de commande sont passés par des octets depuis le système d'exploitation. Python les décode en utilisant l'encodage du système de fichiers et le gestionnaire d'erreur *surrogateescape*. Quand vous avez besoin des octets originaux, vous pouvez les récupérer avec `[os.fsencode(arg) for arg in sys.argv]`.

`sys.`**`base_exec_prefix`**
Défini au démarrage de Python, avant que `site.py` ne soit évalué, à la même valeur que *`exec_prefix`*. Hors d'un *environnement virtuel*, les valeurs restent les mêmes ; si `site.py` détecte qu'un environnement virtuel est utilisé, les valeurs de *`prefix`* et *`exec_prefix`* sont modifiées pour pointer vers l'environnement virtuel, alors que *`base_prefix`* et *`base_exec_prefix`* pointent toujours à la racine de l'installation de Python (celui utilisé pour créer l'environnement virtuel).

Nouveau dans la version 3.3.

sys.**base_prefix**
Défini au démarrage de Python, avant que site.py ne soit évalué, à la même valeur que *prefix*. Hors d'un *environnement virtuel*, les valeurs restent les mêmes ; si site.py détecte qu'un environnement virtuel est utilisé, les valeurs de *prefix* et *exec_prefix* sont modifiées pour pointer vers l'environnement virtuel, alors que *base_prefix* et *base_exec_prefix* pointent toujours à la racine de l'installation de Python (celui utilisé pour créer l'environnement virtuel).

Nouveau dans la version 3.3.

sys.**byteorder**
Un indicateur de l'ordre natif des octets. Vaudra 'big' sur les plateformes gros-boutistes (octet le plus significatif en premier), et 'little' sur les plateformes petit-boutiste (octet le moins significatif en premier).

sys.**builtin_module_names**
Un *tuple* de chaînes de caractères donnant les noms de tous les modules compilés dans l'interpréteur Python. (Cette information n'est pas disponible autrement --- `modules.keys() liste seulement les modules importés.)

sys.**call_tracing**(*func*, *args*)
Appelle func(*args), avec le traçage activé. L'état du traçage est sauvegardé et restauré après l'appel. Ceci est destiné à être appelé depuis un débogueur à partir d'un point de contrôle, pour déboguer récursivement un autre code.

sys.**copyright**
Une chaîne contenant le copyright relatif à l'interpréteur Python.

sys.**_clear_type_cache**()
Vide le cache interne de types. Le cache de types est utilisé pour accélérer les recherches d'attributs et de méthodes. N'utilisez cette fonction *que* pour libérer des références inutiles durant le débogage de fuite de référence.

Cette fonction ne devrait être utilisée que pour un usage interne et spécialisé.

sys.**_current_frames**()
Renvoie un dictionnaire faisant correspondre chaque identifiant de fil d'exécution à la *stack frame* actuellement active pour ces fils d'exécution au moment où la fonction est appelée. Notez que les fonctions du module *traceback* peuvent construire une *call stack* à partir d'une telle *frame*.

N'ayant pas besoin de la coopération des fils d'exécution bloqués, cette fonction est très utile pour déboguer un *deadlock*. Aussi, les *call stack* de ces fils d'exécution ne changeront pas tant qu'ils seront bloqués. La *frame* renvoyée pour un fil d'exécution non bloqué peut ne plus être liée à l'activité courante du fil d'exécution au moment où le code appelant examine la *frame*.

Cette fonction ne devrait être utilisée que pour un usage interne et spécialisé.

sys.**breakpointhook**()
Cette fonction auto-déclenchée (*hook function* en anglais) est appelée par la fonction native *breakpoint()*. Par défaut, elle vous place dans le débogueur *pdb*, mais elle peut être dirigée vers n'importe quelle autre fonction pour que vous puissiez choisir le débogueur utilisé.

La signature de cette fonction dépend de ce qu'elle appelle. Par exemple, l'appel par défaut (e.g. pdb.set_trace()) n'attend pas d'argument, mais vous pourriez la lier à une fonction qui attend des arguments supplémentaires (positionnels et/ou mots-clés). La fonction native *breakpoint()* passe ses *args et **kws directement au travers. Tout ce que renvoie breakpointhooks() est renvoyé par breakpoint().

L'implémentation par défaut consulte d'abord la variable d'environnement PYTHONBREAKPOINT. Si elle vaut "0" alors cette fonction s'achève immédiatement (elle ne fait donc rien). Si la variable d'environnement n'est pas définie, ou s'il s'agit d'une chaîne vide, pdb.set_trace() est appelée. Sinon cette variable doit nommer une fonction à appeler, en utilisant la syntaxe d'importation de Python, par exemple package.subpackage.module.function. Dans ce cas, package.subpackage.module sera importé et le module devra contenir une fonction appelable function(). Celle-ci est lancée en lui passant *args et *kws et, quoique renvoie function(), sys.breakpointhook() retourne à la fonction native *breakpoint()*.

Notez que si un problème apparaît au moment de l'importation de la fonction nommée dans PYTHONBREAKPOINT, une alerte *RuntimeWarning* est indiquée et le point d'arrêt est ignoré.

Notez également que si sys.breakpointhook() est surchargé de manière programmatique, PYTHONBREAKPOINT *n'est pas* consulté.

Nouveau dans la version 3.7.

sys.**_debugmallocstats**()
Affiche des informations bas-niveau sur la sortie d'erreur à propos de l'état de l'allocateur de mémoire de CPython.

Si Python est configuré avec l'option *--with-pydebug*, il effectuera aussi quelques coûteuses vérifications de cohérence interne.

Nouveau dans la version 3.3.

CPython implementation detail : Cette fonction est spécifique à CPython. Le format de sa sortie n'est pas définit ici et pourrait changer.

sys.**dllhandle**
Nombre entier spécifiant le descripteur de la DLL Python.

Disponibilité : Windows.

sys.**displayhook**(*value*)
Si *value* n'est pas `None`, cette fonction écrit `repr(value)` sur `sys.stdout`, et sauvegarde *value* dans `builtins._`. Si `repr(value)` ne peut pas être encodé avec `sys.stdout.encoding` en utilisant le gestionnaire d'erreur `sys.stdout.errors` (qui est probablement `'strict'`), elle sera encodée avec `sys.stdout.encoding` en utilisant le gestionnaire d'erreur `'backslashreplace'`.

`sys.displayhook` est appelé avec le résultat de l'évaluation d'une *expression* entrée dans une session Python interactive. L'affichage de ces valeurs peut être personnalisé en assignant une autre fonction d'un argument à `sys.displayhook`.

Pseudo-code :

```
def displayhook(value):
    if value is None:
        return
    # Set '_' to None to avoid recursion
    builtins._ = None
    text = repr(value)
    try:
        sys.stdout.write(text)
    except UnicodeEncodeError:
        bytes = text.encode(sys.stdout.encoding, 'backslashreplace')
        if hasattr(sys.stdout, 'buffer'):
            sys.stdout.buffer.write(bytes)
        else:
            text = bytes.decode(sys.stdout.encoding, 'strict')
            sys.stdout.write(text)
    sys.stdout.write("\n")
    builtins._ = value
```

Modifié dans la version 3.2 : Utiliser le gestionnaire d'erreur `'backslashreplace'` en cas d'*`UnicodeEncodeError`*.

sys.**dont_write_bytecode**
Si vrai, Python n'essaiera pas d'écrire de fichiers `.pyc` à l'importation de modules source. Cette valeur est initialement définie à `True` ou `False` en fonction de l'option de la ligne de commande `-B` et de la variable d'environnement `PYTHONDONTWRITEBYTECODE`, mais vous pouvez aussi la modifier vous-même pour contrôler la génération des fichiers de *bytecode*.

sys.**excepthook**(*type*, *value*, *traceback*)
Cette fonction affiche la *traceback* et l'exception donnée sur `sys.stderr`.

Lorsqu'une exception est levée et n'est pas attrapée, l'interpréteur appelle `sys.excepthook` avec trois arguments, la classe de l'exception, l'instance de l'exception, et un objet *traceback*. Dans une session interactive, cela se produit juste avant que le que l'invite soit rendue. Dans un programme Python, cela se produit juste avant que le programme quitte. La gestion de ces exceptions peut être personnalisé en affectant une autre fonction de trois arguments à `sys.excepthook`.

sys.**__breakpointhook__**
sys.**__displayhook__**

sys.**__excepthook__**
Ces objets contiennent les valeurs originales de `breakpointhook`, `displayhook` et `excepthook` au début du programme. Ils sont sauvegardés de façon à ce que `breakpointhook`, `displayhook` et `excepthook` puissent être restaurés au cas où ils seraient remplacés par des objets cassés ou alternatifs.

Nouveau dans la version 3.7 : __breakpointhook__

sys.**exc_info**()
Cette fonction renvoie un *tuple* de trois valeurs qui donnent des informations sur l'exception actuellement traitée. L'information renvoyée est spécifique à la fois au fil d'exécution courant et à la *stack frame* courante. Si la *stack frame* actuelle ne traite pas d'exception, l'information est extraite de la *stack frame* parente, puis celle appelante, et ainsi de suite jusqu'à trouver une *stack frame* traitant une exception. Ici, "traiter une exception" signifie "exécute une clause *except*". Pour chaque *stack frame*, seule l'information à propos d'une exception actuellement traitée est accessible.

Si aucune exception n'est actuellement traitée de toute la pile, un *tuple* contenant trois `None` sera renvoyé. Autrement, les valeurs renvoyées sont `(type, value, traceback)`. Respectivement *type* reçoit le type de l'exception traitée (une classe fille de *`BaseException`*), *value* reçoit l'instance de l'exception (une instance du type de l'exception), et *traceback* reçoit un objet *traceback* (voir le Manuel de Référence) qui encapsule la pile d'appels au point où l'exception s'est produite à l'origine.

sys.**exec_prefix**
Une chaîne donnant le préfixe de dossier spécifique au site où les fichiers dépendant de la plateforme sont installés. Par défaut, c'est `'/usr/local'`. C'est configurable à la compilation avec l'option `--exec-prefix` du script **`configure`**. Tous les fichiers de configurations (tel que `pyconfig.h`) sont installés dans le dossier *`exec_prefix`*`/lib/python`*`X.Y`*`/config`, et les modules sous forme de bibliothèques partagées sont installés dans *`exec_prefix`*`/lib/python`*`X.Y`*`/lib-dynload`, où *X.Y* est le numéro de version de Python, par exemple `3.2`.

Note : Si un *environment virtuel* est actif, cette valeur sera modifiée par `site.py` pour pointer vers l'environnement virtuel. La valeur d'origine sera toujours disponible via *`base_exec_prefix`*.

---

sys.**executable**
Une chaîne donnant le chemin absolu vers l'interpréteur Python, un fichier binaire exécutable, sur les système sur lesquels ça à du sens. Si Python n'est pas capable de récupérer le chemin réel de son exécutable, *`sys.executable`* sera une chaîne vide ou `None`.

sys.**exit**([*arg*])
Quitte Python. C'est implémente en levant l'exception *`SystemExit`*, afin que toutes les actions de nettoyage spécifiées par des clauses *finally* des instructions `try` soient correctement exécutées. Il est aussi possible d'intercepter la tentative de sortie à un niveau au dessus.

L'argument optionnel *arg* peut être un nombre entier donnant l'état de sortie (zéro par défaut), ou un autre type d'objet. Pour les *shells* (et autres), si c'est un entier, zéro signifie "terminé avec succès", et toutes les autres valeurs signifient "terminé anormalement". La plupart des systèmes imposent qu'il se situe dans la plage 0--127, et leur comportement n'est pas défini pour les autres cas. Certains systèmes peu communs ont pour convention d'assigner un sens particulier à des valeur spécifiques. Les programmes Unix utilisent généralement 2 pour les erreurs de syntaxe dans les arguments de la ligne de commande, et 1 pour toutes les autres erreurs. Si un autre type est passé, `None` est équivalent à zéro, et tout autre objet est écrit sur *`stderr`* et donne un code de sortie 1. Typiquement, `sys.exit("some error message")` est un moyen rapide de quitter un programme en cas d'erreur.

Puisque la fonction *`exit()`* ne fait "que" lever une exception, elle ne fera quitter le processus que si elle est appelée depuis le fil d'exécution principal, et que l'exception n'est pas interceptée.

Modifié dans la version 3.6 : Si une erreur survient lors du nettoyage après que l'interpréteur Python ai intercepté un *`SystemExit`* (typiquement une erreur en vidant les tampons des sorties standard), le code de sortie est changé à 120.

sys.**flags**
The *named tuple* *flags* exposes the status of command line flags. The attributes are read only.

attribut	option
debug	-d
inspect	-i
interactive	-i
isolated	-I
optimize	-O or -OO
dont_write_bytecode	-B
no_user_site	-s
no_site	-S
ignore_environment	-E
verbose	-v
bytes_warning	-b
quiet	-q
hash_randomization	-R
dev_mode	-X dev
utf8_mode	-X utf8
int_max_str_digits	-X int_max_str_digits (*integer string conversion length limitation*)

Modifié dans la version 3.2 : Ajout de l'attribut `quiet` pour la nouvelle option `-q`.

Nouveau dans la version 3.2.3 : L'attribut `hash_randomization`.

Modifié dans la version 3.3 : Suppression de l'attribut obsolète `division_warning`.

Modifié dans la version 3.4 : Ajout de l'attribut `isolated` pour l'option `-I isolated`.

Modifié dans la version 3.7 : Ajout de l'attribut `dev_mode` pour la nouvelle option `-X dev` et l'attribut `utf8_mode` pour la nouvelle option `-X utf8`.

Modifié dans la version 3.7.14 : Added the `int_max_str_digits` attribute.

`sys.`**`float_info`**

A *named tuple* holding information about the float type. It contains low level information about the precision and internal representation. The values correspond to the various floating-point constants defined in the standard header file `float.h` for the 'C' programming language ; see section 5.2.4.2.2 of the 1999 ISO/IEC C standard [C99], 'Characteristics of floating types', for details.

attribut	macro *float.h*	explication
epsilon	DBL_EPSILON	difference between 1.0 and the least value greater than 1.0 that is representable as a float
dig	DBL_DIG	nombre maximum de décimales pouvant être représentées fidèlement dans un *float* (voir ci-dessous)
mant_dig	DBL_MANT_DIG	précision : nombre de *base*-`radix` chiffres dans la mantisse du *float*
max	DBL_MAX	maximum representable positive finite float
max_exp	DBL_MAX_EXP	maximum integer *e* such that `radix**(e-1)` is a representable finite float
max_10_exp	DBL_MAX_10_EXP	maximum integer *e* such that `10**e` is in the range of representable finite floats
min	DBL_MIN	minimum representable positive *normalized* float
min_exp	DBL_MIN_EXP	minimum integer *e* such that `radix**(e-1)` is a normalized float
min_10_exp	DBL_MIN_10_EXP	minimum integer *e* such that `10**e` is a normalized float
radix	FLT_RADIX	base de la représentation de l'exposant
rounds	FLT_ROUNDS	constante, nombre entier représentant le mode d'arrondi utilisé pour les opérations arithmétiques. Elle reflète la valeur de la macro système FLT_ROUNDS au moment du démarrage de l'interpréteur. Voir section 5.2.4.4.2.2 de la norme C99 pour une explication des valeurs possibles et de leurs significations.

L'attribut `sys.float_info.dig` nécessite plus d'explications : Si `s` est une chaîne représentant un nombre

décimal avec au plus `sys.float_info.dig` chiffres significatifs, alors, convertir `s` en un nombre à virgule flottante puis à nouveau en chaîne redonnera la même valeur :

```
>>> import sys
>>> sys.float_info.dig
15
>>> s = '3.14159265358979'    # decimal string with 15 significant digits
>>> format(float(s), '.15g')  # convert to float and back -> same value
'3.14159265358979'
```

Cependant, pour les chaînes avec plus de `sys.float_info.dig` chiffres significatifs, ce n'est pas toujours vrai :

```
>>> s = '9876543211234567'    # 16 significant digits is too many!
>>> format(float(s), '.16g')  # conversion changes value
'9876543211234568'
```

`sys.`**`float_repr_style`**

Une chaîne indiquant comment la fonction *repr()* se comporte avec les nombres à virgule flottante. Si la chaîne a la valeur `'short'`, alors pour un *float* fini `x`, `repr(x)` essaye de donner une courte chaîne tel que `float(repr(x)) == x`. C'est le comportement typique à partir de Python 3.1. Autrement, `float_repr_style` a la valeur `'legacy'` et `repr(x)` se comporte comme les versions antérieures à 3.1.

Nouveau dans la version 3.1.

`sys.`**`getallocatedblocks`**`()`

Renvoie le nombre de blocs mémoire actuellement alloués par l'interpréteur, peu importe leur taille. Cette fonction est principalement utile pour pister les fuites de mémoire. À cause des caches internes de l'interpréteur, le résultat peut varier d'un appel à l'autre. Appeler *_clear_type_cache()* et *gc.collect()* peut permettre d'obtenir des résultats plus prévisibles.

Si Python n'arrive pas a calculer raisonnablement cette information, *getallocatedblocks()* est autorisé à renvoyer 0 à la place.

Nouveau dans la version 3.4.

`sys.`**`getandroidapilevel`**`()`

Renvoie la version de l'API Android utilisée pour compiler sous forme d'un entier.

Disponibilité : Android.

Nouveau dans la version 3.7.

`sys.`**`getcheckinterval`**`()`

Renvoie le *check interval* de l'interpréteur, voir *setcheckinterval()*.

Obsolète depuis la version 3.2 : Utilisez plutôt *getswitchinterval()*.

`sys.`**`getdefaultencoding`**`()`

Renvoie le nom du codage par défaut actuellement utilisé par l'implémentation *Unicode* pour coder les chaînes.

`sys.`**`getdlopenflags`**`()`

Renvoie la valeur actuelle des drapeaux utilisés par les appels de `dlopen()`. Les noms symboliques valeurs peuvent être trouvées dans le module *os*. (Ce sont les constantes `RTLD_xxx` e.g. *os.RTLD_LAZY*).

Disponibilité : Unix.

`sys.`**`getfilesystemencoding`**`()`

Donne le nom de l'encodage utilisé pour les conversions entre les noms de fichiers Unicode et les noms de fichiers en octets. Pour une compatibilité optimale, les noms de fichiers devraient toujours être représentés sous forme de chaînes de caractères, cependant les représenter sous forme d'objet *bytes* est aussi accepté. Les fonctions acceptant ou renvoyant des noms de fichiers devraient supporter les deux (*str* ou *bytes*), et convertir en interne dans la représentation du système.

Cet encodage est toujours compatible avec ASCII.

Les fonctions *os.fsencode()* et *os.fsdecode()* devraient être utilisées pour s'assurer qu'un encodage et un gestionnaire d'erreurs correct sont utilisés.

— Dans le mode UTF-8, l'encodage est `'utf-8'` sur toutes les plate-formes.

— Sur Mac OS X, l'encodage est `'utf-8'`.
— Sur Unix, l'encodage est celui des paramètres régionaux.
— Sur Windows, l'encodage peut être `'utf-8'` ou `'mbcs'`, en fonction des paramètres de l'utilisateur.

Modifié dans la version 3.2 : *getfilesystemencoding()* ne peut plus renvoyer `None`.

Modifié dans la version 3.6 : Sur Windows, on est plus assurés d'obtenir `'mbcs'`. Voir la **PEP 529** et *_enablelegacywindowsfsencoding()* pour plus d'informations.

Modifié dans la version 3.7 : Renvoie *"utf-8"* en mode UTF-8.

sys.**getfilesystemencodeerrors**()
Donne le nom du mode de gestion d'erreur utilisé lors de la conversion des noms de fichiers entre Unicode et octets. Le nom de l'encodage est renvoyé par *getfilesystemencoding()*.

Les fonctions *os.fsencode()* et *os.fsdecode()* devraient être utilisées pour s'assurer qu'un encodage et un gestionnaire d'erreurs correct sont utilisés.

Nouveau dans la version 3.6.

sys.**get_int_max_str_digits**()
Returns the current value for the *integer string conversion length limitation*. See also *set_int_max_str_digits()*.

Nouveau dans la version 3.7.14.

sys.**getrefcount**(*object*)
Donne le nombre de référence de l'objet *object*. Le nombre renvoyé est généralement d'une référence de plus qu'attendu, puisqu'il compte la référence (temporaire) de l'argument à *getrefcount()*.

sys.**getrecursionlimit**()
Donne la limite actuelle de la limite de récursion, la profondeur maximum de la pile de l'interpréteur. Cette limite empêche Python de planter lors d'une récursion infinie à cause d'un débordement de la pile. Elle peut être modifiée par *setrecursionlimit()*.

sys.**getsizeof**(*object*[, *default*])
Donne la taille d'un objet en octets. L'objet peut être de n'importe quel type. Le résultat sera correct pour tous les objets natifs, mais le résultat peut ne pas être toujours vrai pour les extensions, la valeur étant dépendante de l'implémentation.

Seule la mémoire directement attribuée à l'objet est prise en compte, pas la mémoire consommée par les objets vers lesquels il a des références.

S'il est fourni, *default* sera renvoyé si l'objet ne fournit aucun moyen de récupérer sa taille. Sinon, une exception *TypeError* sera levée.

getsizeof() appelle la méthode `__sizeof__` de l'objet, et s'il est géré par lui, ajoute le surcoût du ramasse-miettes.

Voir la recursive sizeof recipe pour un exemple d'utilisation récursive de *getsizeof()* pour trouver la taille d'un contenant et de son contenu.

sys.**getswitchinterval**()
Renvoie la valeur du *thread switch interval* de l'interpréteur, voir *setswitchinterval()*.

Nouveau dans la version 3.2.

sys.**_getframe**([*depth*])
Renvoie une *frame* de la pile d'appels. Si le nombre entier optionnel *depth* est donné, la *frame* donnée sera de *depth* appels depuis le haut de la pile. Si c'est plus profond que la hauteur de la pile, une exception *ValueError* est levée. La profondeur par défaut est zéro, donnant ainsi la *frame* du dessus de la pile.

CPython implementation detail : Cette fonction ne devrait être utilisée que pour une utilisation interne et spécifique. Il n'est pas garanti qu'elle existe dans toutes les implémentations de Python.

sys.**getprofile**()
Renvoie la fonction de profilage tel que défini par *setprofile()*.

sys.**gettrace**()
Renvoie la fonction de traçage tel que définie par *settrace()*.

CPython implementation detail : La fonction *gettrace()* ne sert que pour implémenter des débogueurs, des *profilers*, outils d'analyse de couverture, etc…. Son comportement dépend de l'implémentation et non du langage, elle n'est donc pas forcément disponible dans toutes les implémentations de Python.

sys.**getwindowsversion**()
Renvoie un tuple nommé décrivant la version de Windows en cours d'exécution. Les attributs nommés sont *major*, *minor*, *build*, *platform*, *service_pack*, *service_pack_minor*, *service_pack_major*, *suite_mask*, *product_type* et *platform_version*. *service_pack* contient une string, *platform_version* un *tuple* de trois valeurs, et tous les autres sont des nombres entiers. Ces attributs sont également accessibles par leur nom, donc `sys.getwindowsversion()[0]` est équivalent à `sys.getwindowsversion().major`. Pour des raisons de compatibilité avec les versions antérieures, seuls les 5 premiers éléments sont accessibles par leur indice.

platform sera `2 (VER_PLATFORM_WIN32_NT)`.

product_type peut être une des valeurs suivantes :

Constante	Signification
`1 (VER_NT_WORKSTATION)`	Le système une station de travail.
`2 (VER_NT_DOMAIN_CONTROLLER)`	Le système est un contrôleur de domaine.
`3 (VER_NT_SERVER)`	Le système est un serveur, mais pas un contrôleur de domaine.

Cette fonction enveloppe la fonction Win32 `GetVersionEx()`. Voir la documentation de Microsoft sur `OSVERSIONINFOEX()` pour plus d'informations sur ces champs.

platform_version donne précisément la version majeure, mineure, et numéro de compilation du système d'exploitation sous-jacent, plutôt que la version émulée pour ce processus. Il est destiné à être utilisé pour de la journalisation plutôt que pour la détection de fonctionnalités.

Disponibilité : Windows.

Modifié dans la version 3.2 : Changé en un *tuple* nommé, et ajout de *service_pack_minor*, *service_pack_major*, *suite_mask*, et *product_type*.

Modifié dans la version 3.6 : Ajout de *platform_version*

sys.**get_asyncgen_hooks**()
Renvoie un objet *asyncgen_hooks*, qui est semblable à un *namedtuple* de la forme *(firstiter, finalizer)*, où *firstiter* et *finalizer* sont soit `None` ou des fonctions qui prennent un *asynchronous generator iterator* comme argument, et sont utilisées pour planifier la finalisation d'un générateur asynchrone par un *event loop*.

Nouveau dans la version 3.6 : Voir la **PEP 525** pour plus d'informations.

Note : Cette fonction à été ajoutée à titre provisoire (voir la **PEP 411** pour plus d'informations.)

---

sys.**get_coroutine_origin_tracking_depth**()
Récupère le nombre de cadres d'exécution conservés par les coroutines pour le suivi de leur création, telle que défini par *set_coroutine_origin_tracking_depth()*.

Nouveau dans la version 3.7.

Note : Cette fonction à été ajoutée à titre provisoire (Voir la **PEP 411** pour plus d'informations.) Utilisez la uniquement à des fins de débogage.

---

sys.**get_coroutine_wrapper**()
Renvoie `None`, ou un *wrapper* donné via *set_coroutine_wrapper()*.

Nouveau dans la version 3.5 : Voir la **PEP 492** pour plus d'informations.

Note : Cette fonction à été ajoutée à titre provisoire (Voir la **PEP 411** pour plus d'informations.) Utilisez la uniquement à des fins de débogage.

Obsolète depuis la version 3.7 : La fonctionnalité *wrapper* de coroutine est obsolète et sera supprimée dans 3.8. Voir bpo-32591 pour plus de détails.

sys.**hash_info**
A *named tuple* giving parameters of the numeric hash implementation. For more details about hashing of numeric types, see *Hachage des types numériques*.

attribut	explication
`width`	Nombre de bits des valeurs de *hash*
`modulus`	contient le premier P utilisé dans le modulo pour les *hash* numériques
`inf`	valeur du *hash* pour un infini positif
`nan`	valeur du *hash* pour un *nan*
`imag`	multiplicateur utilisé pour la partie imaginaire d'un nombre complexe
`algorithm`	nom de l'algorithme pour le hachage des *str*, *bytes*, et *memoryview*
`hash_bits`	taille de la sortie interne de l'algorithme de hachage
`seed_bits`	taille de la *seed key* utilisée par l'algorithme de hachage

Nouveau dans la version 3.2.

Modifié dans la version 3.4 : Ajout de *algorithm*, *hash_bits* et *seed_bits*

`sys.`**`hexversion`**

Le numéro de version codé sous forme d'un seul nombre entier. Ce numéro augmente avec chaque version, y compris pour les versions hors production. Par exemple, pour vérifier que l'interpréteur Python est au moins la version 1.5, utilisez :

```
if sys.hexversion >= 0x010502F0:
    # use some advanced feature
    ...
else:
    # use an alternative implementation or warn the user
    ...
```

This is called `hexversion` since it only really looks meaningful when viewed as the result of passing it to the built-in *`hex()`* function. The *named tuple* *`sys.version_info`* may be used for a more human-friendly encoding of the same information.

Consultez apiabiversion pour plus d'informations sur `hexversion`.

`sys.`**`implementation`**

Un objet contenant des informations sur l'implémentation de la version actuelle de l'interpréteur Python. Les attributs suivants existent obligatoirement sur toutes les implémentations Python.

name est l'identifiant de l'implémentation, e.g. `'cpython'`. Cette chaîne est définie par l'implémentation de Python, mais sera toujours en minuscule.

version est un *named tuple*, du même format que *`sys.version_info`*. Il représente la version de l'**implementation** de Python. C'est une information différente de la version du **langage** auquel l'interpréteur actuel se conforme (donnée par `sys.version_info`). Par exemple, pour PyPy 1.8 `sys.implementation.version` peut valoir `sys.version_info(1, 8, 0, 'final', 0)`, alors que `sys.version_info` peut valoir `sys.version_info(2, 7, 2, 'final', 0)`. Pour CPython ces deux valeurs sont identiques puisque c'est l'implémentation de référence.

hexversion est la version de l'implémentation sous forme hexadécimale, comme *`sys.hexversion`*.

cache_tag est la balise utilisée par le mécanisme d'importation dans les noms de fichiers des modules mis en cache. Par convention, il devrait se composer du nom et de la version de l'implémentation, comme `` `cpython-33'`. Cependant, une implémentation Python peut utiliser une autre valeur si nécessaire. ``cache_tag à `None` signifie que la mise en cache des modules doit être désactivée.

`sys.implementation` peut contenir d'autres attributs spécifiques à l'implémentation de Python. Ces attributs spécifiques doivent commencer par un *underscore*, et ne sont pas documentés ici. Indépendamment de son contenu, *`sys.implementation`* ne change jamais durant l'exécution de l'interpréteur, ni entre les versions d'une même implémentation. (Il peut cependant changer entre les versions du langage Python.) Voir la **PEP 421** pour plus d'informations.

Nouveau dans la version 3.3.

Note : The addition of new required attributes must go through the normal PEP process. See **PEP 421** for more information.

---

sys.**int_info**
A *named tuple* that holds information about Python's internal representation of integers. The attributes are read only.

Attribut	Explication
bits_per_digit	nombre de bits utilisés pour chaque chiffre. Les entiers Python sont stockés en interne en base 2**int_info.bits_per_digit
sizeof_digit	taille en octets du type C utilisé pour représenter un chiffre
default_max_str_digits	default value for *sys.get_int_max_str_digits()* when it is not otherwise explicitly configured.
str_digits_check_threshold	minimum non-zero value for *sys.set_int_max_str_digits()*, PYTHONINTMAXSTRDIGITS, or -X int_max_str_digits.

Nouveau dans la version 3.1.

Modifié dans la version 3.7.14 : Added default_max_str_digits and str_digits_check_threshold.

sys.**__interactivehook__**
Lorsque cet attribut existe, sa valeur est automatiquement appelée (sans argument) par l'interpréteur lors de son démarrage en mode interactif. L'appel se fait après que le fichier PYTHONSTARTUP soit lu, afin que vous puissiez y configurer votre fonction. *Configuré* par le module *site*.

Nouveau dans la version 3.4.

sys.**intern**(*string*)
Ajoute *string* dans le tableau des chaînes "internées" et renvoie la chaîne internée -- qui peut être *string* elle-même ou une copie. Interner une chaîne de caractères permet de gagner un peu de performance lors de l'accès aux dictionnaires -- si les clés du dictionnaire et la clé recherchée sont internées, les comparaisons de clés (après le hachage) pourront se faire en comparant les pointeurs plutôt que caractère par caractère. Normalement, les noms utilisés dans les programmes Python sont automatiquement internés, et les dictionnaires utilisés pour stocker les attributs de modules, de classes, ou d'instances ont aussi leurs clés internées.

Les chaînes internées ne sont pas immortelles ; vous devez garder une référence à la valeur renvoyée par *intern()* pour en bénéficier.

sys.**is_finalizing**()
Donne *True* si l'interpréteur Python est *en train de s'arrêter*, et *False* dans le cas contraire.

Nouveau dans la version 3.5.

sys.**last_type**
sys.**last_value**
sys.**last_traceback**
Ces trois variables ne sont pas toujours définies. Elles sont définies lorsqu'une exception n'est pas gérée et que l'interpréteur affiche un message d'erreur et une *stacktrace*. Elles sont là pour permettre à un utilisateur, en mode interactif, d'importer un module de débogage et de faire son débogage post-mortem sans avoir à ré-exécuter la commande qui a causé l'erreur. (L'utilisation typique pour entrer dans le débogueur post-mortem est import pdb; pdb.pm(), voir *pdb* pour plus d'informations.).

La signification de ces variables est la même que celle des valeurs renvoyées par *exc_info()* ci-dessus.

sys.**maxsize**
Un entier donnant à la valeur maximale qu'une variable de type Py_ssize_t peut prendre. C'est typiquement 2**31 - 1 sur une plateforme 32 bits et 2**63 - 1` sur une plateforme 64 bits.

sys.**maxunicode**
Un entier donnant la valeur du plus grand point de code Unicode, c'est-à-dire 1114111 (`0x10FFFF en hexadécimal).

Modifié dans la version 3.3 : Avant la **PEP 393**, sys.maxunicode valait soit 0xFFFF soit 0x10FFFF, en fonction l'option de configuration qui spécifiait si les caractères Unicode étaient stockés en UCS-2 ou UCS-4.

sys.**meta_path**
Une liste d'objets *meta path finder* qui ont leur méthode `find_spec()` appelée pour voir si un des objets peut trouver le module à importer. La méthode `find_spec()` est appelée avec au moins le nom absolu du module importé. Si le module à importer est contenu dans un paquet, l'attribut `__path__` du paquet parent est donné en deuxième argument. La méthode renvoie un *module spec*, ou `None` si le module ne peut être trouvé.

Voir aussi :

importlib.abc.MetaPathFinder La classe de base abstraite définissant l'interface des objets *finder* de `meta_path`.

importlib.machinery.ModuleSpec La classe concrète dont `find_spec()` devrait renvoyer des instances.

Modifié dans la version 3.4 : Les *Module specs* ont été introduits en Python 3.4, par la **PEP 451**. Les versions antérieures de Python cherchaient une méthode appelée `find_module()`. Celle-ci est toujours appelée en dernier recours, dans le cas où une `meta_path` n'a pas de méthode `find_spec()`.

sys.**modules**
Un dictionnaire faisant correspondre des noms de modules à des modules déjà chargés. Il peut être manipulé, entre autre, pour forcer un module à être rechargé. Cependant, le remplacer ne fonctionnera pas forcément comme prévu et en supprimer des éléments essentiels peut planter Python.

sys.**path**
Une liste de chaînes de caractères spécifiant les chemins de recherche des modules, initialisée à partir de la variable d'environnement `PYTHONPATH` et d'une valeur par défaut dépendante de l'installation.

Puisqu'il est initialisé au démarrage du programme, le premier élément de cette liste, `path[0]`, est le dossier contenant le script qui a été utilisé pour invoquer l'interpréteur Python. Si le dossier du script n'est pas disponible (typiquement, si l'interpréteur est invoqué interactivement ou si le script est lu à partir d'une entrée standard), `path[0]` sera une chaîne vide, qui indiquera à Python de chercher des modules dans le dossier actuel. Notez que le dossier du script est inséré *avant* les dossiers de `PYTHONPATH`.

Un programme est libre de modifier cette liste pour ses propres besoins. Seuls des *str* ou des *bytes* ne devraient être ajoutés à `sys.path`, tous les autres types de données étant ignorés durant l'importation.

Voir aussi :

Le module `site` décrit comment utiliser les fichiers *.pth* pour étendre `sys.path`.

sys.**path_hooks**
Une liste d'appelables d'un argument, *path*, pour essayer de créer un *finder* pour ce chemin. Si un *finder* peut être créé, il doit être renvoyé par l'appelable, sinon une `ImportError` doit être levée.

Précisé à l'origine dans la **PEP 302**.

sys.**path_importer_cache**
Un dictionnaire faisant office de cache pour les objets *finder*. Les clés sont les chemins qui ont été passés à `sys.path_hooks` et les valeurs sont les *finders* trouvés. Si un chemin est valide selon le système de fichiers mais qu'aucun *finder* n'est trouvé dans `sys.path_hooks`, `None` est stocké.

Précisé à l'origine dans la **PEP 302**.

Modifié dans la version 3.3 : `None` est stocké à la place de `imp.NullImporter` si aucun localisateur n'est trouvé.

sys.**platform**
Cette chaîne contient un identificateur de plateforme qui peut être typiquement utilisé pour ajouter des composants spécifiques à `sys.path`.

Pour les systèmes Unix, sauf sur Linux, c'est le nom de l'OS en minuscules comme renvoyé par `uname -s` suivi de la première partie de la version comme renvoyée par `uname -r`, e.g. `'sunos5'` ou `'freebsd8'`, *au moment où Python a été compilé*. A moins que vous ne souhaitiez tester pour une version spécifique du système, vous pouvez faire comme suit :

```
if sys.platform.startswith('freebsd'):
    # FreeBSD-specific code here...
elif sys.platform.startswith('linux'):
    # Linux-specific code here...
```

Pour les autres systèmes, les valeurs sont :

Le système une station de travail.	Valeur pour `plateforme`
Linux	`'linux'`
Windows	`'win32'`
Windows/Cygwin	`'cygwin'`
Mac OS X	`'darwin'`

Modifié dans la version 3.3 : Sur Linux, *sys.platform* ne contient plus la version majeure, c'est toujours `'linux'`, au lieu de `'linux2'` ou `'linux3'`. Comme les anciennes versions de Python incluent le numéro de version, il est recommandé de toujours utiliser `startswith`, tel qu'utilisé ci-dessus.

Voir aussi :

os.name a une granularité plus grossière. *os.uname()* donne des informations sur la version dépendantes du système.

Le module *platform* fournit des vérifications détaillées pour l'identité du système.

sys.**prefix**

Une chaîne donnant le préfixe de répertoire spécifique au site dans lequel les fichiers Python indépendants de la plate-forme sont installés. Par défaut, c'est `'/usr/local'`. Ceci peut être défini à la compilation en passant l'argument `--prefix` au script **configure**. La collection principale des modules de la bibliothèque Python est installée dans le dossier *prefix*`/lib/python`*X.Y* et les entêtes indépendantes de la plateforme (toutes sauf `pyconfig.h`) sont stockées dans *prefix*`/include/python`*X.Y*, où *X.Y* est le numéro de version de Python, par exemple `3.2`.

Note : Si a *environnement virtuel* est activé, cette valeur sera changée par `site py` pour pointer vers l'environnement virtuel. La valeur donnée au moment de la compilation de Python sera toujours disponible, dans *base_prefix*.

---

sys.**ps1**

sys.**ps2**

Chaînes spécifiant l'invite primaire et secondaire de l'interpréteur. Celles-ci ne sont définies que si l'interpréteur est en mode interactif. Dans ce cas, leurs valeurs initiales sont `'>>>'` et `'...'`. Si un objet qui n'est pas une chaîne est assigné à l'une ou l'autre variable, sa méthode *str()* sera appelée à chaque fois que l'interpréteur se prépare à lire une nouvelle commande interactive, c'est donc utilisable pour implémenter une invite dynamique.

sys.**setcheckinterval**(*interval*)

Défini l'"intervalle de vérification" de l'interpréteur. Ce nombre entier détermine la fréquence à laquelle l'interpréteur effectue des tâches périodiques tels que la commutation de fil d'exécution et la gestion de signaux. La valeur par défaut est `100`, ce qui signifie que le contrôle est effectué toutes les 100 instructions virtuelles Python. L'augmenter peut améliorer les performances des programmes utilisant des fils d'exécution. Le paramétrer à une valeur inférieure ou égale à zéro permet d'effectuer ces tâches à chaque instruction virtuelle, maximisant ainsi la réactivité mais aussi son surcoût.

Obsolète depuis la version 3.2 : Cette fonction n'a plus aucun effet : La logique interne de commutation de fils d'exécution et de gestion des tâches asynchrones ayant été réécrite. Utilisez *setswitchinterval()* à la place.

sys.**setdlopenflags**(*n*)

Définit les options utilisées par l'interpréteur lors des appels à `dlopen()`, typiquement utilisé par l'interpréteur pour charger des modules d'extension. Permet entre autre de résoudre tardivement les symboles lors des importations de modules (si appelé `sys.setdlopenflags(0)`). Pour partager les symboles entre modules, appelez `sys.setdlopenflags(os.RTLD_GLOBAL)`. Les noms pour les valeurs de ces options peuvent être trouvés dans le module *os* (ce sont les constantes `RTLD_xxx`, comme *os.RTLD_LAZY*).

Disponibilité : Unix.

sys.**set_int_max_str_digits**(*n*)

Set the *integer string conversion length limitation* used by this interpreter. See also *get_int_max_str_digits()*.

Nouveau dans la version 3.7.14.

sys.**setprofile**(*profilefunc*)

Définit la fonction de profilage du système, qui vous permet d'implémenter un profileur de code source Python en Python. Voir le chapitre *The Python Profilers* pour plus d'informations sur le profileur Python. La fonction de profilage du système est appelée de la même façon que la fonction trace du système (voir *settrace()*), mais elle est appelée pour des évènements différents, par exemple elle n'est pas appelée à chaque ligne de code exécutée (seulement sur appel et retours, mais l'événement pour les retours est appelé même en cas d'exception). Cette fonction est locale au fil d'exécution, et il n'existe aucun moyen, du point de vue du profileur, de prendre conscience des changements de contextes entre fils d'exécution, ça n'a donc aucun sens d'utiliser cette fonction dans un contexte *multithread*. Sa valeur de retour n'est pas utilisée, elle peut simplement renvoyer `None`.

Les fonctions de traçage doivent avoir trois arguments : *frame*, *event*, et *arg*. *frame* est la *stack frame* actuelle. *event* est une chaîne de caractères pouvant valoir : `'call'`, `'return'`, `'c_call'`, `'c_return'` ou `'c_exception'`. *arg* dépend du type de l'évènement.

Les événements ont la signification suivante :

'call' Une fonction est appelée (ou Python entre dans un autre bloc de code). La fonction de traçage est appelée, *arg* est `None`.

'return' La fonction (ou un autre type de bloc) est sur le point de se terminer. La fonction de traçage est appelée, *arg* est la valeur qui sera renvoyée, ou `None` si l'événement est causé par la levée d'une exception.

'c_call' Une fonction C est sur le point d'être appelée. C'est soit une fonction d'extension ou une fonction native. *arg* représente la fonction C.

'c_return' Une fonction C a renvoyé une valeur. *arg* représente la fonction C.

'c_exception' Une fonction C a levé une exception. *arg* représente la fonction C.

sys.**setrecursionlimit**(*limit*)

Définit la profondeur maximale de la pile de l'interpréteur Python à *limit*. Cette limite empêche une récursion infinie de provoquer un débordement de la pile C et ainsi un crash de Python.

La limite haute dépend de la plate-forme. Un utilisateur pourrait avoir besoin de remonter la limite, lorsque son programme nécessite une récursion profonde, si sa plate-forme le permet. Cela doit être fait avec précaution, car une limite trop élevée peut conduire à un crash.

Si la nouvelle limite est plus basse que la profondeur actuelle, une *RecursionError* est levée.

Modifié dans la version 3.5.1 : Une *RecursionError* est maintenant levée si la nouvelle limite est plus basse que la profondeur de récursion actuelle.

sys.**setswitchinterval**(*interval*)

Configure l'intervalle de bascule des fils d'exécution de l'interpréteur (en secondes). Ce nombre à virgule flottante détermine la durée idéale allouée aux fils d'exécution en cour d'exécution (durée appelée *timeslices*). Notez que la durée observée peut être plus grande, typiquement si des fonctions ou méthodes prenant beaucoup de temps sont utilisées. Aussi, le choix du fil d'exécution prenant la main à la fin de l'intervalle revient au système d'exploitation. L'interpréteur n'a pas son propre ordonnanceur.

Nouveau dans la version 3.2.

sys.**settrace**(*tracefunc*)

Définit la fonction de traçage du système, qui vous permet d'implémenter un débogueur de code source Python en Python. Cette fonction est locale au fil d'exécution courant. Pour qu'un débogueur puisse gérer plusieurs fils d'exécution, il doit enregistrer sa fonction en appelant *settrace()* pour chaque fil d'exécution qu'il souhaite surveiller ou utilisez *threading.settrace()*.

Les fonctions de traçage doivent avoir trois arguments : *frame*, *event*, et *arg*. *frame* est la *stack frame* actuelle. *event* est une chaîne de caractères pouvant valoir : `'call'`, `'line'`, `'return'`, `'exception'` ou `'opcode'`. *arg* dépend du type de l'évènement.

The trace function is invoked (with *event* set to `'call'`) whenever a new local scope is entered; it should return a reference to a local trace function to be used for the new scope, or `None` if the scope shouldn't be traced.

La fonction de traçage doit renvoyer une référence à elle-même (ou à une autre fonction de traçage pour un traçage ultérieur dans cette portée), ou `None` pour désactiver le traçage dans cette portée.

Si une erreur se produit dans la fonction de trace, elle sera désactivée, tout comme si `settrace(None)` avait été appelée.

Les événements ont la signification suivante :

'call' Une fonction est appelée (un un bloc de code). La fonction de traçage globale est appelée, *arg* est `None`, la valeur renvoyée donne la fonction de traçage locale.

'line' L'interpréteur est sur le point d'exécuter une nouvelle ligne de code ou de ré-exécuter la condition d'une boucle. La fonction de traçage locale est appelée, *arg* vaut `None`, et la valeur de retour donne la nouvelle fonction de traçage locale. Voir `Objects/lnotab_notes.txt` pour une explication détaillée de ce mécanisme. Les évènements par ligne peuvent être désactivés pour un cadre d'exécution en mettant `f_trace_lines` à *`False`* pour ce cadre d'exécution.

'return' La fonction (ou un autre type de bloc) est sur le point de se terminer. La fonction de traçage locale est appelée, *arg* est la valeur qui sera renvoyée, ou `None` si l'événement est causé par la levée d'une exception. La valeur renvoyée par la fonction de traçage est ignorée.

'exception' Une exception est survenue. La fonction de traçage locale est appelée, *arg* est le *tuple* `(exception, valeur, traceback)`, la valeur renvoyée spécifie la nouvelle fonction de traçage locale.

'opcode' L'interpréteur va exécuter un nouvel *opcode* (voyez *`dis`* pour plus de détails). La fonction de traçage locale est appelée ; *arg* vaut `None` ; la valeur retournée donne la nouvelle fonction de traçage locale. Le traçage ne se fait pas *opcode* par *opcode* par défaut : cela doit être explicitement requis en mettant `f_trace_opcodes` à *`True`* pour cette *frame*.

Remarquez que, comme une exception se propage au travers de toute chaîne d'appelants, un événement `'exception'` est généré à chaque niveau.

For more fine-grained usage, it's possible to set a trace function by assigning `frame.f_trace = tracefunc` explicitly, rather than relying on it being set indirectly via the return value from an already installed trace function. This is also required for activating the trace function on the current frame, which *`settrace()`* doesn't do. Note that in order for this to work, a global tracing function must have been installed with *`settrace()`* in order to enable the runtime tracing machinery, but it doesn't need to be the same tracing function (e.g. it could be a low overhead tracing function that simply returns `None` to disable itself immediately on each frame).

Pour plus d'informations sur les objets code et objets représentant une *frame* de la pile, consultez types.

CPython implementation detail : La fonction *`settrace()`* est destinée uniquement à l'implémentation de débogueurs, de profileurs, d'outils d'analyse de couverture et d'autres outils similaires. Son comportement fait partie de l'implémentation, plutôt que de la définition du langage, et peut donc ne pas être disponible dans toutes les implémentations de Python.

Modifié dans la version 3.7 : Ajout du type d'événement `'opcode'` ; les attributs `f_trace_lines` et `f_trace_opcodes` ont été ajoutés aux cadres d'exécution

`sys.`**`set_asyncgen_hooks`**(*firstiter*, *finalizer*)

Accepte deux arguments optionnels nommés, qui sont appelables qui acceptent un *asynchronous generator iterator* comme argument. L'appelable *firsttiter* sera appelé lorsqu'un générateur asynchrone sera itéré pour la première fois, et l'appelable *finalizer* sera appelé lorsqu'un générateur asynchrone est sur le point d'être détruit.

Nouveau dans la version 3.6 : Voir la **PEP 525** pour plus de détails. Pour un exemple de *finalizer*, voir l'implémentation de `asyncio.Loop.shutdown_asyncgens` dans Lib/asyncio/base_events.py

---

Note : Cette fonction à été ajoutée à titre provisoire (voir la **PEP 411** pour plus d'informations.)

`sys.`**`set_coroutine_origin_tracking_depth`**(*depth*)

Permet d'activer ou de désactiver le suivi d'origine de la coroutine. Lorsque cette option est activée, l'attribut `cr_origin` sur les objets de la coroutine contient un tuple (nom de fichier, numéro de ligne, nom de fonction) de tuples gardant la trace d'appels de l'endroit où l'objet coroutine a été créé, avec l'appel le plus récent en premier. Lorsqu'il est désactivé, la valeur de `cr_origin` est `None`.

Pour l'activer, passez une valeur *depth* supérieure à zéro ; cela définit le nombre de cadres d'exécution dont les informations sont capturées. Pour le désactiver, mettez *depth* à zéro.

Ce paramètre est spécifique au fil d'exécution courant.

Nouveau dans la version 3.7.

Note : Cette fonction à été ajoutée à titre provisoire (Voir la **PEP 411** pour plus d'informations.) Utilisez la uniquement à des fins de débogage.

---

sys.**set_coroutine_wrapper**(*wrapper*)

Permet d'intercepter la création de *coroutine* (uniquement celles créés via `async def`, les générateurs décorés par *types.coroutine()* ou *asyncio.coroutine()* ne seront pas interceptés).

L'argument *wrapper* doit être soit :

— un appelable qui accepte un argument (une coroutine) ;

— `None`, pour réinitialiser le *wrapper*.

S'il est appelé deux fois, le nouveau *wrapper* remplace le précédent.

L'appelable *wrapper* ne peut pas définir de nouvelles coroutines, ni directement, ni indirectement :

```
def wrapper(coro):
    async def wrap(coro):
        return await coro
    return wrap(coro)
sys.set_coroutine_wrapper(wrapper)

async def foo():
    pass

# The following line will fail with a RuntimeError, because
# ``wrapper`` creates a ``wrap(coro)`` coroutine:
foo()
```

Voir aussi *get_coroutine_wrapper()*.

Nouveau dans la version 3.5 : Voir la **PEP 492** pour plus d'informations.

Note : Cette fonction à été ajoutée à titre provisoire (Voir la **PEP 411** pour plus d'informations.) Utilisez la uniquement à des fins de débogage.

Obsolète depuis la version 3.7 : La fonctionnalité *wrapper* de coroutine est obsolète et sera supprimée dans 3.8. Voir bpo-32591 pour plus de détails.

sys.**_enablelegacywindowsfsencoding**()

Change l'encodage et le mode de gestion d'erreur par défaut du système de fichiers à *mbcs* et *replace* respectivement, par cohérence avec les versions de Python antérieures à la 3.6.

Équivaut à définir la variable d'environnement `PYTHONLEGACYWINDOWSFSENCODING` avant de lancer Python.

Disponibilité : Windows.

Nouveau dans la version 3.6 : Voir la **PEP 529** pour plus d'informations.

sys.**stdin**
sys.**stdout**
sys.**stderr**

objets fichiers utilisés par l'interpréteur pour l'entrée standard, la sortie standard et la sortie d'erreurs :

— `stdin` est utilisé pour toutes les entrées interactives (y compris les appels à *input()*)

— `stdout` est utilisé pour la sortie de *print()*, des *expression* et pour les invites de *input()* ;

— Les invites de l'interpréteur et ses messages d'erreur sont écrits sur `stderr`.

Ces flux sont de classiques *fichiers texte* comme ceux renvoyés par la fonction *open()*. Leurs paramètres sont choisis comme suit :

— L'encodage des caractères dépend de la plateforme. Les plateformes non Windows utilisent l'encodage défini dans les paramètres régionaux (voir *locale.getpreferredencoding()*).

On Windows, UTF-8 is used for the console device. Non-character devices such as disk files and pipes use the system locale encoding (i.e. the ANSI codepage). Non-console character devices such as NUL (i.e. where `isatty()` returns `True`) use the value of the console input and output codepages at startup, respectively for stdin and stdout/stderr. This defaults to the system locale encoding if the process is not initially attached to a console.

Le comportement spécial de la console peut être redéfini en assignant la variable d'environnement *PYTHONLEGACYWINDOWSSTDIO* avant de démarrer Python. Dans ce cas, les pages de code de la console sont utilisées comme pour tout autre périphérique de caractères.

Sous toutes les plateformes, vous pouvez redéfinir le codage de caractères en assignant la variable d'environnement `PYTHONIOENCODING` avant de démarrer Python ou en utilisant la nouvelle option de ligne de

commande `-X utf8` et la variable d'environnement `PYTHONUTF8`. Toutefois, pour la console Windows, cela s'applique uniquement lorsque `PYTHONLEGACYWINDOWSSTDIO` est également défini.

— En mode interactif, les entrées et sorties standards passent par un tampon d'une ligne. Autrement, elles passent par blocs dans un tampon, comme les fichiers textes classiques. Vous pouvez remplacer cette valeur avec l'option `-u` en ligne de commande.

Note : Pour écrire ou lire des données binaires depuis ou vers les flux standards, utilisez l'objet sous-jacent *buffer*. Par exemple, pour écrire des octets sur *stdout*, utilisez `sys.stdout.buffer.write(b'abc')`.

Cependant, si vous écrivez une bibliothèque (ou ne contrôlez pas dans quel contexte son code sera exécuté), sachez que les flux standards peuvent être remplacés par des objets de type fichier tel un *io.StringIO* qui n'ont pas l'attribut `buffer`.

`sys.`**`__stdin__`**
`sys.`**`__stdout__`**
`sys.`**`__stderr__`**

Ces objets contiennent les valeurs d'origine de `stdin`, `stderr` et `stdout` tel que présentes au début du programme. Ils sont utilisés pendant la finalisation, et peuvent être utiles pour écrire dans le vrai flux standard, peu importe si l'objet `sys.std*` a été redirigé.

Ils peuvent également être utilisés pour restaurer les entrées / sorties d'origine, au cas où ils auraient été écrasés par des objets cassé, cependant la bonne façon de faire serait de sauvegarder explicitement les flux avant de les remplacer et ainsi pouvoir les restaurer.

Note : Dans certaines cas, `stdin`, `stdout` et `stderr` ainsi que les valeurs initiales `__stdin__`, `__stdout__` et `__stderr__` peuvent être `None`. C'est typiquement le cas pour les applications graphiques sur Windows qui ne sont pas connectées à une console, ou les applications Python démarrées avec **`pythonw`**.

`sys.`**`thread_info`**

A *named tuple* holding information about the thread implementation.

Attribut	Explication
`name`	Nom de l'implémentation des fils d'exécution : — `'nt'` : Fils d'exécution Windows — `'pthread'` : Fils d'exécution POSIX — `'solaris'` : Fils d'exécution Solaris
`lock`	Nom de l'implémentation du système de verrou : — `'semaphore'` : Verrou utilisant une sémaphore — `'mutex+cond'` : Un verrou utilisant un *mutex* et une *condition variable* — `None` si cette information n'est pas connue
version	Nom et version de l'implémentation des fils d'exécution, c'est une chaîne, ou `None` si ces informations sont inconnues.

Nouveau dans la version 3.3.

`sys.`**`tracebacklimit`**

Lorsque cette variable contient un nombre entier, elle détermine la profondeur maximum de la pile d'appels affichée lorsqu'une exception non gérée se produit. La valeur par défaut est `1000`, lorsque cette valeur est égale ou inférieure à `0`, la pile d'appels n'est pas affichée, seul seuls le type et la valeur de l'exception sont le sont.

`sys.`**`version`**

Une chaîne contenant le numéro de version de l'interpréteur Python, ainsi que d'autres informations comme le numéro de compilation et le compilateur utilisé. Cette chaîne est affichée lorsque l'interpréteur est démarré en mode interactif. N'essayez pas d'en extraire des informations de version, utilisez plutôt *version_info* et les fonctions fournies par le module *platform*.

`sys.`**`api_version`**

La version de l'API C pour cet interpréteur. Les développeurs peuvent trouver cette information utile en déboguant des conflits de versions entre Python et des modules d'extension.

sys.**version_info**
Un *tuple* contenant les cinq composants du numéro de version : *major*, *minor*, *micro*, *releaselevel* et *serial*. Toutes les valeurs sauf *releaselevel* sont des nombres entiers. *releaselevel* peut valoir `'alpha'`, `'beta'`, `'candidate'`, ou `'final'`. La valeur de `version_info` pour Python 2.0 est `(2, 0, 0, 'final', 0)`. Ces attributs sont aussi accessibles par leur nom, ainsi `sys.version_info[0]` est équivalent à `sys.version_info.major`, et ainsi de suite.

Modifié dans la version 3.1 : Ajout des attributs nommés.

sys.**warnoptions**
C'est une spécificité de l'implémentation de la gestion des avertissements. Ne modifiez pas cette valeur. Reportez-vous au module *warnings* pour plus d'informations sur le gestionnaire d'avertissements.

sys.**winver**
Le numéro de version utilisé pour construire les clefs de registre sous Windows. Elle est stockée en tant que *string resource* 1000 dans la DLL Python. Cette valeur équivaut typiquement aux trois premiers caractères de *version*. Elle est fournie par le module *sys* à titre d'information, et la modifier n'a aucun effet sur les clés de registre utilisées par Python.

Disponibilité : Windows.

sys.**_xoptions**
Un dictionnaire des différentes options spécifiques à l'implémentation passés en ligne de commande via l'option `-X`. Aux noms des options correspondent soit leur valeur, si elle est donnée explicitement, soit à *True*. Exemple :

```
$ ./python -Xa=b -Xc
Python 3.2a3+ (py3k, Oct 16 2010, 20:14:50)
[GCC 4.4.3] on linux2
Type "help", "copyright", "credits" or "license" for more information.
>>> import sys
>>> sys._xoptions
{'a': 'b', 'c': True}
```

CPython implementation detail : C'est un moyen spécifique à CPython pour accéder aux options passées via l'option `-X`. D'autres implémentations pourraient les exposer par d'autres moyens, ou pas du tout.

Nouveau dans la version 3.2.

Citations

30.2 `sysconfig` --- Provide access to Python's configuration information

Nouveau dans la version 3.2.

Source code : Lib/sysconfig.py

The *sysconfig* module provides access to Python's configuration information like the list of installation paths and the configuration variables relevant for the current platform.

30.2.1 Configuration variables

A Python distribution contains a `Makefile` and a `pyconfig.h` header file that are necessary to build both the Python binary itself and third-party C extensions compiled using *distutils*.

sysconfig puts all variables found in these files in a dictionary that can be accessed using *get_config_vars()* or *get_config_var()*.

Notice that on Windows, it's a much smaller set.

`sysconfig.`**`get_config_vars`**`(`**args*`)`
With no arguments, return a dictionary of all configuration variables relevant for the current platform.
With arguments, return a list of values that result from looking up each argument in the configuration variable dictionary.
For each argument, if the value is not found, return `None`.

`sysconfig.`**`get_config_var`**`(`*name*`)`
Return the value of a single variable *name*. Equivalent to `get_config_vars().get(name)`.
If *name* is not found, return `None`.

Example of usage :

```
>>> import sysconfig
>>> sysconfig.get_config_var('Py_ENABLE_SHARED')
0
>>> sysconfig.get_config_var('LIBDIR')
'/usr/local/lib'
>>> sysconfig.get_config_vars('AR', 'CXX')
['ar', 'g++']
```

30.2.2 Installation paths

Python uses an installation scheme that differs depending on the platform and on the installation options. These schemes are stored in *sysconfig* under unique identifiers based on the value returned by *os.name*.

Every new component that is installed using *distutils* or a Distutils-based system will follow the same scheme to copy its file in the right places.

Python currently supports seven schemes :
- *posix_prefix* : scheme for POSIX platforms like Linux or Mac OS X. This is the default scheme used when Python or a component is installed.
- *posix_home* : scheme for POSIX platforms used when a *home* option is used upon installation. This scheme is used when a component is installed through Distutils with a specific home prefix.
- *posix_user* : scheme for POSIX platforms used when a component is installed through Distutils and the *user* option is used. This scheme defines paths located under the user home directory.
- *nt* : scheme for NT platforms like Windows.
- *nt_user* : scheme for NT platforms, when the *user* option is used.

Each scheme is itself composed of a series of paths and each path has a unique identifier. Python currently uses eight paths :
- *stdlib* : directory containing the standard Python library files that are not platform-specific.
- *platstdlib* : directory containing the standard Python library files that are platform-specific.
- *platlib* : directory for site-specific, platform-specific files.
- *purelib* : directory for site-specific, non-platform-specific files.
- *include* : directory for non-platform-specific header files.
- *platinclude* : directory for platform-specific header files.
- *scripts* : directory for script files.
- *data* : directory for data files.

sysconfig provides some functions to determine these paths.

`sysconfig.`**`get_scheme_names`**`()`
Return a tuple containing all schemes currently supported in *sysconfig*.

sysconfig.**get_path_names**()
Return a tuple containing all path names currently supported in *sysconfig*.

sysconfig.**get_path**(*name*[, *scheme*[, *vars*[, *expand*]]])
Return an installation path corresponding to the path *name*, from the install scheme named *scheme*.
name has to be a value from the list returned by *get_path_names()*.
sysconfig stores installation paths corresponding to each path name, for each platform, with variables to be expanded. For instance the *stdlib* path for the *nt* scheme is : `{base}/Lib`.
get_path() will use the variables returned by *get_config_vars()* to expand the path. All variables have default values for each platform so one may call this function and get the default value.
If *scheme* is provided, it must be a value from the list returned by *get_scheme_names()*. Otherwise, the default scheme for the current platform is used.
If *vars* is provided, it must be a dictionary of variables that will update the dictionary return by *get_config_vars()*.
If *expand* is set to `False`, the path will not be expanded using the variables.
If *name* is not found, return `None`.

sysconfig.**get_paths**([*scheme*[, *vars*[, *expand*]]])
Return a dictionary containing all installation paths corresponding to an installation scheme. See *get_path()* for more information.
If *scheme* is not provided, will use the default scheme for the current platform.
If *vars* is provided, it must be a dictionary of variables that will update the dictionary used to expand the paths.
If *expand* is set to false, the paths will not be expanded.
If *scheme* is not an existing scheme, *get_paths()* will raise a *KeyError*.

30.2.3 Autres fonctions

sysconfig.**get_python_version**()
Return the `MAJOR.MINOR` Python version number as a string. Similar to `'%d.%d' % sys.version_info[:2]`.

sysconfig.**get_platform**()
Return a string that identifies the current platform.
This is used mainly to distinguish platform-specific build directories and platform-specific built distributions. Typically includes the OS name and version and the architecture (as supplied by 'os.uname()'), although the exact information included depends on the OS ; e.g., on Linux, the kernel version isn't particularly important.
Exemples de valeurs renvoyées :
— linux-i586
— linux-alpha (?)
— solaris-2.6-sun4u
Windows will return one of :
— win-amd64 (64bit Windows on AMD64, aka x86_64, Intel64, and EM64T)
— win32 (all others - specifically, sys.platform is returned)
Mac OS X can return :
— macosx-10.6-ppc
— macosx-10.4-ppc64
— macosx-10.3-i386
— macosx-10.4-fat
For other non-POSIX platforms, currently just returns *sys.platform*.

sysconfig.**is_python_build**()
Return `True` if the running Python interpreter was built from source and is being run from its built location, and not from a location resulting from e.g. running `make install` or installing via a binary installer.

sysconfig.**parse_config_h**(*fp*[, *vars*])
Parse a `config.h`-style file.
fp is a file-like object pointing to the `config.h`-like file.
A dictionary containing name/value pairs is returned. If an optional dictionary is passed in as the second argument, it is used instead of a new dictionary, and updated with the values read in the file.

sysconfig.**get_config_h_filename**()
Return the path of pyconfig.h.

sysconfig.**get_makefile_filename**()
Return the path of Makefile.

30.2.4 Using sysconfig as a script

You can use *sysconfig* as a script with Python's *-m* option :

```
$ python -m sysconfig
Platform: "macosx-10.4-i386"
Python version: "3.2"
Current installation scheme: "posix_prefix"

Paths:
        data = "/usr/local"
        include = "/Users/tarek/Dev/svn.python.org/py3k/Include"
        platinclude = "."
        platlib = "/usr/local/lib/python3.2/site-packages"
        platstdlib = "/usr/local/lib/python3.2"
        purelib = "/usr/local/lib/python3.2/site-packages"
        scripts = "/usr/local/bin"
        stdlib = "/usr/local/lib/python3.2"

Variables:
        AC_APPLE_UNIVERSAL_BUILD = "0"
        AIX_GENUINE_CPLUSPLUS = "0"
        AR = "ar"
        ARFLAGS = "rc"
        ...
```

This call will print in the standard output the information returned by *get_platform()*, *get_python_version()*, *get_path()* and *get_config_vars()*.

30.3 builtins — Objets natifs

Ce module fournit un accès direct aux identifiants 'natifs' de Python ; par exemple, builtins.open est le nom complet pour la fonction native *open()*. Voir *Fonctions natives* et *Constantes natives* pour plus de documentation.

Ce module n'est normalement pas accédé explicitement par la plupart des applications, mais peut être utile dans des modules qui exposent des objets de même nom qu'une valeur native, mais pour qui le natif de même nom est aussi nécessaire. Par exemple, dans un module qui voudrait implémenter une fonction *open()* autour de la fonction native *open()*, ce module peut être utilisé directement :

```
import builtins

def open(path):
    f = builtins.open(path, 'r')
    return UpperCaser(f)

class UpperCaser:
    '''Wrapper around a file that converts output to upper-case.'''

    def __init__(self, f):
        self._f = f
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
    def read(self, count=-1):
        return self._f.read(count).upper()

    # ...
```

Spécificité de l'implémentation : La plupart des modules ont __builtins__ dans leurs globales. La valeur de __builtins__ est classiquement soit ce module, soit la valeur de l'attribut *__dict__* du module. Puisque c'est une spécificité de CPython, ce n'est peut-être pas utilisé par toutes les autres implémentations.

30.4 __main__ — Point d'entrée des scripts

'__main__' est le nom du *scope* dans lequel le code s'exécute en premier. Le nom d'un module (son *__name__*) vaut '__main__' lorsqu'il est lu de l'entrée standard, lorsque c'est un script, ou une invite interactive.

Un module peut découvrir s'il est exécuté dans le *scope* principal en vérifiant son __name__, ce qui permet typiquement d'exécuter du code lorsque le module est exécuté avec `python -m` mais pas lorsqu'il est importé :

```
if __name__ == "__main__":
    # execute only if run as a script
    main()
```

Pour un paquet, le même effet peut être obtenu en utilisant un module __main__.py, son contenu sera exécuté si le paquet est lancé via -m.

30.5 warnings --- Contrôle des alertes

Code source : Lib/warnings.py

Les messages d'avertissement sont généralement émis dans les situations où il est utile d'alerter l'utilisateur d'un problème dans un programme, mais qu'il n'est pas justifié de lever une exception et de le terminer. Par exemple, on peut vouloir émettre un avertissement lorsqu'un programme utilise un module obsolète.

Les développeurs Python émettent des avertissements en appelant la fonction *warn()* définie dans ce module. (Les développeurs C utilisent `PyErr_WarnEx()` ; voir exceptionhandling pour plus d'informations).

Les messages d'avertissement sont normalement écrits sur `sys.stderr`, mais leurs effets peuvent être modifiés, il est possible d'ignorer tous les avertissements ou au contraire les transformer en exceptions. L'effet des avertissements peut varier en fonction de la catégorie d'avertissement (voir ci-dessous), de son texte et d'où il est émis. Les répétitions d'un même avertissement d'une même source sont généralement ignorés.

La gestion des avertissements se fait en deux étapes : premièrement, chaque fois qu'un avertissement est émis, le module détermine si un message doit être émis ou non ; ensuite, si un message doit être émis, il est formaté et affiché en utilisant une fonction qui peut être définie par l'utilisateur.

Un filtre (une séquence de règles) est utilisé pour décider si un message d'avertissement doit être émis ou non. Des règles peuvent être ajoutées au filtre en appelant *filterwarnings()* et remises à leur état par défaut en appelant *resetwarnings()*.

L'affichage des messages d'avertissement se fait en appelant la fonction *showwarning()*, qui peut être redéfinie ; l'implémentation par défaut formate le message en appelant *formatwarning()*, qui peut également être réutilisée par une implémentation personnalisée.

Voir aussi :

logging.captureWarnings() vous permet de gérer tous les avertissements avec l'infrastructure de journalisation standard.

30.5.1 Catégories d'avertissement

Il existe un certain nombre d'exceptions natives qui représentent des catégories d'avertissement. Cette catégorisation est utile pour filtrer les groupes d'avertissements.

Bien qu'il s'agisse techniquement d'exceptions, les *exceptions natives* sont documentées ici, parce qu'elles appartiennent conceptuellement au mécanisme des avertissements.

Le code utilisateur peut définir des catégories d'avertissement supplémentaires en héritant l'une des catégories d'avertissement standard. Une catégorie d'avertissement doit toujours hériter de la classe `Warning`.

Les classes de catégories d'avertissement suivantes sont actuellement définies :

Classe	Description
`Warning`	Il s'agit de la classe de base de toutes les classes de catégories d'avertissement. C'est une sous-classe de `Exception`.
`UserWarning`	Catégorie par défaut pour `warn()`.
`DeprecationWarning`	Catégorie de base pour les avertissements sur les fonctionnalités obsolètes lorsque ces avertissements sont destinés à d'autres développeurs Python (ignorées par défaut, sauf si elles proviennent de `__main__`).
`SyntaxWarning`	Catégorie de base pour les avertissements concernant les syntaxes douteuses.
`RuntimeWarning`	Catégorie de base pour les avertissements concernant les fonctionnalités douteuses à l'exécution.
`FutureWarning`	Catégorie de base pour les avertissements concernant les fonctionnalités obsolètes lorsque ces avertissements sont destinés aux utilisateurs finaux des programmes écrits en Python.
`PendingDeprecationWarning`	Catégorie de base pour les avertissements concernant les fonctionnalités qui seront obsolètes dans le futur (ignorée par défaut).
`ImportWarning`	Catégorie de base pour les avertissements déclenchés lors de l'importation d'un module (ignoré par défaut).
`UnicodeWarning`	Catégorie de base pour les avertissements relatifs à Unicode.
`BytesWarning`	Catégorie de base pour les avertissements relatifs à `bytes` et `bytearray`.
`ResourceWarning`	Catégorie de base pour les avertissements relatifs à l'utilisation des ressources.

Modifié dans la version 3.7 : Avant, la différence entre `DeprecationWarning` et `FutureWarning` était que l'un était dédié aux fonctionnalités retirées, et l'autre aux fonctionnalités modifiées. La différence aujourd'hui est plutôt leur audience et la façon dont ils sont traités par les filtres d'avertissement par défaut.

30.5.2 Le filtre des avertissements

Le filtre des avertissements contrôle si les avertissements sont ignorés, affichés ou transformés en erreurs (ce qui lève une exception).

Conceptuellement, le filtre d'avertissements maintient une liste ordonnée d'entrées ; chaque avertissement est comparé à chaque entrée de la liste jusqu'à ce qu'une correspondance soit trouvée ; l'entrée détermine l'action à effectuer. Chaque entrée est un quintuplet de la forme (*action*, *message*, *catégorie*, *module*, *lineno*), où :

— *action* est l'une des chaînes de caractères suivantes :

Valeur	Action
`"default"`	affiche la première occurrence des avertissements correspondants pour chaque emplacement (module + numéro de ligne) où l'avertissement est émis
`"error"`	transforme les avertissements correspondants en exceptions
`"ignore"`	ignore les avertissements correspondants
`"always"`	affiche toujours les avertissements correspondants
`"module"`	affiche la première occurrence des avertissements correspondants pour chaque module où l'avertissement est émis (quel que soit le numéro de ligne)
`"once"`	n'affiche que la première occurrence des avertissements correspondants, quel que soit l'endroit où ils se trouvent

— *message* est une chaîne de caractères contenant une expression régulière avec laquelle le début du message d'avertissement doit correspondre. L'expression est compilée pour être toujours insensible à la casse.
— *category* est une classe (une sous-classe de *`Warning`*) dont la catégorie d'avertissement doit être une sous-classe afin de correspondre.
— *module* est une chaîne de caractères contenant une expression régulière avec laquelle le nom du module doit correspondre. L'expression est compilée pour être sensible à la casse.
— *lineno* est le numéro de ligne d'où l'avertissement doit provenir, ou `0` pour correspondre à tous les numéros de ligne.

Puisque que la classe *`Warning`* hérite de la classe *`Exception`*, pour transformer un avertissement en erreur, il suffit de lever `category(message)`.

Si un avertissement est signalé et ne correspond à aucun filtre enregistré, l'action `default` est appliquée (d'où son nom).

Rédaction de filtres d'avertissement

Le filtre des avertissements est initialisé par les options `-W` passées à la ligne de commande de l'interpréteur Python et la variable d'environnement `PYTHONWARNINGS`. L'interpréteur enregistre les arguments de toutes les entrées fournies sans interprétation dans `sys.warnoptions`; le module *`warnings`* les analyse lors de la première importation (les options invalides sont ignorées, et un message d'erreur est envoyé à `sys.stderr`).

Les filtres d'avertissement individuels sont décrits sous la forme d'une séquence de champs séparés par des deux-points :

```
action:message:category:module:line
```

La signification de chacun de ces champs est décrite dans *Le filtre des avertissements*. Plusieurs filtres peuvent être écrits en une seule ligne (comme pour `PYTHONWARNINGS`), ils sont dans ce cas séparés par des virgules, et les filtres listés plus en dernier ont priorité sur ceux qui les précèdent (car ils sont appliqués de gauche à droite, et les filtres les plus récemment appliqués ont priorité sur les précédents).

Les filtres d'avertissement couramment utilisés s'appliquent à tous les avertissements, aux avertissements d'une catégorie particulière ou aux avertissements émis par certains modules ou paquets. Quelques exemples :

```
default                       # Show all warnings (even those ignored by default)
ignore                        # Ignore all warnings
error                         # Convert all warnings to errors
error::ResourceWarning        # Treat ResourceWarning messages as errors
default::DeprecationWarning   # Show DeprecationWarning messages
ignore,default:::mymodule     # Only report warnings triggered by "mymodule"
error:::mymodule[.*]          # Convert warnings to errors in "mymodule"
                              # and any subpackages of "mymodule"
```

Filtre d'avertissement par défaut

Par défaut, Python installe plusieurs filtres d'avertissement, qui peuvent être outrepassés par l'option `-W` en ligne de commande, la variable d'environnement `PYTHONWARNINGS` et les appels à *filterwarnings()*.

Dans les versions standard publiées de Python, le filtre d'avertissement par défaut a les entrées suivantes (par ordre de priorité) :

```
default::DeprecationWarning:__main__
ignore::DeprecationWarning
ignore::PendingDeprecationWarning
ignore::ImportWarning
ignore::ResourceWarning
```

Dans les versions de débogage, la liste des filtres d'avertissement par défaut est vide.

Modifié dans la version 3.2 : *DeprecationWarning* est maintenant ignoré par défaut en plus de *PendingDeprecationWarning*.

Modifié dans la version 3.7 : *DeprecationWarning* est à nouveau affiché par défaut lorsqu'il provient directement de `__main__`.

Modifié dans la version 3.7 : *BytesWarning* n'apparaît plus dans la liste de filtres par défaut et est configuré via *sys.warnoptions* lorsque l'option `-b` est donnée deux fois.

Outrepasser le filtre par défaut

Les développeurs d'applications écrites en Python peuvent souhaiter cacher *tous* les avertissements Python à leurs utilisateurs, et ne les afficher que lorsqu'ils exécutent des tests ou travaillent sur l'application. L'attribut *sys.warnoptions* utilisé pour passer les configurations de filtre à l'interpréteur peut être utilisé comme marqueur pour indiquer si les avertissements doivent être ou non désactivés :

```
import sys

if not sys.warnoptions:
    import warnings
    warnings.simplefilter("ignore")
```

Les développeurs d'exécuteurs de test pour le code Python sont invités à s'assurer que *tous* les avertissements sont affichés par défaut pour le code en cours de test, en utilisant par exemple :

```
import sys

if not sys.warnoptions:
    import os, warnings
    warnings.simplefilter("default") # Change the filter in this process
    os.environ["PYTHONWARNINGS"] = "default" # Also affect subprocesses
```

Enfin, les développeurs d'interpréteurs de commandes interactifs qui exécutent du code utilisateur dans un espace de nommage autre que `__main__` sont invités à s'assurer que les messages *DeprecationWarning* sont rendus visibles par défaut, en utilisant le code suivant (où `user_ns` est le module utilisé pour exécuter le code entré interactivement) :

```
import warnings
warnings.filterwarnings("default", category=DeprecationWarning,
                                   module=user_ns.get("__name__"))
```

30.5.3 Suppression temporaire des avertissements

Si vous utilisez un code dont vous savez qu'il va déclencher un avertissement, comme une fonction obsolète, mais que vous ne voulez pas voir l'avertissement (même si les avertissements ont été explicitement configurés via la ligne de commande), alors il est possible de supprimer l'avertissement en utilisant le gestionnaire de contexte *catch_warnings* :

```
import warnings

def fxn():
    warnings.warn("deprecated", DeprecationWarning)

with warnings.catch_warnings():
    warnings.simplefilter("ignore")
    fxn()
```

Dans le gestionnaire de contexte, tous les avertissements sont simplement ignorés. Ceci vous permet d'utiliser du code déclaré obsolète sans voir l'avertissement tout en ne supprimant pas l'avertissement pour un autre code qui pourrait ne pas être conscient de son utilisation de code déprécié. Remarque : ceci ne peut être garanti que dans une application utilisant un seul fil d'exécution. Si deux ou plusieurs *threads* utilisent le gestionnaire de contexte *catch_warnings* en même temps, le comportement est indéfini.

30.5.4 Tester les avertissements

Pour tester les avertissements générés par le code, utilisez le gestionnaire de contexte *catch_warnings*. Avec lui, vous pouvez temporairement modifier le filtre d'avertissements pour faciliter votre test. Par exemple, procédez comme suit pour capturer tous les avertissements levés à vérifier :

```
import warnings

def fxn():
    warnings.warn("deprecated", DeprecationWarning)

with warnings.catch_warnings(record=True) as w:
    # Cause all warnings to always be triggered.
    warnings.simplefilter("always")
    # Trigger a warning.
    fxn()
    # Verify some things
    assert len(w) == 1
    assert issubclass(w[-1].category, DeprecationWarning)
    assert "deprecated" in str(w[-1].message)
```

Vous pouvez aussi faire en sorte que tous les avertissements soient des exceptions en utilisant `error` au lieu de `always`. Il faut savoir que si un avertissement a déjà été émis à cause d'une règle `once` ou `default`, quel que soit le filtre activé, l'avertissement ne sera pas revu à moins que le registre des avertissements lié à l'avertissement ait été vidé.

A sa sortie, le gestionnaire de contexte restaure le filtre des avertissements dans l'état où il était au démarrage du contexte. Cela empêche les tests de changer le filtre d'avertissements de manière inattendue entre les tests et d'aboutir à des résultats de test indéterminés. La fonction *showwarning()* du module est également restaurée à sa valeur originale. Remarque : ceci ne peut être garanti que dans une application *mono-threadées*. Si deux ou plusieurs fils d'exécution utilisent le gestionnaire de contexte *catch_warnings* en même temps, le comportement est indéfini.

Lorsque vous testez plusieurs opérations qui provoquent le même type d'avertissement, il est important de les tester d'une manière qui confirme que chaque opération provoque un nouvel avertissement (par exemple, définissez les avertissements comme exceptions et vérifiez que les opérations provoquent des exceptions, vérifiez que la longueur de la liste des avertissements continue à augmenter après chaque opération, ou bien supprimez les entrées précédentes de la liste des avertissements avant chaque nouvelle opération).

30.5.5 Mise à jour du code pour les nouvelles versions des dépendances

Les catégories d'avertissement qui intéressent principalement les développeurs Python (plutôt que les utilisateurs finaux d'applications écrites en Python) sont ignorées par défaut.

Notamment, cette liste "ignorés par défaut" inclut *DeprecationWarning* (pour chaque module sauf __main__), ce qui signifie que les développeurs doivent s'assurer de tester leur code avec des avertissements généralement ignorés rendus visibles afin de recevoir des notifications rapides des changements d'API (que ce soit dans la bibliothèque standard ou les paquets tiers).

Dans le cas idéal, le code dispose d'une suite de tests appropriée, et le testeur se charge d'activer implicitement tous les avertissements lors de l'exécution des tests (le testeur fourni par le module *unittest* le fait).

Dans des cas moins idéaux, l'utilisation de d'interfaces obsolète peut être testé en passant `-Wd` à l'interpréteur Python (c'est une abréviation pour `-W default`) ou en définissant `PYTHONWARNINGS=default` dans l'environnement. Ceci permet la gestion par défaut de tous les avertissements, y compris ceux qui sont ignorés par défaut. Pour changer l'action prise pour les avertissements rencontrés, vous pouvez changer quel argument est passé à `-W` (par exemple `-W error`). Voir l'option `-W` pour plus de détails sur ce qui est possible.

30.5.6 Fonctions disponibles

warnings.**warn**(*message*, *category=None*, *stacklevel=1*, *source=None*)

Émet, ignore, ou transforme en exception un avertissement. L'argument *category*, s'il est donné, doit être une classe de catégorie d'avertissement (voir ci-dessus) ; et vaut par défaut *UserWarning*. Aussi *message* peut être une instance de `Warning', auquel cas *category* sera ignoré et ``message.__class__` sera utilisé. Dans ce cas, le texte du message sera `str(message)`. Cette fonction lève une exception si cet avertissement particulier émis est transformé en erreur par le filtre des avertissements, voir ci-dessus. L'argument *stacklevel* peut être utilisé par les fonctions *wrapper* écrites en Python, comme ceci :

```
def deprecation(message):
    warnings.warn(message, DeprecationWarning, stacklevel=2)
```

Fait en sorte que l'avertissement se réfère à l'appelant de `deprecation()` plutôt qu'à la source de `deprecation()` elle-même (puisque celle-ci irait à l'encontre du but du message d'avertissement).

source, s'il est fourni, est l'objet détruit qui a émis un *ResourceWarning*.

Modifié dans la version 3.6 : Ajout du paramètre *source*.

warnings.**warn_explicit**(*message*, *category*, *filename*, *lineno*, *module=None*, *registry=None*, *module_globals=None*, *source=None*)

Il s'agit d'une interface de bas niveau pour la fonctionnalité de *warn()*, en passant explicitement le message, la catégorie, le nom de fichier et le numéro de ligne, et éventuellement le nom du module et le registre (qui devrait être le dictionnaire __warningregistry__ du module). Le nom de module par défaut est le nom de fichier sans `.py` ; si aucun registre n'est passé, l'avertissement n'est jamais supprimé. *message* doit être une chaîne de caractères et *category* une sous-classe de *Warning* ou *message* peut être une instance de *Warning*, auquel cas *category* sera ignoré.

module_globals, s'il est fourni, doit être l'espace de nommage global utilisé par le code pour lequel l'avertissement est émis. (Cet argument est utilisé pour afficher les sources des modules trouvés dans les fichiers zip ou d'autres sources d'importation hors du système de fichiers).

source, s'il est fourni, est l'objet détruit qui a émis un *ResourceWarning*.

Modifié dans la version 3.6 : Ajout du paramètre *source*.

warnings.**showwarning**(*message*, *category*, *filename*, *lineno*, *file=None*, *line=None*)

Écrit un avertissement dans un fichier. L'implémentation par défaut appelle `format warning(message, category, filename, lineno, line)``et écrit la chaîne résultante dans *file*, qui par défaut est ``sys.stderr`. Vous pouvez remplacer cette fonction par n'importe quel appelable en l'affectant à `warnings.showwarning`. *line* est une ligne de code source à inclure dans le message d'avertissement ; si *line* n'est pas fourni, `show warning()` essaiera de lire la ligne spécifiée par *filename* et *lineno*.

warnings.**formatwarning**(*message*, *category*, *filename*, *lineno*, *line=None*)
Formate un avertissement de la manière standard. Ceci renvoie une chaîne pouvant contenir des retours à la ligne se termine par un retour à la ligne. *line* est une ligne de code source à inclure dans le message d'avertissement ; si *line* n'est pas fourni, `formatwarning()` essaiera de lire la ligne spécifiée par *filename* et *lineno*.

warnings.**filterwarnings**(*action*, *message=''*, *category=Warning*, *module=''*, *lineno=0*, *append=False*)
Insère une entrée dans la liste de *warning filter specifications*. L'entrée est insérée à l'avant par défaut ; si *append* est vrai, elle est insérée à la fin. Il vérifie le type des arguments, compile les expressions régulières *message* et *module*, et les insère sous forme de tuple dans la liste des filtres d'avertissements. Les entrées plus proches du début de la liste ont priorité sur les entrées plus loin dans la liste. Les arguments omis ont par défaut une valeur qui correspond à tout.

warnings.**simplefilter**(*action*, *category=Warning*, *lineno=0*, *append=False*)
Insère une entrée simple dans la liste de *spécifications du filtre d'avertissements*. La signification des paramètres de fonction est la même que pour `filterwarnings()`, mais les expressions régulières ne sont pas nécessaires car le filtre inséré correspond toujours à n'importe quel message dans n'importe quel module tant que la catégorie et le numéro de ligne correspondent.

warnings.**resetwarnings**()
Réinitialise le filtre des avertissements. Ceci supprime l'effet de tous les appels précédents à `filterwarnings()`, y compris celui de l'option `-W` des options de ligne de commande et des appels à `simplefilter()`.

30.5.7 Gestionnaires de contexte disponibles

class warnings.**catch_warnings**(*, *record=False*, *module=None*)
Un gestionnaire de contexte qui copie et, à la sortie, restaure le filtre des avertissements et la fonction `showwarning()`. Si l'argument *record* est `False` (par défaut), le gestionnaire de contexte retourne `None` en entrant. Si *record* est `True`, une liste est renvoyée qui est progressivement remplie d'objets comme vus par une fonction custom `showwarning' (qui supprime également la sortie vers ``sys.stdout` ()`). Chaque objet de la liste a des attributs avec les mêmes noms que les arguments de `showwarning()`.
L'argument *module* prend un module qui sera utilisé à la place du module renvoyé lors de l'importation `warnings` dont le filtre sera protégé. Cet argument existe principalement pour tester le module `warnings` lui-même.

Note : Le gestionnaire `catch_warnings` fonctionne en remplaçant puis en restaurant plus tard la fonction `showwarning()` du module et la liste interne des spécifications du filtre. Cela signifie que le gestionnaire de contexte modifie l'état global et n'est donc pas prévisible avec plusieurs fils d'exécution.

30.6 `dataclasses` — Classes de Données

Code source : Lib/dataclasses.py

Ce module fournit un décorateur et des fonctions pour générer automatiquement les *méthodes spéciales* comme `__init__()` et `__repr__()` dans les *Classes de Données* définies par l'utilisateur. Ces classes ont été décrites dans la **PEP 557**.

Les variables membres à utiliser dans ces méthodes générées sont définies en utilisant les annotations de type **PEP 526**. Par exemple, ce code :

```
from dataclasses import dataclass

@dataclass
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
class InventoryItem:
    '''Class for keeping track of an item in inventory.'''
    name: str
    unit_price: float
    quantity_on_hand: int = 0

    def total_cost(self) -> float:
        return self.unit_price * self.quantity_on_hand
```

Ajoute, entre autres choses, une méthode `__init__()` qui ressemble à :

```
def __init__(self, name: str, unit_price: float, quantity_on_hand: int=0):
    self.name = name
    self.unit_price = unit_price
    self.quantity_on_hand = quantity_on_hand
```

Il est important de noter que cette méthode est ajoutée automatiquement dans la classe : elle n'est pas à écrire dans la définition de `InventoryItem` ci-dessus.

Nouveau dans la version 3.7.

30.6.1 Décorateurs, classes et fonctions au niveau du module

`@dataclasses.`**`dataclass`**`(*, init=True, repr=True, eq=True, order=False, unsafe_hash=False, frozen=False)`

Cette fonction est un *décorateur* qui est utilisé pour ajouter les *méthodes spéciales* générées aux classes, comme décrit ci-dessous.

Le décorateur *`dataclass()`* examine la classe pour trouver des `champss`. Un `champ` est défini comme une variable de classe qui possède une *annotation de type*. À deux exceptions près décrites plus bas, il n'y a rien dans *`dataclass()`* qui examine le type spécifié dans l'annotation de variable.

L'ordre des paramètres des méthodes générées est celui d'apparition des champs dans la définition de la classe.

Le décorateur *`dataclass()`* ajoute diverses méthodes « spéciales » à la classe, décrites ci-après. Si l'une des méthodes ajoutées existe déjà dans la classe, le comportement dépend des paramètres, comme documenté ci-dessous. Le décorateur renvoie la classe sur laquelle il est appelé ; il n'y a pas de nouvelle classe créée.

Si *`dataclass()`* est utilisé comme simple décorateur sans paramètres, il se comporte comme si on l'avait appelé avec les valeurs par défaut présentes en signature. Ainsi, les trois usages suivants de *`dataclass()`* sont équivalents :

```
@dataclass
class C:
    ...

@dataclass()
class C:
    ...

@dataclass(init=True, repr=True, eq=True, order=False, unsafe_hash=False,␣
↪frozen=False)
class C:
    ...
```

Les paramètres de *`dataclass()`* sont :

— `init` : Si vrai (par défaut), une méthode `__init__()` est générée.
Si la classe définit déjà une méthode `__init__()`, ce paramètre est ignoré.

— `repr` : Si vrai (par défaut), une méthode `__repr__()` sera générée. La chaîne de représentation comportera le nom de la classe et le nom ainsi que la représentation de chaque champ, suivant leur ordre de définition. Les champs marqués comme exclus (voir `Field` ci-dessous) de la représentation ne sont pas inclus. Par exemple : `InventoryItem(name='widget', unit_price=3.0, quantity_on_hand=10)`.

Si la classe définit déjà une méthode `__repr__()`, ce paramètre est ignoré.

— `eq` : Si vrai (par défaut), une méthode `__eq__()` est générée. Cette méthode permet de comparer les instances de la classe comme s'il s'agissait d'un tuple de ses champs, dans l'ordre. Les deux instances dans la comparaison doivent être de même type.
Si la classe définit déjà une méthode `__eq__()`, ce paramètre est ignoré.

— `order` : Si vrai (`False` par défaut), les méthodes `__lt__()`, `__le__()`, `__gt__()`, et `__ge__()` sont générées. Elles permettent de comparer les instances de la classe en les considérant comme des tuples, dans l'ordre de définition des champs. Chaque instance dans la comparaison doit être de même type. Si `order` est vrai mais que `eq` est faux, une *ValueError* est levée.
Si la classe définit déjà l'une des méthodes `__lt__()`, `__le__()`, `__gt__()`, ou `__ge__()`, alors une *TypeError* est levée.

— `unsafe_hash` : Si `False` (par défaut), une méthode `__hash__()` est générée et son comportement dépend des valeurs de `eq` et `frozen`.
`__hash__()` est utilisée par la fonction native *hash()*, ainsi que lorsqu'un objet est inséré dans une collection utilisant du hachage, tel qu'un dictionnaire ou un ensemble. Avoir une méthode `__hash__()` implique que les instances de la classe sont immuables. La muabilité est une propriété complexe qui dépends des intentions du programmeur, de l'existence et du comportement de la méthode `__eq__()`, et des valeurs des options `eq` et `frozen` dans l'appel au décorateur *dataclass()*.
Par défaut, *dataclass()* n'ajoute pas de méthode implicite `__hash__()`, sauf s'il n'existe aucun risque sous-jacent. Il n'ajoute ou ne modifie pas non plus la méthode `__hash__()` si elle a est définie explicitement. Définir l'attribut de classe `__hash__ = None` a une signification particulière en Python, comme précisé dans la documentation de `__hash__()`.
Si `__hash__()` n'est pas défini explicitement, ou s'il a pour valeur `None`, alors *dataclass()* *peut* ajouter une méthode `__hash__()` implicite. Bien que ce ne soit pas recommandé,, vous pouvez forcer *dataclass()* à créer une méthode `__hash__()` en utilisant `unsafe_hash=True`. Cela pourrait être nécessaire si votre classe est logiquement immuable mais qu'une mutation est tout de même possible. C'est un cas très particulier qui doit être considéré avec la plus grande prudence.
Ce sont les règles autour de la création implicite de la méthode `__hash__()`. Il faut noter que vous ne pouvez pas avoir à la fois une méthode `__hash__()` explicite dans votre *dataclass* et définir `unsafe_hash=True`; cela lèvera une *TypeError*.
Si `eq` et `frozen` sont tous deux vrais, *dataclass()* génère par défaut une méthode `__hash__()` pour vous. Si `eq` est vrai mais que `frozen` est faux, `__hash__()` est prends la valeur `None`, marquant la classe comme non-hachable (et c'est le cas, puisqu'elle est modifiable). Si `eq` est faux, la méthode `__hash__()` est laissée intacte, ce qui veut dire que la méthode `__hash__()` de la classe parente sera utilisée (si la classe parente est *object*, le comportement est un hachage basé sur les id).

— `frozen` : If true (the default is `False`), assigning to fields will generate an exception. This emulates read-only frozen instances. If `__setattr__()` or `__delattr__()` is defined in the class, then *TypeError* is raised. See the discussion below.

Les `fields` peuvent éventuellement spécifier une valeur par défaut, en utilisant la syntaxe Python normale :

```
@dataclass
class C:
    a: int       # 'a' has no default value
    b: int = 0   # assign a default value for 'b'
```

Dans cet exemple, `a` et `b` sont tous deux inclus dans la signature de la méthode générée `__init__()`, qui est définie comme suit :

```
def __init__(self, a: int, b: int = 0):
```

Une *TypeError* est levée si un champ sans valeur par défaut est défini après un champ avec une valeur par défaut. C'est le cas que ce soit dans une seule classe, mais également si c'est le résultat d'un héritage de classes.

`dataclasses.`**`field`**`(*, default=MISSING, default_factory=MISSING, repr=True, hash=None, init=True, compare=True, metadata=None)`

For common and simple use cases, no other functionality is required. There are, however, some dataclass features that require additional per-field information. To satisfy this need for additional information, you can replace the default field value with a call to the provided *field()* function. For example :

```
@dataclass
class C:
    mylist: List[int] = field(default_factory=list)

c = C()
c.mylist += [1, 2, 3]
```

As shown above, the `MISSING` value is a sentinel object used to detect if the `default` and `default_factory` parameters are provided. This sentinel is used because `None` is a valid value for `default`. No code should directly use the `MISSING` value.

The parameters to *`field()`* are :

— `default` : If provided, this will be the default value for this field. This is needed because the *`field()`* call itself replaces the normal position of the default value.

— `default_factory` : If provided, it must be a zero-argument callable that will be called when a default value is needed for this field. Among other purposes, this can be used to specify fields with mutable default values, as discussed below. It is an error to specify both `default` and `default_factory`.

— `init` : If true (the default), this field is included as a parameter to the generated `__init__()` method.

— `repr` : If true (the default), this field is included in the string returned by the generated `__repr__()` method.

— `compare` : If true (the default), this field is included in the generated equality and comparison methods (`__eq__()`, `__gt__()`, et al.).

— `hash` : This can be a bool or `None`. If true, this field is included in the generated `__hash__()` method. If `None` (the default), use the value of `compare` : this would normally be the expected behavior. A field should be considered in the hash if it's used for comparisons. Setting this value to anything other than `None` is discouraged.

One possible reason to set `hash=False` but `compare=True` would be if a field is expensive to compute a hash value for, that field is needed for equality testing, and there are other fields that contribute to the type's hash value. Even if a field is excluded from the hash, it will still be used for comparisons.

— `metadata` : This can be a mapping or None. None is treated as an empty dict. This value is wrapped in *`MappingProxyType()`* to make it read-only, and exposed on the *`Field`* object. It is not used at all by Data Classes, and is provided as a third-party extension mechanism. Multiple third-parties can each have their own key, to use as a namespace in the metadata.

If the default value of a field is specified by a call to *`field()`*, then the class attribute for this field will be replaced by the specified `default` value. If no `default` is provided, then the class attribute will be deleted. The intent is that after the *`dataclass()`* decorator runs, the class attributes will all contain the default values for the fields, just as if the default value itself were specified. For example, after :

```
@dataclass
class C:
    x: int
    y: int = field(repr=False)
    z: int = field(repr=False, default=10)
    t: int = 20
```

The class attribute `C.z` will be `10`, the class attribute `C.t` will be `20`, and the class attributes `C.x` and `C.y` will not be set.

class dataclasses.**Field**

`Field` objects describe each defined field. These objects are created internally, and are returned by the *`fields()`* module-level method (see below). Users should never instantiate a *`Field`* object directly. Its documented attributes are :

— `name` : The name of the field.

— `type` : The type of the field.

— `default`, `default_factory`, `init`, `repr`, `hash`, `compare`, and `metadata` have the identical meaning and values as they do in the *`field()`* declaration.

Other attributes may exist, but they are private and must not be inspected or relied on.

dataclasses.**fields**(*class_or_instance*)

Returns a tuple of *`Field`* objects that define the fields for this dataclass. Accepts either a dataclass, or an instance of a dataclass. Raises *`TypeError`* if not passed a dataclass or instance of one. Does not return pseudo-fields which are `ClassVar` or `InitVar`.

dataclasses.**asdict**(*instance*, *, *dict_factory=dict*)

Converts the dataclass `instance` to a dict (by using the factory function `dict_factory`). Each dataclass is converted to a dict of its fields, as `name: value` pairs. dataclasses, dicts, lists, and tuples are recursed into. For example :

```
@dataclass
class Point:
     x: int
     y: int

@dataclass
class C:
     mylist: List[Point]

p = Point(10, 20)
assert asdict(p) == {'x': 10, 'y': 20}

c = C([Point(0, 0), Point(10, 4)])
assert asdict(c) == {'mylist': [{'x': 0, 'y': 0}, {'x': 10, 'y': 4}]}
```

Raises *TypeError* if `instance` is not a dataclass instance.

dataclasses.**astuple**(*instance*, *, *tuple_factory=tuple*)

Converts the dataclass `instance` to a tuple (by using the factory function `tuple_factory`). Each dataclass is converted to a tuple of its field values. dataclasses, dicts, lists, and tuples are recursed into.

Continuing from the previous example :

```
assert astuple(p) == (10, 20)
assert astuple(c) == ([(0, 0), (10, 4)],)
```

Raises *TypeError* if `instance` is not a dataclass instance.

dataclasses.**make_dataclass**(*cls_name*, *fields*, *, *bases=()*, *namespace=None*, *init=True*, *repr=True*, *eq=True*, *order=False*, *unsafe_hash=False*, *frozen=False*)

Creates a new dataclass with name `cls_name`, fields as defined in `fields`, base classes as given in `bases`, and initialized with a namespace as given in `namespace`. `fields` is an iterable whose elements are each either `name`, `(name, type)`, or `(name, type, Field)`. If just `name` is supplied, `typing.Any` is used for `type`. The values of `init`, `repr`, `eq`, `order`, `unsafe_hash`, and `frozen` have the same meaning as they do in *dataclass()*.

This function is not strictly required, because any Python mechanism for creating a new class with `__annotations__` can then apply the *dataclass()* function to convert that class to a dataclass. This function is provided as a convenience. For example :

```
C = make_dataclass('C',
                   [('x', int),
                     'y',
                    ('z', int, field(default=5))],
                   namespace={'add_one': lambda self: self.x + 1})
```

Is equivalent to :

```
@dataclass
class C:
    x: int
    y: 'typing.Any'
    z: int = 5

    def add_one(self):
        return self.x + 1
```

dataclasses.**replace**(*instance*, ***changes*)

Creates a new object of the same type of `instance`, replacing fields with values from `changes`. If

instance is not a Data Class, raises *TypeError*. If values in changes do not specify fields, raises *TypeError*.

The newly returned object is created by calling the __init__() method of the dataclass. This ensures that __post_init__(), if present, is also called.

Init-only variables without default values, if any exist, must be specified on the call to *replace()* so that they can be passed to __init__() and __post_init__().

It is an error for changes to contain any fields that are defined as having init=False. A *ValueError* will be raised in this case.

Be forewarned about how init=False fields work during a call to *replace()*. They are not copied from the source object, but rather are initialized in __post_init__(), if they're initialized at all. It is expected that init=False fields will be rarely and judiciously used. If they are used, it might be wise to have alternate class constructors, or perhaps a custom replace() (or similarly named) method which handles instance copying.

dataclasses.**is_dataclass**(*class_or_instance*)

Return True if its parameter is a dataclass or an instance of one, otherwise return False.

If you need to know if a class is an instance of a dataclass (and not a dataclass itself), then add a further check for not isinstance(obj, type):

```
def is_dataclass_instance(obj):
    return is_dataclass(obj) and not isinstance(obj, type)
```

30.6.2 Post-init processing

The generated __init__() code will call a method named __post_init__(), if __post_init__() is defined on the class. It will normally be called as self.__post_init__(). However, if any InitVar fields are defined, they will also be passed to __post_init__() in the order they were defined in the class. If no __init__() method is generated, then __post_init__() will not automatically be called.

Among other uses, this allows for initializing field values that depend on one or more other fields. For example :

```
@dataclass
class C:
    a: float
    b: float
    c: float = field(init=False)

    def __post_init__(self):
        self.c = self.a + self.b
```

See the section below on init-only variables for ways to pass parameters to __post_init__(). Also see the warning about how *replace()* handles init=False fields.

30.6.3 Class variables

One of two places where *dataclass()* actually inspects the type of a field is to determine if a field is a class variable as defined in **PEP 526**. It does this by checking if the type of the field is typing.ClassVar. If a field is a ClassVar, it is excluded from consideration as a field and is ignored by the dataclass mechanisms. Such ClassVar pseudo-fields are not returned by the module-level *fields()* function.

30.6.4 Init-only variables

The other place where *dataclass()* inspects a type annotation is to determine if a field is an init-only variable. It does this by seeing if the type of a field is of type dataclasses.InitVar. If a field is an InitVar, it is considered a pseudo-field called an init-only field. As it is not a true field, it is not returned by the module-level *fields()* function. Init-only fields are added as parameters to the generated __init__() method, and are passed to the optional __post_init__() method. They are not otherwise used by dataclasses.

For example, suppose a field will be initialized from a database, if a value is not provided when creating the class :

```
@dataclass
class C:
    i: int
    j: int = None
    database: InitVar[DatabaseType] = None

    def __post_init__(self, database):
        if self.j is None and database is not None:
            self.j = database.lookup('j')

c = C(10, database=my_database)
```

In this case, *fields()* will return *Field* objects for i and j, but not for database.

30.6.5 Frozen instances

It is not possible to create truly immutable Python objects. However, by passing frozen=True to the *dataclass()* decorator you can emulate immutability. In that case, dataclasses will add __setattr__() and __delattr__() methods to the class. These methods will raise a *FrozenInstanceError* when invoked.

There is a tiny performance penalty when using frozen=True : __init__() cannot use simple assignment to initialize fields, and must use object.__setattr__().

30.6.6 Héritage

When the dataclass is being created by the *dataclass()* decorator, it looks through all of the class's base classes in reverse MRO (that is, starting at *object*) and, for each dataclass that it finds, adds the fields from that base class to an ordered mapping of fields. After all of the base class fields are added, it adds its own fields to the ordered mapping. All of the generated methods will use this combined, calculated ordered mapping of fields. Because the fields are in insertion order, derived classes override base classes. An example :

```
@dataclass
class Base:
    x: Any = 15.0
    y: int = 0

@dataclass
class C(Base):
    z: int = 10
    x: int = 15
```

The final list of fields is, in order, x, y, z. The final type of x is int, as specified in class C.

The generated __init__() method for C will look like :

```
def __init__(self, x: int = 15, y: int = 0, z: int = 10):
```

30.6.7 Default factory functions

If a *field()* specifies a `default_factory`, it is called with zero arguments when a default value for the field is needed. For example, to create a new instance of a list, use :

```
mylist: list = field(default_factory=list)
```

If a field is excluded from `__init__()` (using `init=False`) and the field also specifies `default_factory`, then the default factory function will always be called from the generated `__init__()` function. This happens because there is no other way to give the field an initial value.

30.6.8 Mutable default values

Python stores default member variable values in class attributes. Consider this example, not using dataclasses :

```
class C:
    x = []
    def add(self, element):
        self.x.append(element)

o1 = C()
o2 = C()
o1.add(1)
o2.add(2)
assert o1.x == [1, 2]
assert o1.x is o2.x
```

Note that the two instances of class `C` share the same class variable `x`, as expected.

Using dataclasses, *if* this code was valid :

```
@dataclass
class D:
    x: List = []
    def add(self, element):
        self.x += element
```

it would generate code similar to :

```
class D:
    x = []
    def __init__(self, x=x):
        self.x = x
    def add(self, element):
        self.x += element

assert D().x is D().x
```

This has the same issue as the original example using class `C`. That is, two instances of class `D` that do not specify a value for `x` when creating a class instance will share the same copy of `x`. Because dataclasses just use normal Python class creation they also share this behavior. There is no general way for Data Classes to detect this condition. Instead, dataclasses will raise a *TypeError* if it detects a default parameter of type `list`, `dict`, or `set`. This is a partial solution, but it does protect against many common errors.

Using default factory functions is a way to create new instances of mutable types as default values for fields :

```
@dataclass
class D:
    x: list = field(default_factory=list)

assert D().x is not D().x
```

30.6.9 Exceptions

exception dataclasses.**FrozenInstanceError**
Raised when an implicitly defined `__setattr__()` or `__delattr__()` is called on a dataclass which was defined with `frozen=True`.

30.7 `contextlib` — Utilitaires pour les contextes s'appuyant sur l'instruction `with`

Code source : Lib/contextlib.py

Ce module fournit des utilitaires pour les tâches impliquant le mot-clé `with`. Pour plus d'informations voir aussi *Le type gestionnaire de contexte* et context-managers.

30.7.1 Utilitaires

Fonctions et classes fournies :

class contextlib.**AbstractContextManager**
Classe mère abstraite pour les classes qui implémentent les méthodes `object.__enter__()` et `object.__exit__()`. Une implémentation par défaut de `object.__enter__()` est fournie, qui renvoie `self`, et `object.__exit__()` est une méthode abstraite qui renvoie `None` par défaut. Voir aussi la définition de *Le type gestionnaire de contexte*.
Nouveau dans la version 3.6.

class contextlib.**AbstractAsyncContextManager**
Classe mère abstraite pour les classes qui implémentent les méthodes `object.__aenter__()` et `object.__aexit__()`. Une implémentation par défaut de `object.__aenter__()` est fournie, qui renvoie `self`, et `object.__aexit__()` est une méthode abstraite qui renvoie `None` par défaut. Voir aussi la définition de async-context-managers.
Nouveau dans la version 3.7.

@contextlib.**contextmanager**
Cette fonction est un *decorator* qui peut être utilisé pour définir une fonction fabriquant des gestionnaires de contexte à utiliser avec `with`, sans nécessiter de créer une classe ou des méthodes `__enter__()` et `__exit__()` séparées.
Alors que de nombreux objets s'utilisent nativement dans des blocs *with*, on trouve parfois des ressources qui nécessitent d'être gérées mais ne sont pas des gestionnaires de contextes, et qui n'implémentent pas de méthode `close()` pour pouvoir être utilisées avec `contextlib.closing`
L'exemple abstrait suivant présente comment assurer une gestion correcte des ressources :

```
from contextlib import contextmanager

@contextmanager
def managed_resource(*args, **kwds):
    # Code to acquire resource, e.g.:
    resource = acquire_resource(*args, **kwds)
    try:
        yield resource
    finally:
        # Code to release resource, e.g.:
        release_resource(resource)

>>> with managed_resource(timeout=3600) as resource:
...     # Resource is released at the end of this block,
...     # even if code in the block raises an exception
```

La fonction à décorer doit renvoyer un *générateur*-itérateur quand elle est appelée. Ce générateur ne doit produire qu'une seule valeur, qui est récupérée dans le bloc `with` à l'aide de la clause `as` si précisée.

Au moment où le générateur produit une valeur, le bloc imbriqué sous l'instruction `with` est exécuté. Le générateur est ensuite repris après la sortie du bloc. Si une exception non gérée survient dans le bloc, elle est relayée dans le générateur au niveau de l'instruction *yield*. Ainsi, vous pouvez utiliser les instructions `try...except...finally` pour attraper l'erreur (s'il y a), ou vous assurer qu'un nettoyage a bien lieu. Si une exception est attrapée dans l'unique but d'être journalisée ou d'effectuer une action particulière (autre que supprimer entièrement l'exception), le générateur se doit de la relayer. Autrement le générateur gestionnaire de contexte doit indiquer à l'instruction `with` que l'exception a été gérée, et l'exécution reprend sur l'instruction qui suit directement le bloc `with`.

Le décorateur *`contextmanager()`* utilise la classe *`ContextDecorator`* afin que les gestionnaires de contexte qu'il crée puissent être utilisés aussi bien en tant que décorateurs qu'avec des instructions `with`. Quand vous l'utilisez comme décorateur, une nouvelle instance du générateur est créée à chaque appel de la fonction (cela permet aux gestionnaires de contexte à usage unique créés par *`contextmanager()`* de remplir la condition de pouvoir être invoqués plusieurs fois afin d'être utilisés comme décorateurs).

Modifié dans la version 3.2 : Utilisation de la classe *`ContextDecorator`*.

`@contextlib.`**`asynccontextmanager`**

Similaire à *`contextmanager()`*, mais crée un gestionnaire de contexte asynchrone.

Cette fonction est un *decorator* qui peut être utilisé pour définir une fonction fabriquant des gestionnaires de contexte asynchrones à utiliser avec `async with`, sans nécessiter de créer une classe ou des méthodes `__aenter__()` et `__aexit__()` séparées. Le décorateur doit être appliqué à une fonction renvoyant un *asynchronous generator*.

Un exemple simple :

```
from contextlib import asynccontextmanager

@asynccontextmanager
async def get_connection():
    conn = await acquire_db_connection()
    try:
        yield conn
    finally:
        await release_db_connection(conn)

async def get_all_users():
    async with get_connection() as conn:
        return conn.query('SELECT ...')
```

Nouveau dans la version 3.7.

`contextlib.`**`closing`**(*thing*)

Renvoie un gestionnaire de contexte qui ferme *thing* à la fin du bloc. C'est essentiellement équivalent à :

```
from contextlib import contextmanager

@contextmanager
def closing(thing):
    try:
        yield thing
    finally:
        thing.close()
```

Et cela vous permet d'écrire du code tel que :

```
from contextlib import closing
from urllib.request import urlopen

with closing(urlopen('http://www.python.org')) as page:
    for line in page:
        print(line)
```

sans besoin de fermer explicitement `page`. Même si une erreur survient, `page.close()` est appelée à la fermeture du bloc `with`.

`contextlib.`**`nullcontext`**(*enter_result=None*)

Renvoie un gestionnaire de contexte dont la méthode `__enter__` renvoie *enter_result*, mais ne fait rien d'autre. L'idée est de l'utiliser comme remplaçant pour un gestionnaire de contexte optionnel, par exemple :

```
def myfunction(arg, ignore_exceptions=False):
    if ignore_exceptions:
        # Use suppress to ignore all exceptions.
        cm = contextlib.suppress(Exception)
    else:
        # Do not ignore any exceptions, cm has no effect.
        cm = contextlib.nullcontext()
    with cm:
        # Do something
```

Un exemple utilisant *enter_result* :

```
def process_file(file_or_path):
    if isinstance(file_or_path, str):
        # If string, open file
        cm = open(file_or_path)
    else:
        # Caller is responsible for closing file
        cm = nullcontext(file_or_path)

    with cm as file:
        # Perform processing on the file
```

Nouveau dans la version 3.7.

`contextlib.`**`suppress`**(**exceptions*)

Renvoie un gestionnaire de contexte qui supprime toutes les exceptions spécifiées si elles surviennent dans le corps du bloc *with*, et reprend l'exécution sur la première instruction qui suit la fin du bloc *with*.

Comme pour tous les mécanismes qui suppriment complètement les exceptions, ce gestionnaire de contexte doit seulement être utilisé pour couvrir des cas très spécifiques d'erreurs où il est certain que continuer silencieusement l'exécution du programme est la bonne chose à faire.

Par exemple :

```
from contextlib import suppress

with suppress(FileNotFoundError):
    os.remove('somefile.tmp')

with suppress(FileNotFoundError):
    os.remove('someotherfile.tmp')
```

Ce code est équivalent à :

```
try:
    os.remove('somefile.tmp')
except FileNotFoundError:
    pass

try:
    os.remove('someotherfile.tmp')
except FileNotFoundError:
    pass
```

Ce gestionnaire de contexte est *réentrant*.

Nouveau dans la version 3.4.

`contextlib.`**`redirect_stdout`**(*new_target*)

Gestionnaire de contexte servant à rediriger temporairement `sys.stdout` vers un autre fichier ou objet

fichier-compatible.

Cet outil ajoute une certaine flexibilité aux fonctions ou classes existantes dont la sortie est envoyée vers la sortie standard.

Par exemple, la sortie de *help()* est normalement envoyée vers *sys.stdout*. Vous pouvez capturer cette sortie dans une chaîne de caractères en la redirigeant vers un objet *io.StringIO* :

```
f = io.StringIO()
with redirect_stdout(f):
    help(pow)
s = f.getvalue()
```

Pour envoyer la sortie de *help()* vers un fichier sur le disque, redirigez-la sur un fichier normal :

```
with open('help.txt', 'w') as f:
    with redirect_stdout(f):
        help(pow)
```

Pour envoyer la sortie de *help()* sur *sys.stderr* :

```
with redirect_stdout(sys.stderr):
    help(pow)
```

Notez que l'effet de bord global sur *sys.stdout* signifie que ce gestionnaire de contexte n'est pas adapté à une utilisation dans le code d'une bibliothèque ni dans la plupart des applications à plusieurs fils d'exécution. Aussi, cela n'a pas d'effet sur la sortie des sous-processus. Cependant, cela reste une approche utile pour beaucoup de scripts utilitaires.

Ce gestionnaire de contexte est *réentrant*.

Nouveau dans la version 3.4.

contextlib.**redirect_stderr**(*new_target*)

Similaire à *redirect_stdout()* mais redirige *sys.stderr* vers un autre fichier ou objet fichier-compatible.

Ce gestionnaire de contexte est *réentrant*.

Nouveau dans la version 3.5.

class contextlib.**ContextDecorator**

Une classe mère qui permet à un gestionnaire de contexte d'être aussi utilisé comme décorateur.

Les gestionnaires de contexte héritant de `ContextDecorator` doivent implémenter `__enter__` et `__exit__` comme habituellement. `__exit__` conserve sa gestion optionnelle des exceptions même lors de l'utilisation en décorateur.

`ContextDecorator` est utilisé par *contextmanager()*, donc vous bénéficiez automatiquement de cette fonctionnalité.

Exemple de `ContextDecorator` :

```
from contextlib import ContextDecorator

class mycontext(ContextDecorator):
    def __enter__(self):
        print('Starting')
        return self

    def __exit__(self, *exc):
        print('Finishing')
        return False

>>> @mycontext()
... def function():
...     print('The bit in the middle')
...
>>> function()
Starting
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
The bit in the middle
Finishing

>>> with mycontext():
...     print('The bit in the middle')
...
Starting
The bit in the middle
Finishing
```

Ce changement est simplement un sucre syntaxique pour les constructions de la forme suivante :

```
def f():
    with cm():
        # Do stuff
```

`ContextDecorator` vous permet d'écrire à la place :

```
@cm()
def f():
    # Do stuff
```

Cela éclaircit le fait que `cm` s'applique à la fonction entière, et pas seulement à un morceau en particulier (et gagner un niveau d'indentation est toujours appréciable).

Les gestionnaires de contexte existants qui ont déjà une classe mère peuvent être étendus en utilisant `ContextDecorator` comme une *mixin* :

```
from contextlib import ContextDecorator

class mycontext(ContextBaseClass, ContextDecorator):
    def __enter__(self):
        return self

    def __exit__(self, *exc):
        return False
```

Note : Comme la fonction décorée doit être capable d'être appelée plusieurs fois, le gestionnaire de contexte sous-jacent doit permettre d'être utilisé dans de multiples instructions `with`. Si ce n'est pas le cas, alors la construction d'origine avec de multiples instructions `with` au sein de la fonction doit être utilisée.

Nouveau dans la version 3.2.

class contextlib.**ExitStack**

Gestionnaire de contexte conçu pour simplifier le fait de combiner programmatiquement d'autres gestionnaires de contexte et fonctions de nettoyage, spécifiquement ceux qui sont optionnels ou pilotés par des données d'entrée.

Par exemple, un ensemble de fichiers peut facilement être géré dans une unique instruction *with* comme suit :

```
with ExitStack() as stack:
    files = [stack.enter_context(open(fname)) for fname in filenames]
    # All opened files will automatically be closed at the end of
    # the with statement, even if attempts to open files later
    # in the list raise an exception
```

Chaque instance maintient une pile de fonctions de rappels (*callbacks*) enregistrées qui sont appelées en ordre inverse quand l'instance est fermée (explicitement ou implicitement à la fin d'un bloc `with`). Notez que ces fonctions ne sont *pas* invoquées implicitement quand l'instance de la pile de contextes est collectée par le ramasse-miettes.

Ce modèle de pile est utilisé afin que les gestionnaires de contexte qui acquièrent leurs ressources dans leur méthode `__init__` (tels que les objets-fichiers) puissent être gérés correctement.

Comme les fonctions de rappel enregistrées sont invoquées dans l'ordre inverse d'enregistrement, cela revient au même que si de multiples blocs `with` imbriqués avaient été utilisés avec l'ensemble de fonctions enregistrées. Cela s'étend aussi à la gestion d'exceptions — si une fonction de rappel intérieure supprime ou remplace une exception, alors les fonctions extérieures reçoivent des arguments basés sur ce nouvel état.

C'est une *API* relativement bas-niveau qui s'occupe de dérouler correctement la pile des appels de sortie. Elle fournit une base adaptée pour des gestionnaires de contexte de plus haut niveau qui manipulent la pile de sortie de manière spécifique à l'application.

Nouveau dans la version 3.3.

enter_context(*cm*)

Entre dans un nouveau gestionnaire de contexte et ajoute sa méthode `__exit__()` à la pile d'appels. La valeur de retour est le résultat de la méthode `__enter__()` du gestionnaire de contexte donné.

Ces gestionnaires de contexte peuvent supprimer des exceptions comme ils le feraient normalement s'ils étaient utilisés directement derrière une instruction `with`.

push(*exit*)

Ajoute la méthode `__exit__()` d'un gestionnaire de contexte à la pile d'appels.

Comme `__enter__` n'est *pas* invoquée, cette méthode peut être utilisée pour couvrir une partie de l'implémentation de `__enter__()` avec la propre méthode `__exit__()` d'un gestionnaire de contexte.

Si l'argument passé n'est pas un gestionnaire de contexte, la méthode assume qu'il s'agit d'une fonction de rappel avec la même signature que la méthode `__exit__()` des gestionnaires de contexte pour l'ajouter directement à la pile d'appels.

En retournant des valeurs vraies, ces fonctions peuvent supprimer des exceptions de la même manière que le peuvent les méthodes `__exit__()` des gestionnaires de contexte.

L'objet passé en paramètre est renvoyé par la fonction, ce qui permet à la méthode d'être utilisée comme décorateur de fonction.

callback(*callback*, **args*, ***kwds*)

Accepte une fonction arbitraire et ses arguments et les ajoute à la pile des fonctions de rappel.

À la différence des autres méthodes, les fonctions de rappel ajoutées de cette manière ne peuvent pas supprimer les exceptions (puisqu'elles ne reçoivent jamais les détails de l'exception).

La fonction passée en paramètre est renvoyée par la méthode, ce qui permet à la méthode d'être utilisée comme décorateur de fonction.

pop_all()

Transfère la pile d'appels à une nouvelle instance de *ExitStack* et la renvoie. Aucune fonction de rappel n'est invoquée par cette opération — à la place, elles sont dorénavant invoquées quand la nouvelle pile sera close (soit explicitement soit implicitement à la fin d'un bloc `with`).

Par exemple, un groupe de fichiers peut être ouvert comme une opération « tout ou rien » comme suit :

```
with ExitStack() as stack:
    files = [stack.enter_context(open(fname)) for fname in filenames]
    # Hold onto the close method, but don't call it yet.
    close_files = stack.pop_all().close
    # If opening any file fails, all previously opened files will be
    # closed automatically. If all files are opened successfully,
    # they will remain open even after the with statement ends.
    # close_files() can then be invoked explicitly to close them all.
```

close()

Déroule immédiatement la pile d'appels, invoquant les fonctions de rappel dans l'ordre inverse d'enregistrement. Pour chaque gestionnaire de contexte et fonction de sortie enregistré, les arguments passés indiqueront qu'aucune exception n'est survenue.

class contextlib.**AsyncExitStack**

Un gestionnaire de contexte asynchrone, similaire à *ExitStack*, apte à combiner à la fois des gestionnaires de contexte synchrones et asynchrones, ainsi que la gestion de coroutines pour la logique de nettoyage.

La méthode `close()` n'est pas implémentée, *aclose()* doit plutôt être utilisée.

enter_async_context(*cm*)

Similaire à `enter_context()` mais attend un gestionnaire de contexte asynchrone.

push_async_exit(*exit*)

Similaire à `push()` mais attend soit un gestionnaire de contexte asynchrone soit une fonction coroutine.

push_async_callback(*callback*, **args*, ***kwds*)
Similaire à `callback()` mais attend une fonction coroutine.

aclose()
Similaire à `close()` mais gère correctement les tâches asynchrones.

En continuité de l'exemple de *asynccontextmanager()* :

```
async with AsyncExitStack() as stack:
    connections = [await stack.enter_async_context(get_connection())
        for i in range(5)]
    # All opened connections will automatically be released at the end of
    # the async with statement, even if attempts to open a connection
    # later in the list raise an exception.
```

Nouveau dans la version 3.7.

30.7.2 Exemples et Recettes

Cette section décrit quelques exemples et recettes pour décrire une utilisation réelle des outils fournis par *contextlib*.

Gérer un nombre variable de gestionnaires de contexte

Le cas d'utilisation primaire de *ExitStack* est celui décrit dans la documentation de la classe : gérer un nombre variable de gestionnaires de contexte et d'autres opérations de nettoyage en une unique instruction `with`. La variabilité peut venir du nombre de gestionnaires de contexte voulus découlant d'une entrée de l'utilisateur (comme ouvrir une collection spécifique de fichiers de l'utilisateur), ou de certains gestionnaires de contexte qui peuvent être optionnels :

```
with ExitStack() as stack:
    for resource in resources:
        stack.enter_context(resource)
    if need_special_resource():
        special = acquire_special_resource()
        stack.callback(release_special_resource, special)
    # Perform operations that use the acquired resources
```

Comme montré, *ExitStack* rend aussi assez facile d'utiliser les instructions `with` pour gérer des ressources arbitraires qui ne gèrent pas nativement le protocole des gestionnaires de contexte.

Attraper des exceptions depuis les méthodes `__enter__`

Il est occasionnellement souhaitable d'attraper les exceptions depuis l'implémentation d'une méthode `__enter__`, *sans* attraper par inadvertance les exceptions du corps de l'instruction `with` ou de la méthode `__exit__` des gestionnaires de contexte. En utilisant *ExitStack*, les étapes du protocole des gestionnaires de contexte peuvent être légèrement séparées pour permettre le code suivant :

```
stack = ExitStack()
try:
    x = stack.enter_context(cm)
except Exception:
    # handle __enter__ exception
else:
    with stack:
        # Handle normal case
```

Avoir à faire cela est en fait surtout utile pour indiquer que l'*API* sous-jacente devrait fournir une interface directe de gestion des ressources à utiliser avec les instructions `try/except/finally`, mais que toutes les *API* ne sont pas bien conçues dans cet objectif. Quand un gestionnaire de contexte est la seule *API* de gestion des ressources fournie, alors *ExitStack* peut rendre plus facile la gestion de plusieurs situations qui ne peuvent pas être traitées directement dans une instruction `with`.

Nettoyer dans une méthode `__enter__`

Comme indiqué dans la documentation de *`ExitStack.push()`*, cette méthode peut être utile pour nettoyer une ressource déjà allouée si les dernières étapes de l'implémentation de `__enter__()` échouent.

Voici un exemple de gestionnaire de contexte qui reçoit des fonctions d'acquisition de ressources et de libération, avec une méthode de validation optionnelle, et qui les adapte au protocole des gestionnaires de contexte :

```
from contextlib import contextmanager, AbstractContextManager, ExitStack

class ResourceManager(AbstractContextManager):

    def __init__(self, acquire_resource, release_resource, check_resource_ok=None):
        self.acquire_resource = acquire_resource
        self.release_resource = release_resource
        if check_resource_ok is None:
            def check_resource_ok(resource):
                return True
        self.check_resource_ok = check_resource_ok

    @contextmanager
    def _cleanup_on_error(self):
        with ExitStack() as stack:
            stack.push(self)
            yield
            # The validation check passed and didn't raise an exception
            # Accordingly, we want to keep the resource, and pass it
            # back to our caller
            stack.pop_all()

    def __enter__(self):
        resource = self.acquire_resource()
        with self._cleanup_on_error():
            if not self.check_resource_ok(resource):
                msg = "Failed validation for {!r}"
                raise RuntimeError(msg.format(resource))
        return resource

    def __exit__(self, *exc_details):
        # We don't need to duplicate any of our resource release logic
        self.release_resource()
```

Remplacer un `try-finally` avec une option variable

Un modèle que vous rencontrerez parfois est un bloc `try-finally` avec une option pour indiquer si le corps de la clause `finally` doit être exécuté ou non. Dans sa forme la plus simple (qui ne peut pas déjà être gérée avec juste une clause `except`), cela ressemble à :

```
cleanup_needed = True
try:
    result = perform_operation()
    if result:
        cleanup_needed = False
finally:
    if cleanup_needed:
        cleanup_resources()
```

Comme avec n'importe quel code basé sur une instruction `try`, cela peut poser problème pour le développement et la revue, parce que beaucoup de codes d'installation et de nettoyage peuvent finir par être séparés par des sections de code arbitrairement longues.

ExitStack rend possible de plutôt enregistrer une fonction de rappel pour être exécutée à la fin d'une instruction `with`, et décider ensuite de passer l'exécution de cet appel :

```
from contextlib import ExitStack

with ExitStack() as stack:
    stack.callback(cleanup_resources)
    result = perform_operation()
    if result:
        stack.pop_all()
```

Cela permet de rendre explicite dès le départ le comportement de nettoyage attendu, plutôt que de nécessiter une option séparée.

Si une application particulière utilise beaucoup ce modèle, cela peut-être simplifié encore plus au moyen d'une petite classe d'aide :

```
from contextlib import ExitStack

class Callback(ExitStack):
    def __init__(self, callback, *args, **kwds):
        super(Callback, self).__init__()
        self.callback(callback, *args, **kwds)

    def cancel(self):
        self.pop_all()

with Callback(cleanup_resources) as cb:
    result = perform_operation()
    if result:
        cb.cancel()
```

Si le nettoyage de la ressource n'est pas déjà soigneusement embarqué dans une fonction autonome, il est possible d'utiliser le décorateur *ExitStack.callback()* pour déclarer la fonction de nettoyage de ressource en avance :

```
from contextlib import ExitStack

with ExitStack() as stack:
    @stack.callback
    def cleanup_resources():
        ...
    result = perform_operation()
    if result:
        stack.pop_all()
```

Dû au fonctionnement du protocole des décorateurs, une fonction déclarée ainsi ne peut prendre aucun paramètre. À la place, les ressources à libérer doivent être récupérées depuis l'extérieur comme des variables de fermeture (*closure*).

Utiliser un gestionnaire de contexte en tant que décorateur de fonction

ContextDecorator rend possible l'utilisation d'un gestionnaire de contexte à la fois ordinairement avec une instruction `with` ou comme un décorateur de fonction.

Par exemple, il est parfois utile d'emballer les fonctions ou blocs d'instructions avec un journaliseur qui pourrait suivre le temps d'exécution entre l'entrée et la sortie. Plutôt qu'écrire à la fois un décorateur et un gestionnaire de contexte pour la même tâche, hériter de *ContextDecorator* fournit les deux fonctionnalités en une seule définition :

```
from contextlib import ContextDecorator
import logging

logging.basicConfig(level=logging.INFO)
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
class track_entry_and_exit(ContextDecorator):
    def __init__(self, name):
        self.name = name

    def __enter__(self):
        logging.info('Entering: %s', self.name)

    def __exit__(self, exc_type, exc, exc_tb):
        logging.info('Exiting: %s', self.name)
```

Les instances de cette classe peuvent être utilisées comme gestionnaires de contexte :

```
with track_entry_and_exit('widget loader'):
    print('Some time consuming activity goes here')
    load_widget()
```

Et comme décorateurs de fonctions :

```
@track_entry_and_exit('widget loader')
def activity():
    print('Some time consuming activity goes here')
    load_widget()
```

Notez qu'il y a une autre limitation en utilisant les gestionnaires de contexte comme décorateurs : il n'y a aucune manière d'accéder à la valeur de retour de `__enter__()`. Si cette valeur est nécessaire, il faut utiliser explicitement une instruction `with`.

Voir aussi :

PEP 343 - The "with" statement La spécification, les motivations et des exemples de l'instruction `with` en Python.

30.7.3 Gestionnaires de contexte à usage unique, réutilisables et réentrants

La plupart des gestionnaires de contexte sont écrits d'une manière qui ne leur permet que d'être utilisés une fois avec une instruction `with`. Ces gestionnaires de contexte à usage unique doivent être recréés chaque fois qu'ils sont utilisés — tenter de les utiliser une seconde fois lève une exception ou ne fonctionne pas correctement.

Cette limitation commune signifie qu'il est généralement conseillé de créer les gestionnaires de contexte directement dans l'en-tête du bloc `with` où ils sont utilisés (comme montré dans tous les exemples d'utilisation au-dessus).

Les fichiers sont un exemple de gestionnaires de contexte étant effectivement à usage unique, puisque la première instruction `with` ferme le fichier, empêchant d'autres opérations d'entrée/sortie d'être exécutées sur ce fichier.

Les gestionnaires de contexte créés avec *`contextmanager()`* sont aussi à usage unique, et se plaindront du fait que le générateur sous-jacent ne produise plus de valeur si vous essayez de les utiliser une seconde fois :

```
>>> from contextlib import contextmanager
>>> @contextmanager
... def singleuse():
...     print("Before")
...     yield
...     print("After")
...
>>> cm = singleuse()
>>> with cm:
...     pass
...
Before
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
After
>>> with cm:
...     pass
...
Traceback (most recent call last):
    ...
RuntimeError: generator didn't yield
```

Gestionnaires de contexte réentrants

Certains gestionnaires de contexte plus sophistiqués peuvent être « réentrants ». Ces gestionnaires de contexte ne peuvent pas seulement être utilisés avec plusieurs instructions `with`, mais aussi *à l'intérieur* d'une instruction `with` qui utilise déjà ce même gestionnaire de contexte.

threading.RLock est un exemple de gestionnaire de contexte réentrant, comme le sont aussi *suppress()* et *redirect_stdout()*. Voici un très simple exemple d'utilisation réentrante :

```
>>> from contextlib import redirect_stdout
>>> from io import StringIO
>>> stream = StringIO()
>>> write_to_stream = redirect_stdout(stream)
>>> with write_to_stream:
...     print("This is written to the stream rather than stdout")
...     with write_to_stream:
...         print("This is also written to the stream")
...
>>> print("This is written directly to stdout")
This is written directly to stdout
>>> print(stream.getvalue())
This is written to the stream rather than stdout
This is also written to the stream
```

Les exemples plus réels de réentrance sont susceptibles d'invoquer plusieurs fonctions s'entre-appelant, et donc être bien plus compliqués que cet exemple.

Notez aussi qu'être réentrant ne signifie *pas* être *thread safe*. *redirect_stdout()*, par exemple, n'est définitivement pas *thread safe*, puisqu'il effectue des changements globaux sur l'état du système en branchant *sys.stdout* sur différents flux.

Gestionnaires de contexte réutilisables

D'autres gestionnaires de contexte que ceux à usage unique et les réentrants sont les gestionnaires de contexte « réutilisables » (ou, pour être plus explicite, « réutilisables mais pas réentrants », puisque les gestionnaires de contexte réentrants sont aussi réutilisables). Ces gestionnaires de contexte sont conçus afin d'être utilisés plusieurs fois, mais échoueront (ou ne fonctionnent pas correctement) si l'instance de gestionnaire de contexte référencée a déjà été utilisée dans une instruction *with* englobante.

threading.Lock est un exemple de gestionnaire de contexte réutilisable mais pas réentrant (pour un verrou réentrant, il faut à la place utiliser *threading.RLock*).

Un autre exemple de gestionnaire de contexte réutilisable mais pas réentrant est *ExitStack*, puisqu'il invoque *toutes* les fonctions de rappel actuellement enregistrées en quittant l'instruction *with*, sans regarder où ces fonctions ont été ajoutées :

```
>>> from contextlib import ExitStack
>>> stack = ExitStack()
>>> with stack:
...     stack.callback(print, "Callback: from first context")
...     print("Leaving first context")
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
...
Leaving first context
Callback: from first context
>>> with stack:
...     stack.callback(print, "Callback: from second context")
...     print("Leaving second context")
...
Leaving second context
Callback: from second context
>>> with stack:
...     stack.callback(print, "Callback: from outer context")
...     with stack:
...         stack.callback(print, "Callback: from inner context")
...         print("Leaving inner context")
...     print("Leaving outer context")
...
Leaving inner context
Callback: from inner context
Callback: from outer context
Leaving outer context
```

Comme le montre la sortie de l'exemple, réutiliser une simple pile entre plusieurs instructions *with* fonctionne correctement, mais essayer de les imbriquer fait que la pile est vidée à la fin du *with* le plus imbriqué, ce qui n'est probablement pas le comportement voulu.

Pour éviter ce problème, utilisez des instances différentes de `ExitStack` plutôt qu'une seule instance :

```
>>> from contextlib import ExitStack
>>> with ExitStack() as outer_stack:
...     outer_stack.callback(print, "Callback: from outer context")
...     with ExitStack() as inner_stack:
...         inner_stack.callback(print, "Callback: from inner context")
...         print("Leaving inner context")
...     print("Leaving outer context")
...
Leaving inner context
Callback: from inner context
Leaving outer context
Callback: from outer context
```

30.8 `abc` — Classes de Base Abstraites

Code source : Lib/abc.py

Le module fournit l'infrastructure pour définir les *classes de bases abstraites* (*Abstract Base Class* ou *ABC* en anglais) en Python, tel qu'indiqué dans la **PEP 3119** ; voir la PEP pour la raison de son ajout à Python. (Voir également la **PEP 3141** et le module `numbers` pour ce qui concerne la hiérarchie de types pour les nombres basés sur les classes de base abstraites). Par la suite nous utiliserons l'abréviation ABC (*Abstract Base Class*) pour désigner une classe de base abstraite.

Le module `collections` possède certaines classes concrètes qui dérivent d'ABC. Celles-ci peuvent, bien sur, être elles-mêmes dérivées. De plus, le sous-module `collections.abc` possède des ABC qui peuvent être utilisées pour tester si une classe ou une instance fournit une interface spécifique. Par exemple, est-elle hachable ou un tableau associatif (*mapping* en anglais) ?

Ce module fournit la métaclasse `ABCMeta` pour définir les ABC ainsi que la classe d'aide `ABC`, cette dernière permettant de définir des ABC en utilisant l'héritage :

class abc.**ABC**

Classe d'aide qui a *ABCMeta* pour métaclasse. Avec cette classe, une ABC peut être créée simplement en héritant de *ABC* , ce qui permet d'éviter l'utilisation parfois déroutante de métaclasse, par exemple :

```
from abc import ABC

class MyABC(ABC):
    pass
```

Il est à noter que le type de *ABC* reste *ABCMeta*. En conséquence, hériter de *ABC* nécessite les précautions habituelles concernant l'utilisation de métaclasses : l'utilisation d'héritage multiple peut entrainer des conflits de métaclasses. Il est également possible de définir une ABC en passant l'argument nommé *metaclass* et en utilisant *ABCMeta* directement, par exemple :

```
from abc import ABCMeta

class MyABC(metaclass=ABCMeta):
    pass
```

Nouveau dans la version 3.4.

class abc.**ABCMeta**

Métaclasse pour définir des classes de base abstraites (ABC).

Utilisez cette métaclasse pour créer une ABC. Il est possible d'hériter d'une ABC directement, cette classe de base abstraite fonctionne alors comme une classe *mixin*. Vous pouvez également enregistrer une classe concrète sans lien (même une classe native) et des ABC comme "sous-classes virtuelles" -- celles-ci et leur descendantes seront considérées comme des sous-classes de la classe de base abstraite par la fonction native *issubclass()*, mais les ABC enregistrées n'apparaitront pas dans leur ordre de résolution des méthodes (*MRO* pour *Method Resolution Order* en anglais). Les implémentations de méthodes définies par l'ABC ne seront pas appelable (pas même via *super()*). [1]

Les classes dont la métaclasse est *ABCMeta* possèdent les méthodes suivantes :

register(*subclass*)

Enregistrer *subclass* en tant que sous-classe virtuelle de cette ABC. Par exemple :

```
from abc import ABC

class MyABC(ABC):
    pass

MyABC.register(tuple)

assert issubclass(tuple, MyABC)
assert isinstance((), MyABC)
```

Modifié dans la version 3.3 : Renvoie la sous-classe enregistrée pour permettre l'utilisation en tant que décorateur de classe.

Modifié dans la version 3.4 : Pour détecter les appels à *register()*, vous pouvez utiliser la fonction *get_cache_token()*.

Vous pouvez également redéfinir cette méthode dans une ABC :

__subclasshook__(*subclass*)

(Doit être définie en tant que méthode de classe.)

Vérifie si *subclass* est considérée comme une sous-classe de cette ABC. Cela signifie que vous pouvez personnaliser le comportement de `issubclass` sans nécessiter d'appeler *register()* pour chacune des classes que vous souhaitez considérer comme sous-classe de l'ABC. (Cette méthode de classe est appelée par la méthode `__subclasscheck__()` de la classe de base abstraite).

Cette méthode doit renvoyer `True`, `False` ou `NotImplemented`. Si elle renvoie `True`, *subclass* est considérée comme sous-classe de cette ABC. Si elle renvoie `False`, la *subclass* n'est pas considérée une sous-classe de cette ABC même si elle l'aurait été en temps normal. Si elle renvoie `NotImplemented`, la vérification d'appartenance à la sous-classe continue via le mécanisme habituel.

1. Les développeurs C++ noteront que le concept Python de classe de base virtuelle (*virtual base class*) n'est pas le même que celui de C++.

Pour une illustration de ces concepts, voir cet exemple de définition de ABC :

```
class Foo:
    def __getitem__(self, index):
        ...
    def __len__(self):
        ...
    def get_iterator(self):
        return iter(self)

class MyIterable(ABC):

    @abstractmethod
    def __iter__(self):
        while False:
            yield None

    def get_iterator(self):
        return self.__iter__()

    @classmethod
    def __subclasshook__(cls, C):
        if cls is MyIterable:
            if any("__iter__" in B.__dict__ for B in C.__mro__):
                return True
        return NotImplemented

MyIterable.register(Foo)
```

L'ABC `MyIterable` définit la méthode d'itération *`__iter__()`* comme méthode abstraite. L'implémentation qui lui est donnée ici peut être appelée depuis les sous-classes. La méthode `get_iterator()` fait également partie de la classe de base abstraite `MyIterable`, mais elle n'a pas à être redéfinie dans les classes dérivées non-abstraites.

La méthode de classe *`__subclasshook__()`* définie ici dit que toute classe qui possède la méthode *`__iter__()`* dans son *`__dict__`* (ou dans une de ses classes de base, accédée via la liste *`__mro__`*) est considérée également comme un `MyIterable`.

Enfin, la dernière ligne fait de `Foo` une sous-classe virtuelle de `MyIterable`, même si cette classe ne définit pas de méthode *`__iter__()`* (elle utilise l'ancien protocole d'itération qui se définit en termes de `__len__()` et `__getitem__()`). A noter que cela ne rendra pas le `get_iterator` de `MyIterable` disponible comme une méthode de `Foo`, `get_iterator` est donc implémenté séparément.

Le module *`abc`* fournit aussi le décorateur :

`@abc.`**`abstractmethod`**

Un décorateur marquant les méthodes comme abstraites.

Utiliser ce décorateur nécessite que la métaclasse de la classe soit *`ABCMeta`* ou soit dérivée de celle-ci. Une classe qui possède une méta-classe dérivée de *`ABCMeta`* ne peut pas être instanciée à moins que toutes ses méthodes et propriétés abstraites soient redéfinies. Les méthodes abstraites peuvent être appelées en utilisant n'importe quel des mécanismes d'appel à 'super'. *`abstractmethod()`* peut être utilisée pour déclarer des méthodes abstraites pour les propriétés et descripteurs.

Python ne gère pas l'ajout dynamique de méthodes abstraites à une classe, il n'est pas non plus possible de modifier l'état d'abstraction d'une méthode ou d'une classe une fois celle-ci créée. *`abstractmethod()`* n'affecte que les sous-classes dérivées utilisant l'héritage classique. Les "sous-classes virtuelles" enregistrées avec la méthode `register()` de l'ABC ne sont pas affectées.

Quand le décorateur *`abstractmethod()`* est utilisé en même temps que d'autres descripteurs de méthodes, il doit être appliqué en tant que décorateur le plus interne. Voir les exemples d'utilisation suivants :

```
class C(ABC):
    @abstractmethod
    def my_abstract_method(self, ...):
        ...
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
    @classmethod
    @abstractmethod
    def my_abstract_classmethod(cls, ...):
        ...
    @staticmethod
    @abstractmethod
    def my_abstract_staticmethod(...):
        ...

    @property
    @abstractmethod
    def my_abstract_property(self):
        ...
    @my_abstract_property.setter
    @abstractmethod
    def my_abstract_property(self, val):
        ...

    @abstractmethod
    def _get_x(self):
        ...
    @abstractmethod
    def _set_x(self, val):
        ...
    x = property(_get_x, _set_x)
```

Afin d'interagir correctement avec le mécanisme de classe de base abstraite, un descripteur doit s'identifier comme abstrait en utilisant `__isabstractmethod__`. En général, cet attribut doit être `True` si au moins une des méthodes faisant partie du descripteur est abstraite. Par exemple, la classe native *property* de python fait l'équivalent de :

```
class Descriptor:
    ...
    @property
    def __isabstractmethod__(self):
        return any(getattr(f, '__isabstractmethod__', False) for
                   f in (self._fget, self._fset, self._fdel))
```

Note : Contrairement aux méthodes abstraites Java, ces méthodes abstraites peuvent être implémentées. Cette implémentation peut être appelée via le mécanisme *super()* depuis la classe qui la redéfinit. C'est typiquement utile pour y appeler *super* et ainsi coopérer correctement dans un environnement utilisant de l'héritage multiple.

Le module *abc* gère également les décorateurs historiques suivants :

`@abc.`**`abstractclassmethod`**

Nouveau dans la version 3.2.

Obsolète depuis la version 3.3 : Il est désormais possible d'utiliser *classmethod* avec *abstractmethod()*, cela rend ce décorateur redondant.

Sous-classe du décorateur natif *classmethod()* qui indique une méthode de classe (`classmethod`) abstraite. En dehors de cela, est similaire à *abstractmethod()*.

Ce cas spécial est obsolète car le décorateur *classmethod()* est désormais correctement identifié comme abstrait quand il est appliqué à une méthode abstraite :

```
class C(ABC):
    @classmethod
    @abstractmethod
    def my_abstract_classmethod(cls, ...):
        ...
```

@abc.**abstractstaticmethod**

Nouveau dans la version 3.2.

Obsolète depuis la version 3.3 : Il est désormais possible d'utiliser *staticmethod* avec *abstractmethod()*, cela rend ce décorateur redondant.

Sous-classe du décorateur natif *classmethod()* qui indique une méthode statique (staticmethod) abstraite. En dehors de cela, est similaire à *abstractmethod()*.

Ce cas spécial est obsolète car le décorateur *staticmethod()* est désormais correctement identifié comme abstrait quand appliqué à une méthode abstraite :

```
class C(ABC):
    @staticmethod
    @abstractmethod
    def my_abstract_staticmethod(...):
        ...
```

@abc.**abstractproperty**

Obsolète depuis la version 3.3 : Il est désormais possible d'utiliser *property*, property.getter(), property.setter() et property.deleter() avec *abstractmethod()*, ce qui rend ce décorateur redondant.

Sous-classe de *property()*, qui indique une propriété abstraite.

Ce cas spécial est obsolète car le décorateur *property()* est désormais correctement identifié comme abstrait quand appliqué à une méthode abstraite :

```
class C(ABC):
    @property
    @abstractmethod
    def my_abstract_property(self):
        ...
```

L'exemple ci-dessus définit une propriété en lecture seule. Vous pouvez également définir une propriété en lecture-écriture abstraite en indiquant une ou plusieurs des méthodes sous-jacentes comme abstraite :

```
class C(ABC):
    @property
    def x(self):
        ...

    @x.setter
    @abstractmethod
    def x(self, val):
        ...
```

Si seuls certains composants sont abstraits, seuls ces composants abstraits nécessitent d'être mis à jour pour créer une propriété concrète dans une sous-classe :

```
class D(C):
    @C.x.setter
    def x(self, val):
        ...
```

Le module *abc* fournit également la fonction suivante :

abc.**get_cache_token**()

Renvoie le jeton de cache (*cache token*) de l'ABC.

Le jeton est un objet opaque (qui implémente le test d'égalité) qui identifie la version actuelle du cache de l'ABC pour les sous-classes virtuelles. Le jeton change avec chaque appel à *ABCMeta.register()* sur n'importe quelle ABC.

Nouveau dans la version 3.4.

Notes

30.9 atexit — Gestionnaire de fin de programme

Le module *atexit* définit des fonctions pour inscrire et désinscrire des fonctions de nettoyage. Les fonctions ainsi inscrites sont automatiquement exécutées au moment de l'arrêt normal de l'interpréteur. *atexit* exécute ces fonctions dans l'ordre inverse dans lequel elles ont été inscrites ; si vous inscrivez A, B, et C, au moment de l'arrêt de l'interpréteur elles seront exécutées dans l'ordre C, B, A.

Note : Les fonctions inscrites via ce module ne sont pas appelées quand le programme est tué par un signal non géré par Python, quand une erreur fatale interne de Python est détectée, ou quand *os._exit()* est appelé.

Modifié dans la version 3.7 : Quand elles sont utilisées avec des sous-interpréteurs de l'API C, les fonctions inscrites sont locales à l'interpréteur dans lequel elles ont été inscrites.

atexit.**register**(*func*, **args*, ***kwargs*)
: Inscrit *func* comme une fonction à exécuter au moment de l'arrêt de l'interpréteur. Tout argument optionnel qui doit être passé à *func* doit être passé comme argument à *register()*. Il est possible d'inscrire les mêmes fonctions et arguments plus d'une fois.

  Lors d'un arrêt normal du programme (par exemple, si *sys.exit()* est appelée ou l'exécution du module principal se termine), toutes les fonctions inscrites sont appelées, dans l'ordre de la dernière arrivée, première servie. La supposition est que les modules les plus bas niveau vont normalement être importés avant les modules haut niveau et ainsi être nettoyés en dernier.

  Si une exception est levée durant l'exécution du gestionnaire de fin de programme, une trace d'appels est affichée (à moins que *SystemExit* ait été levée) et les informations de l'exception sont sauvegardées. Une fois que tous les gestionnaires de fin de programme ont eu une chance de s'exécuter, la dernière exception à avoir été levée l'est de nouveau.

  Cette fonction renvoie *func*, ce qui rend possible de l'utiliser en tant que décorateur.

atexit.**unregister**(*func*)
: Retire *func* de la liste des fonctions à exécuter à l'arrêt de l'interpréteur. Après avoir appelé *unregister()*, *func* est garantie de ne pas être appelée à l'arrêt de l'interpréteur, même si elle a été inscrite plus d'une fois. *unregister()* ne fait rien et reste muette dans le cas où *func* n'a pas été inscrite précédemment.

Voir aussi :

Module *readline* Un exemple utile de l'usage de *atexit* pour lire et écrire des fichiers d'historique *readline*.

30.9.1 Exemple avec atexit

Le simple exemple suivant démontre comment un module peut initialiser un compteur depuis un fichier quand il est importé, et sauver le valeur mise à jour du compteur automatiquement quand le programme se termine, sans avoir besoin que l'application fasse un appel explicite dans ce module au moment de l'arrêt de l'interpréteur.

```
try:
    with open("counterfile") as infile:
        _count = int(infile.read())
except FileNotFoundError:
    _count = 0

def incrcounter(n):
    global _count
    _count = _count + n

def savecounter():
    with open("counterfile", "w") as outfile:
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
        outfile.write("%d" % _count)

import atexit
atexit.register(savecounter)
```

Les arguments positionnels et par mot-clé peuvent aussi être passés à *register()* afin d'être repassés à la fonction inscrite lors de son appel :

```
def goodbye(name, adjective):
    print('Goodbye, %s, it was %s to meet you.' % (name, adjective))

import atexit
atexit.register(goodbye, 'Donny', 'nice')

# or:
atexit.register(goodbye, adjective='nice', name='Donny')
```

Utilisation en tant que *décorateur* :

```
import atexit

@atexit.register
def goodbye():
    print("You are now leaving the Python sector.")
```

Ceci fonctionne uniquement avec des fonctions qui peuvent être appelées sans argument.

30.10 `traceback` --- Print or retrieve a stack traceback

Source code : Lib/traceback.py

This module provides a standard interface to extract, format and print stack traces of Python programs. It exactly mimics the behavior of the Python interpreter when it prints a stack trace. This is useful when you want to print stack traces under program control, such as in a "wrapper" around the interpreter.

The module uses traceback objects --- this is the object type that is stored in the *sys.last_traceback* variable and returned as the third item from *sys.exc_info()*.

Le module définit les fonctions suivantes :

`traceback.`**`print_tb`**(*tb*, *limit=None*, *file=None*)

Print up to *limit* stack trace entries from traceback object *tb* (starting from the caller's frame) if *limit* is positive. Otherwise, print the last `abs(limit)` entries. If *limit* is omitted or `None`, all entries are printed. If *file* is omitted or `None`, the output goes to `sys.stderr`; otherwise it should be an open file or file-like object to receive the output.

Modifié dans la version 3.5 : Added negative *limit* support.

`traceback.`**`print_exception`**(*etype*, *value*, *tb*, *limit=None*, *file=None*, *chain=True*)

Print exception information and stack trace entries from traceback object *tb* to *file*. This differs from *print_tb()* in the following ways :

— if *tb* is not `None`, it prints a header `Traceback (most recent call last):`
— it prints the exception *etype* and *value* after the stack trace
— if *type(value)* is *SyntaxError* and *value* has the appropriate format, it prints the line where the syntax error occurred with a caret indicating the approximate position of the error.

The optional *limit* argument has the same meaning as for *print_tb()*. If *chain* is true (the default), then chained exceptions (the `__cause__` or `__context__` attributes of the exception) will be printed as well, like the interpreter itself does when printing an unhandled exception.

Modifié dans la version 3.5 : The *etype* argument is ignored and inferred from the type of *value*.

traceback.**print_exc**(*limit=None*, *file=None*, *chain=True*)
This is a shorthand for `print_exception(*sys.exc_info(), limit, file, chain)`.

traceback.**print_last**(*limit=None*, *file=None*, *chain=True*)
This is a shorthand for `print_exception(sys.last_type, sys.last_value, sys.last_traceback, limit, file, chain)`. In general it will work only after an exception has reached an interactive prompt (see *sys.last_type*).

traceback.**print_stack**(*f=None*, *limit=None*, *file=None*)
Print up to *limit* stack trace entries (starting from the invocation point) if *limit* is positive. Otherwise, print the last `abs(limit)` entries. If *limit* is omitted or `None`, all entries are printed. The optional *f* argument can be used to specify an alternate stack frame to start. The optional *file* argument has the same meaning as for *print_tb()*.

Modifié dans la version 3.5 : Added negative *limit* support.

traceback.**extract_tb**(*tb*, *limit=None*)
Return a *StackSummary* object representing a list of "pre-processed" stack trace entries extracted from the traceback object *tb*. It is useful for alternate formatting of stack traces. The optional *limit* argument has the same meaning as for *print_tb()*. A "pre-processed" stack trace entry is a *FrameSummary* object containing attributes `filename`, `lineno`, `name`, and `line` representing the information that is usually printed for a stack trace. The `line` is a string with leading and trailing whitespace stripped ; if the source is not available it is `None`.

traceback.**extract_stack**(*f=None*, *limit=None*)
Extract the raw traceback from the current stack frame. The return value has the same format as for *extract_tb()*. The optional *f* and *limit* arguments have the same meaning as for *print_stack()*.

traceback.**format_list**(*extracted_list*)
Given a list of tuples or *FrameSummary* objects as returned by *extract_tb()* or *extract_stack()*, return a list of strings ready for printing. Each string in the resulting list corresponds to the item with the same index in the argument list. Each string ends in a newline ; the strings may contain internal newlines as well, for those items whose source text line is not `None`.

traceback.**format_exception_only**(*etype*, *value*)
Format the exception part of a traceback. The arguments are the exception type and value such as given by `sys.last_type` and `sys.last_value`. The return value is a list of strings, each ending in a newline. Normally, the list contains a single string ; however, for *SyntaxError* exceptions, it contains several lines that (when printed) display detailed information about where the syntax error occurred. The message indicating which exception occurred is the always last string in the list.

traceback.**format_exception**(*etype*, *value*, *tb*, *limit=None*, *chain=True*)
Format a stack trace and the exception information. The arguments have the same meaning as the corresponding arguments to *print_exception()*. The return value is a list of strings, each ending in a newline and some containing internal newlines. When these lines are concatenated and printed, exactly the same text is printed as does *print_exception()*.

Modifié dans la version 3.5 : The *etype* argument is ignored and inferred from the type of *value*.

traceback.**format_exc**(*limit=None*, *chain=True*)
This is like `print_exc(limit)` but returns a string instead of printing to a file.

traceback.**format_tb**(*tb*, *limit=None*)
A shorthand for `format_list(extract_tb(tb, limit))`.

traceback.**format_stack**(*f=None*, *limit=None*)
A shorthand for `format_list(extract_stack(f, limit))`.

traceback.**clear_frames**(*tb*)
Clears the local variables of all the stack frames in a traceback *tb* by calling the `clear()` method of each frame object.

Nouveau dans la version 3.4.

traceback.**walk_stack**(*f*)
Walk a stack following `f.f_back` from the given frame, yielding the frame and line number for each frame. If *f* is `None`, the current stack is used. This helper is used with *StackSummary.extract()*.

Nouveau dans la version 3.5.

traceback.**walk_tb**(*tb*)
Walk a traceback following `tb_next` yielding the frame and line number for each frame. This helper is used with *`StackSummary.extract()`*.

Nouveau dans la version 3.5.

The module also defines the following classes :

30.10.1 `TracebackException` Objects

Nouveau dans la version 3.5.

`TracebackException` objects are created from actual exceptions to capture data for later printing in a lightweight fashion.

class traceback.**TracebackException**(*exc_type*, *exc_value*, *exc_traceback*, ***, *limit=None*, *lookup_lines=True*, *capture_locals=False*)
Capture an exception for later rendering. *limit*, *lookup_lines* and *capture_locals* are as for the *`StackSummary`* class.

Note that when locals are captured, they are also shown in the traceback.

__cause__
A *`TracebackException`* of the original `__cause__`.

__context__
A *`TracebackException`* of the original `__context__`.

__suppress_context__
The `__suppress_context__` value from the original exception.

stack
A *`StackSummary`* representing the traceback.

exc_type
The class of the original traceback.

filename
For syntax errors - the file name where the error occurred.

lineno
For syntax errors - the line number where the error occurred.

text
For syntax errors - the text where the error occurred.

offset
For syntax errors - the offset into the text where the error occurred.

msg
For syntax errors - the compiler error message.

classmethod from_exception(*exc*, ***, *limit=None*, *lookup_lines=True*, *capture_locals=False*)
Capture an exception for later rendering. *limit*, *lookup_lines* and *capture_locals* are as for the *`StackSummary`* class.

Note that when locals are captured, they are also shown in the traceback.

format(***, *chain=True*)
Format the exception.

If *chain* is not `True`, `__cause__` and `__context__` will not be formatted.

The return value is a generator of strings, each ending in a newline and some containing internal newlines. *`print_exception()`* is a wrapper around this method which just prints the lines to a file.

The message indicating which exception occurred is always the last string in the output.

format_exception_only()
Format the exception part of the traceback.

The return value is a generator of strings, each ending in a newline.

Normally, the generator emits a single string ; however, for *`SyntaxError`* exceptions, it emits several lines that (when printed) display detailed information about where the syntax error occurred.

The message indicating which exception occurred is always the last string in the output.

30.10.2 StackSummary Objects

Nouveau dans la version 3.5.

StackSummary objects represent a call stack ready for formatting.

class traceback.**StackSummary**

classmethod extract(*frame_gen*, *, *limit=None*, *lookup_lines=True*, *capture_locals=False*)
Construct a *StackSummary* object from a frame generator (such as is returned by *walk_stack()* or *walk_tb()*).

If *limit* is supplied, only this many frames are taken from *frame_gen*. If *lookup_lines* is `False`, the returned *FrameSummary* objects will not have read their lines in yet, making the cost of creating the *StackSummary* cheaper (which may be valuable if it may not actually get formatted). If *capture_locals* is `True` the local variables in each *FrameSummary* are captured as object representations.

classmethod from_list(*a_list*)
Construct a *StackSummary* object from a supplied list of *FrameSummary* objects or old-style list of tuples. Each tuple should be a 4-tuple with filename, lineno, name, line as the elements.

format()
Returns a list of strings ready for printing. Each string in the resulting list corresponds to a single frame from the stack. Each string ends in a newline ; the strings may contain internal newlines as well, for those items with source text lines.

For long sequences of the same frame and line, the first few repetitions are shown, followed by a summary line stating the exact number of further repetitions.

Modifié dans la version 3.6 : Long sequences of repeated frames are now abbreviated.

30.10.3 FrameSummary Objects

Nouveau dans la version 3.5.

FrameSummary objects represent a single frame in a traceback.

class traceback.**FrameSummary**(*filename*, *lineno*, *name*, *lookup_line=True*, *locals=None*, *line=None*)
Represent a single frame in the traceback or stack that is being formatted or printed. It may optionally have a stringified version of the frames locals included in it. If *lookup_line* is `False`, the source code is not looked up until the *FrameSummary* has the `line` attribute accessed (which also happens when casting it to a tuple). `line` may be directly provided, and will prevent line lookups happening at all. *locals* is an optional local variable dictionary, and if supplied the variable representations are stored in the summary for later display.

30.10.4 Traceback Examples

This simple example implements a basic read-eval-print loop, similar to (but less useful than) the standard Python interactive interpreter loop. For a more complete implementation of the interpreter loop, refer to the *code* module.

```
import sys, traceback

def run_user_code(envdir):
    source = input(">>> ")
    try:
        exec(source, envdir)
    except Exception:
        print("Exception in user code:")
        print("-"*60)
        traceback.print_exc(file=sys.stdout)
        print("-"*60)

envdir = {}
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
while True:
    run_user_code(envdir)
```

The following example demonstrates the different ways to print and format the exception and traceback :

```
import sys, traceback

def lumberjack():
    bright_side_of_death()

def bright_side_of_death():
    return tuple()[0]

try:
    lumberjack()
except IndexError:
    exc_type, exc_value, exc_traceback = sys.exc_info()
    print("*** print_tb:")
    traceback.print_tb(exc_traceback, limit=1, file=sys.stdout)
    print("*** print_exception:")
    # exc_type below is ignored on 3.5 and later
    traceback.print_exception(exc_type, exc_value, exc_traceback,
                              limit=2, file=sys.stdout)
    print("*** print_exc:")
    traceback.print_exc(limit=2, file=sys.stdout)
    print("*** format_exc, first and last line:")
    formatted_lines = traceback.format_exc().splitlines()
    print(formatted_lines[0])
    print(formatted_lines[-1])
    print("*** format_exception:")
    # exc_type below is ignored on 3.5 and later
    print(repr(traceback.format_exception(exc_type, exc_value,
                                          exc_traceback)))
    print("*** extract_tb:")
    print(repr(traceback.extract_tb(exc_traceback)))
    print("*** format_tb:")
    print(repr(traceback.format_tb(exc_traceback)))
    print("*** tb_lineno:", exc_traceback.tb_lineno)
```

The output for the example would look similar to this :

```
*** print_tb:
  File "<doctest...>", line 10, in <module>
    lumberjack()
*** print_exception:
Traceback (most recent call last):
  File "<doctest...>", line 10, in <module>
    lumberjack()
  File "<doctest...>", line 4, in lumberjack
    bright_side_of_death()
IndexError: tuple index out of range
*** print_exc:
Traceback (most recent call last):
  File "<doctest...>", line 10, in <module>
    lumberjack()
  File "<doctest...>", line 4, in lumberjack
    bright_side_of_death()
IndexError: tuple index out of range
*** format_exc, first and last line:
Traceback (most recent call last):
IndexError: tuple index out of range
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
*** format_exception:
['Traceback (most recent call last):\n',
 '  File "<doctest...>", line 10, in <module>\n    lumberjack()\n',
 '  File "<doctest...>", line 4, in lumberjack\n    bright_side_of_death()\n',
 '  File "<doctest...>", line 7, in bright_side_of_death\n    return tuple()[0]\n',
 'IndexError: tuple index out of range\n']
*** extract_tb:
[<FrameSummary file <doctest...>, line 10 in <module>>,
 <FrameSummary file <doctest...>, line 4 in lumberjack>,
 <FrameSummary file <doctest...>, line 7 in bright_side_of_death>]
*** format_tb:
['  File "<doctest...>", line 10, in <module>\n    lumberjack()\n',
 '  File "<doctest...>", line 4, in lumberjack\n    bright_side_of_death()\n',
 '  File "<doctest...>", line 7, in bright_side_of_death\n    return tuple()[0]\n']
*** tb_lineno: 10
```

The following example shows the different ways to print and format the stack :

```
>>> import traceback
>>> def another_function():
...     lumberstack()
...
>>> def lumberstack():
...     traceback.print_stack()
...     print(repr(traceback.extract_stack()))
...     print(repr(traceback.format_stack()))
...
>>> another_function()
  File "<doctest>", line 10, in <module>
    another_function()
  File "<doctest>", line 3, in another_function
    lumberstack()
  File "<doctest>", line 6, in lumberstack
    traceback.print_stack()
[('<doctest>', 10, '<module>', 'another_function()'),
 ('<doctest>', 3, 'another_function', 'lumberstack()'),
 ('<doctest>', 7, 'lumberstack', 'print(repr(traceback.extract_stack()))')]
['  File "<doctest>", line 10, in <module>\n    another_function()\n',
 '  File "<doctest>", line 3, in another_function\n    lumberstack()\n',
 '  File "<doctest>", line 8, in lumberstack\n    print(repr(traceback.format_
↪stack()))\n']
```

This last example demonstrates the final few formatting functions :

```
>>> import traceback
>>> traceback.format_list([('spam.py', 3, '<module>', 'spam.eggs()'),
...                        ('eggs.py', 42, 'eggs', 'return "bacon"')])
['  File "spam.py", line 3, in <module>\n    spam.eggs()\n',
 '  File "eggs.py", line 42, in eggs\n    return "bacon"\n']
>>> an_error = IndexError('tuple index out of range')
>>> traceback.format_exception_only(type(an_error), an_error)
['IndexError: tuple index out of range\n']
```

30.11 __future__ — Définitions des futurs

Source code : Lib/_future_.py

Le module *__future__* est un vrai module, et il a trois objectifs :

- éviter de dérouter les outils existants qui analysent les instructions d'importation et s'attendent à trouver les modules qu'ils importent ;
- s'assurer que les instructions *future* lancées sous les versions antérieures à 2.1 lèvent au moins des exceptions à l'exécution (l'importation du module *__future__* échoue, car il n'y avait pas de module de ce nom avant 2.1) ;
- Pour documenter le phasage de changements entraînant des incompatibilités : introduction, utilisation obligatoire. Il s'agit d'une forme de documentation exécutable, qui peut être inspectée par un programme en important *__future__* et en examinant son contenu.

Chaque instruction dans `__future__.py` est de la forme :

```
FeatureName = _Feature(OptionalRelease, MandatoryRelease,
                       CompilerFlag)
```

où, normalement, *OptionalRelease* est inférieur à *MandatoryRelease*, et les deux sont des quintuplets de la même forme que *sys.version_info* :

```
(PY_MAJOR_VERSION, # the 2 in 2.1.0a3; an int
 PY_MINOR_VERSION, # the 1; an int
 PY_MICRO_VERSION, # the 0; an int
 PY_RELEASE_LEVEL, # "alpha", "beta", "candidate" or "final"; string
 PY_RELEASE_SERIAL # the 3; an int
)
```

OptionalRelease enregistre la première version dans laquelle la fonctionnalité a été acceptée.

Dans le cas d'un *MandatoryRelease* qui n'a pas encore eu lieu, *MandatoryRelease* prédit la *release* dans laquelle la fonctionnalité deviendra un élément du langage.

Sinon *MandatoryRelease* enregistre lorsque la fonctionnalité est devenue une partie du langage ; dans cette version ou les suivantes, les modules n'ont plus besoin d'une déclaration *future* pour utiliser la fonctionnalité en question, mais ils peuvent continuer à utiliser ces importations.

MandatoryRelease peut également être `None`, ce qui signifie qu'une fonction planifiée a été abandonnée.

Les instances de classe `_Feature` ont deux méthodes correspondantes, `getOptionalRelease()` et `getMandatoryRelease()`.

CompilerFlag est un drapeau (chaque bit représente un champ) qui doit être passé en tant que quatrième argument à la fonction native *compile()* pour activer la fonctionnalité dans le code compilé dynamiquement. Cet indicateur est stocké dans l'attribut `compiler_flag` dans les instances de `_Feature`.

Aucune fonctionnalité ne sera jamais supprimée de *__future__*. Depuis son introduction dans Python 2.1, les fonctionnalités suivantes ont trouvé leur places dans le langage utilisant ce mécanisme :

fonctionnalité	optionnel dans	obligatoire dans	effet
nested_scopes	2.1.0b1	2.2	**PEP 227** : *Portées imbriquées*
générateurs	2.2.0a1	2.3	**PEP 255** : *Générateurs simples*
division	2.2.0a2	3.0	**PEP 238** : *Changement de l'opérateur de division*
absolute_import	2.5.0a1	3.0	**PEP 328** : *Importations : multilignes et absolues/relatives* (ressource en anglais)
with_statement	2.5.0a1	2.6	**PEP 343** : *L'instruction "with"*
print_function	2.6.0a2	3.0	**PEP 3105** : *Transformation de print en fonction*
unicode_literals	2.6.0a2	3.0	**PEP 3112** : *Chaînes d'octets littéraux en Python 3000*
generator_stop	3.5.0b1	3.7	**PEP 479** : *Gestion de *StopIteration* à l'intérieur des générateurs*
annotations	3.7.0b1	4.0	**PEP 563** : *Évaluation différée des annotations*

Voir aussi :

future Comment le compilateur gère les importations « futures ».

30.12 gc --- Garbage Collector interface

This module provides an interface to the optional garbage collector. It provides the ability to disable the collector, tune the collection frequency, and set debugging options. It also provides access to unreachable objects that the collector found but cannot free. Since the collector supplements the reference counting already used in Python, you can disable the collector if you are sure your program does not create reference cycles. Automatic collection can be disabled by calling `gc.disable()`. To debug a leaking program call `gc.set_debug(gc.DEBUG_LEAK)`. Notice that this includes `gc.DEBUG_SAVEALL`, causing garbage-collected objects to be saved in gc.garbage for inspection.

The *gc* module provides the following functions :

`gc.`**`enable`**`()`
Enable automatic garbage collection.

`gc.`**`disable`**`()`
Disable automatic garbage collection.

`gc.`**`isenabled`**`()`
Return `True` if automatic collection is enabled.

`gc.`**`collect`**`(`*generation=2*`)`
With no arguments, run a full collection. The optional argument *generation* may be an integer specifying which generation to collect (from 0 to 2). A *ValueError* is raised if the generation number is invalid. The number of unreachable objects found is returned.

The free lists maintained for a number of built-in types are cleared whenever a full collection or collection of the highest generation (2) is run. Not all items in some free lists may be freed due to the particular implementation, in particular *float*.

`gc.`**`set_debug`**`(`*flags*`)`
Set the garbage collection debugging flags. Debugging information will be written to `sys.stderr`. See below for a list of debugging flags which can be combined using bit operations to control debugging.

gc.**get_debug**()
Return the debugging flags currently set.

gc.**get_objects**()
Returns a list of all objects tracked by the collector, excluding the list returned.

gc.**get_stats**()
Return a list of three per-generation dictionaries containing collection statistics since interpreter start. The number of keys may change in the future, but currently each dictionary will contain the following items :
— `collections` is the number of times this generation was collected ;
— `collected` is the total number of objects collected inside this generation ;
— `uncollectable` is the total number of objects which were found to be uncollectable (and were therefore moved to the *garbage* list) inside this generation.
Nouveau dans la version 3.4.

gc.**set_threshold**(*threshold0*[, *threshold1*[, *threshold2*]])
Set the garbage collection thresholds (the collection frequency). Setting *threshold0* to zero disables collection.
The GC classifies objects into three generations depending on how many collection sweeps they have survived. New objects are placed in the youngest generation (generation `0`). If an object survives a collection it is moved into the next older generation. Since generation `2` is the oldest generation, objects in that generation remain there after a collection. In order to decide when to run, the collector keeps track of the number object allocations and deallocations since the last collection. When the number of allocations minus the number of deallocations exceeds *threshold0*, collection starts. Initially only generation `0` is examined. If generation `0` has been examined more than *threshold1* times since generation `1` has been examined, then generation `1` is examined as well. With the third generation, things are a bit more complicated, see Collecting the oldest generation for more information.

gc.**get_count**()
Return the current collection counts as a tuple of `(count0, count1, count2)`.

gc.**get_threshold**()
Return the current collection thresholds as a tuple of `(threshold0, threshold1, threshold2)`.

gc.**get_referrers**(**objs*)
Return the list of objects that directly refer to any of objs. This function will only locate those containers which support garbage collection ; extension types which do refer to other objects but do not support garbage collection will not be found.
Note that objects which have already been dereferenced, but which live in cycles and have not yet been collected by the garbage collector can be listed among the resulting referrers. To get only currently live objects, call *collect()* before calling *get_referrers()*.

> **Avertissement :** Care must be taken when using objects returned by *get_referrers()* because some of them could still be under construction and hence in a temporarily invalid state. Avoid using *get_referrers()* for any purpose other than debugging.

gc.**get_referents**(**objs*)
Return a list of objects directly referred to by any of the arguments. The referents returned are those objects visited by the arguments' C-level `tp_traverse` methods (if any), and may not be all objects actually directly reachable. `tp_traverse` methods are supported only by objects that support garbage collection, and are only required to visit objects that may be involved in a cycle. So, for example, if an integer is directly reachable from an argument, that integer object may or may not appear in the result list.

gc.**is_tracked**(*obj*)
Returns `True` if the object is currently tracked by the garbage collector, `False` otherwise. As a general rule, instances of atomic types aren't tracked and instances of non-atomic types (containers, user-defined objects...) are. However, some type-specific optimizations can be present in order to suppress the garbage collector footprint of simple instances (e.g. dicts containing only atomic keys and values) :

```
>>> gc.is_tracked(0)
False
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
>>> gc.is_tracked("a")
False
>>> gc.is_tracked([])
True
>>> gc.is_tracked({})
False
>>> gc.is_tracked({"a": 1})
False
>>> gc.is_tracked({"a": []})
True
```

Nouveau dans la version 3.1.

gc.**freeze**()
: Freeze all the objects tracked by gc - move them to a permanent generation and ignore all the future collections. This can be used before a POSIX fork() call to make the gc copy-on-write friendly or to speed up collection. Also collection before a POSIX fork() call may free pages for future allocation which can cause copy-on-write too so it's advised to disable gc in master process and freeze before fork and enable gc in child process.

  Nouveau dans la version 3.7.

gc.**unfreeze**()
: Unfreeze the objects in the permanent generation, put them back into the oldest generation.

  Nouveau dans la version 3.7.

gc.**get_freeze_count**()
: Return the number of objects in the permanent generation.

  Nouveau dans la version 3.7.

The following variables are provided for read-only access (you can mutate the values but should not rebind them) :

gc.**garbage**
: A list of objects which the collector found to be unreachable but could not be freed (uncollectable objects). Starting with Python 3.4, this list should be empty most of the time, except when using instances of C extension types with a non-`NULL` `tp_del` slot.

  If *DEBUG_SAVEALL* is set, then all unreachable objects will be added to this list rather than freed.

  Modifié dans la version 3.2 : If this list is non-empty at *interpreter shutdown*, a *ResourceWarning* is emitted, which is silent by default. If *DEBUG_UNCOLLECTABLE* is set, in addition all uncollectable objects are printed.

  Modifié dans la version 3.4 : Following **PEP 442**, objects with a `__del__()` method don't end up in *gc.garbage* anymore.

gc.**callbacks**
: A list of callbacks that will be invoked by the garbage collector before and after collection. The callbacks will be called with two arguments, *phase* and *info*.

  phase can be one of two values :

  "start" : The garbage collection is about to start.

  "stop" : The garbage collection has finished.

  info is a dict providing more information for the callback. The following keys are currently defined :

  "generation" : The oldest generation being collected.

  "collected" : When *phase* is "stop", the number of objects successfully collected.

  "uncollectable" : When *phase* is "stop", the number of objects that could not be collected and were put in *garbage*.

  Applications can add their own callbacks to this list. The primary use cases are :

  Gathering statistics about garbage collection, such as how often various generations are collected, and how long the collection takes.

  Allowing applications to identify and clear their own uncollectable types when they appear in *garbage*.

  Nouveau dans la version 3.3.

The following constants are provided for use with *set_debug()* :

gc.**DEBUG_STATS**
Print statistics during collection. This information can be useful when tuning the collection frequency.

gc.**DEBUG_COLLECTABLE**
Print information on collectable objects found.

gc.**DEBUG_UNCOLLECTABLE**
Print information of uncollectable objects found (objects which are not reachable but cannot be freed by the collector). These objects will be added to the garbage list.
Modifié dans la version 3.2 : Also print the contents of the *garbage* list at *interpreter shutdown*, if it isn't empty.

gc.**DEBUG_SAVEALL**
When set, all unreachable objects found will be appended to *garbage* rather than being freed. This can be useful for debugging a leaking program.

gc.**DEBUG_LEAK**
The debugging flags necessary for the collector to print information about a leaking program (equal to DEBUG_COLLECTABLE | DEBUG_UNCOLLECTABLE | DEBUG_SAVEALL).

30.13 inspect --- Inspect live objects

Code source : Lib/inspect.py

The *inspect* module provides several useful functions to help get information about live objects such as modules, classes, methods, functions, tracebacks, frame objects, and code objects. For example, it can help you examine the contents of a class, retrieve the source code of a method, extract and format the argument list for a function, or get all the information you need to display a detailed traceback.

There are four main kinds of services provided by this module : type checking, getting source code, inspecting classes and functions, and examining the interpreter stack.

30.13.1 Types and members

The *getmembers()* function retrieves the members of an object such as a class or module. The functions whose names begin with "is" are mainly provided as convenient choices for the second argument to *getmembers()*. They also help you determine when you can expect to find the following special attributes :

Type	Attribut	Description
module	__doc__	documentation string
	__file__	filename (missing for built-in modules)
classe	__doc__	documentation string
	__name__	name with which this class was defined
	__qualname__	nom qualifié
	__module__	name of module in which this class was defined
méthode	__doc__	documentation string
	__name__	name with which this method was defined
	__qualname__	nom qualifié
	__func__	function object containing implementation of method
	__self__	instance to which this method is bound, or None
	__module__	name of module in which this method was defined
fonction	__doc__	documentation string
	__name__	name with which this function was defined

Suite sur la page

Tableau 1 – suite de la page précédente

Type	Attribut	Description
	__qualname__	nom qualifié
	__code__	code object containing compiled function *bytecode*
	__defaults__	tuple of any default values for positional or keyword parameters
	__kwdefaults__	mapping of any default values for keyword-only parameters
	__globals__	global namespace in which this function was defined
	__annotations__	mapping of parameters names to annotations ; `"return"` key is reserved for return annotations
	__module__	name of module in which this function was defined
traceback	tb_frame	frame object at this level
	tb_lasti	index of last attempted instruction in bytecode
	tb_lineno	current line number in Python source code
	tb_next	next inner traceback object (called by this level)
frame	f_back	next outer frame object (this frame's caller)
	f_builtins	builtins namespace seen by this frame
	f_code	code object being executed in this frame
	f_globals	global namespace seen by this frame
	f_lasti	index of last attempted instruction in bytecode
	f_lineno	current line number in Python source code
	f_locals	local namespace seen by this frame
	f_trace	tracing function for this frame, or `None`
code	co_argcount	number of arguments (not including keyword only arguments, * or ** args)
	co_code	string of raw compiled bytecode
	co_cellvars	tuple of names of cell variables (referenced by containing scopes)
	co_consts	tuple of constants used in the bytecode
	co_filename	name of file in which this code object was created
	co_firstlineno	number of first line in Python source code
	co_flags	bitmap of `CO_*` flags, read more *here*
	co_lnotab	encoded mapping of line numbers to bytecode indices
	co_freevars	tuple of names of free variables (referenced via a function's closure)
	co_kwonlyargcount	number of keyword only arguments (not including ** arg)
	co_name	name with which this code object was defined
	co_names	tuple of names of local variables
	co_nlocals	number of local variables
	co_stacksize	virtual machine stack space required
	co_varnames	tuple of names of arguments and local variables
générateur	__name__	name
	__qualname__	nom qualifié
	gi_frame	frame
	gi_running	is the generator running ?
	gi_code	code
	gi_yieldfrom	object being iterated by `yield from`, or `None`
coroutine	__name__	name
	__qualname__	nom qualifié
	cr_await	object being awaited on, or `None`
	cr_frame	frame
	cr_running	is the coroutine running ?
	cr_code	code
	cr_origin	where coroutine was created, or `None`. See *`sys.set_coroutine_origin_tracking_`*
builtin	__doc__	documentation string
	__name__	original name of this function or method
	__qualname__	nom qualifié
	__self__	instance to which a method is bound, or `None`

Modifié dans la version 3.5 : Add `__qualname__` and `gi_yieldfrom` attributes to generators.

The `__name__` attribute of generators is now set from the function name, instead of the code name, and it can now

be modified.

Modifié dans la version 3.7 : Add `cr_origin` attribute to coroutines.

`inspect.`**`getmembers`**(*object*[, *predicate*])
Return all the members of an object in a list of (name, value) pairs sorted by name. If the optional *predicate* argument is supplied, only members for which the predicate returns a true value are included.

Note : *`getmembers()`* will only return class attributes defined in the metaclass when the argument is a class and those attributes have been listed in the metaclass' custom `__dir__()`.

`inspect.`**`getmodulename`**(*path*)
Return the name of the module named by the file *path*, without including the names of enclosing packages. The file extension is checked against all of the entries in *`importlib.machinery.all_suffixes()`*. If it matches, the final path component is returned with the extension removed. Otherwise, `None` is returned.

Note that this function *only* returns a meaningful name for actual Python modules - paths that potentially refer to Python packages will still return `None`.

Modifié dans la version 3.3 : The function is based directly on *`importlib`*.

`inspect.`**`ismodule`**(*object*)
Return `True` if the object is a module.

`inspect.`**`isclass`**(*object*)
Return `True` if the object is a class, whether built-in or created in Python code.

`inspect.`**`ismethod`**(*object*)
Return `True` if the object is a bound method written in Python.

`inspect.`**`isfunction`**(*object*)
Return `True` if the object is a Python function, which includes functions created by a *lambda* expression.

`inspect.`**`isgeneratorfunction`**(*object*)
Return `True` if the object is a Python generator function.

`inspect.`**`isgenerator`**(*object*)
Return `True` if the object is a generator.

`inspect.`**`iscoroutinefunction`**(*object*)
Return `True` if the object is a *coroutine function* (a function defined with an `async def` syntax).

Nouveau dans la version 3.5.

`inspect.`**`iscoroutine`**(*object*)
Return `True` if the object is a *coroutine* created by an `async def` function.

Nouveau dans la version 3.5.

`inspect.`**`isawaitable`**(*object*)
Return `True` if the object can be used in `await` expression.

Can also be used to distinguish generator-based coroutines from regular generators :

```
def gen():
    yield
@types.coroutine
def gen_coro():
    yield

assert not isawaitable(gen())
assert isawaitable(gen_coro())
```

Nouveau dans la version 3.5.

`inspect.`**`isasyncgenfunction`**(*object*)
Return `True` if the object is an *asynchronous generator* function, for example :

```
>>> async def agen():
...     yield 1
...
>>> inspect.isasyncgenfunction(agen)
True
```

Nouveau dans la version 3.6.

inspect.**isasyncgen**(*object*)
Return True if the object is an *asynchronous generator iterator* created by an *asynchronous generator* function.

Nouveau dans la version 3.6.

inspect.**istraceback**(*object*)
Return True if the object is a traceback.

inspect.**isframe**(*object*)
Return True if the object is a frame.

inspect.**iscode**(*object*)
Return True if the object is a code.

inspect.**isbuiltin**(*object*)
Return True if the object is a built-in function or a bound built-in method.

inspect.**isroutine**(*object*)
Return True if the object is a user-defined or built-in function or method.

inspect.**isabstract**(*object*)
Return True if the object is an abstract base class.

inspect.**ismethoddescriptor**(*object*)
Return True if the object is a method descriptor, but not if *ismethod()*, *isclass()*, *isfunction()* or *isbuiltin()* are true.

This, for example, is true of int.__add__. An object passing this test has a __get__() method but not a __set__() method, but beyond that the set of attributes varies. A *__name__* attribute is usually sensible, and __doc__ often is.

Methods implemented via descriptors that also pass one of the other tests return False from the *ismethoddescriptor()* test, simply because the other tests promise more -- you can, e.g., count on having the __func__ attribute (etc) when an object passes *ismethod()*.

inspect.**isdatadescriptor**(*object*)
Return True if the object is a data descriptor.

Data descriptors have both a __get__ and a __set__ method. Examples are properties (defined in Python), getsets, and members. The latter two are defined in C and there are more specific tests available for those types, which is robust across Python implementations. Typically, data descriptors will also have *__name__* and __doc__ attributes (properties, getsets, and members have both of these attributes), but this is not guaranteed.

inspect.**isgetsetdescriptor**(*object*)
Return True if the object is a getset descriptor.

CPython implementation detail : getsets are attributes defined in extension modules via PyGetSetDef structures. For Python implementations without such types, this method will always return False.

inspect.**ismemberdescriptor**(*object*)
Return True if the object is a member descriptor.

CPython implementation detail : Member descriptors are attributes defined in extension modules via PyMemberDef structures. For Python implementations without such types, this method will always return False.

30.13.2 Retrieving source code

inspect.**getdoc**(*object*)
Get the documentation string for an object, cleaned up with *cleandoc()*. If the documentation string for an object is not provided and the object is a class, a method, a property or a descriptor, retrieve the documentation string from the inheritance hierarchy.

Modifié dans la version 3.5 : Documentation strings are now inherited if not overridden.

inspect.**getcomments**(*object*)
Return in a single string any lines of comments immediately preceding the object's source code (for a class, function, or method), or at the top of the Python source file (if the object is a module). If the object's source code is unavailable, return `None`. This could happen if the object has been defined in C or the interactive shell.

inspect.**getfile**(*object*)
Return the name of the (text or binary) file in which an object was defined. This will fail with a *TypeError* if the object is a built-in module, class, or function.

inspect.**getmodule**(*object*)
Try to guess which module an object was defined in.

inspect.**getsourcefile**(*object*)
Return the name of the Python source file in which an object was defined. This will fail with a *TypeError* if the object is a built-in module, class, or function.

inspect.**getsourcelines**(*object*)
Return a list of source lines and starting line number for an object. The argument may be a module, class, method, function, traceback, frame, or code object. The source code is returned as a list of the lines corresponding to the object and the line number indicates where in the original source file the first line of code was found. An *OSError* is raised if the source code cannot be retrieved.

Modifié dans la version 3.3 : *OSError* is raised instead of *IOError*, now an alias of the former.

inspect.**getsource**(*object*)
Return the text of the source code for an object. The argument may be a module, class, method, function, traceback, frame, or code object. The source code is returned as a single string. An *OSError* is raised if the source code cannot be retrieved.

Modifié dans la version 3.3 : *OSError* is raised instead of *IOError*, now an alias of the former.

inspect.**cleandoc**(*doc*)
Clean up indentation from docstrings that are indented to line up with blocks of code.

All leading whitespace is removed from the first line. Any leading whitespace that can be uniformly removed from the second line onwards is removed. Empty lines at the beginning and end are subsequently removed. Also, all tabs are expanded to spaces.

30.13.3 Introspecting callables with the Signature object

Nouveau dans la version 3.3.

The Signature object represents the call signature of a callable object and its return annotation. To retrieve a Signature object, use the *signature()* function.

inspect.**signature**(*callable*, *, *follow_wrapped=True*)
Return a *Signature* object for the given `callable` :

```
>>> from inspect import signature
>>> def foo(a, *, b:int, **kwargs):
...     pass

>>> sig = signature(foo)

>>> str(sig)
'(a, *, b:int, **kwargs)'
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
>>> str(sig.parameters['b'])
'b:int'

>>> sig.parameters['b'].annotation
<class 'int'>
```

Accepts a wide range of Python callables, from plain functions and classes to *functools.partial()* objects.

Raises *ValueError* if no signature can be provided, and *TypeError* if that type of object is not supported.

A slash(/) in the signature of a function denotes that the parameters prior to it are positional-only. For more info, see the FAQ entry on positional-only parameters.

Nouveau dans la version 3.5 : `follow_wrapped` parameter. Pass `False` to get a signature of `callable` specifically (`callable.__wrapped__` will not be used to unwrap decorated callables.)

Note : Some callables may not be introspectable in certain implementations of Python. For example, in CPython, some built-in functions defined in C provide no metadata about their arguments.

---

class inspect.**Signature**(*parameters=None*, *, *return_annotation=Signature.empty*)

A Signature object represents the call signature of a function and its return annotation. For each parameter accepted by the function it stores a *Parameter* object in its *parameters* collection.

The optional *parameters* argument is a sequence of *Parameter* objects, which is validated to check that there are no parameters with duplicate names, and that the parameters are in the right order, i.e. positional-only first, then positional-or-keyword, and that parameters with defaults follow parameters without defaults.

The optional *return_annotation* argument, can be an arbitrary Python object, is the "return" annotation of the callable.

Signature objects are *immutable*. Use *Signature.replace()* to make a modified copy.

Modifié dans la version 3.5 : Signature objects are picklable and hashable.

empty

A special class-level marker to specify absence of a return annotation.

parameters

An ordered mapping of parameters' names to the corresponding *Parameter* objects. Parameters appear in strict definition order, including keyword-only parameters.

Modifié dans la version 3.7 : Python only explicitly guaranteed that it preserved the declaration order of keyword-only parameters as of version 3.7, although in practice this order had always been preserved in Python 3.

return_annotation

The "return" annotation for the callable. If the callable has no "return" annotation, this attribute is set to *Signature.empty*.

bind(**args*, ***kwargs*)

Create a mapping from positional and keyword arguments to parameters. Returns *BoundArguments* if `*args` and `**kwargs` match the signature, or raises a *TypeError*.

bind_partial(**args*, ***kwargs*)

Works the same way as *Signature.bind()*, but allows the omission of some required arguments (mimics *functools.partial()* behavior.) Returns *BoundArguments*, or raises a *TypeError* if the passed arguments do not match the signature.

replace(**[, parameters][, return_annotation]*)

Create a new Signature instance based on the instance replace was invoked on. It is possible to pass different `parameters` and/or `return_annotation` to override the corresponding properties of the base signature. To remove return_annotation from the copied Signature, pass in *Signature.empty*.

```
>>> def test(a, b):
...     pass
>>> sig = signature(test)
>>> new_sig = sig.replace(return_annotation="new return anno")
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
>>> str(new_sig)
"(a, b) -> 'new return anno'"
```

classmethod from_callable(*obj*, *, *follow_wrapped=True*)

Return a *Signature* (or its subclass) object for a given callable `obj`. Pass `follow_wrapped=False` to get a signature of `obj` without unwrapping its `__wrapped__` chain.

This method simplifies subclassing of *Signature* :

```
class MySignature(Signature):
    pass
sig = MySignature.from_callable(min)
assert isinstance(sig, MySignature)
```

Nouveau dans la version 3.5.

class inspect.**Parameter**(*name*, *kind*, *, *default=Parameter.empty*, *annotation=Parameter.empty*)

Parameter objects are *immutable*. Instead of modifying a Parameter object, you can use *Parameter.replace()* to create a modified copy.

Modifié dans la version 3.5 : Parameter objects are picklable and hashable.

empty

A special class-level marker to specify absence of default values and annotations.

name

The name of the parameter as a string. The name must be a valid Python identifier.

CPython implementation detail : CPython generates implicit parameter names of the form `.0` on the code objects used to implement comprehensions and generator expressions.

Modifié dans la version 3.6 : These parameter names are exposed by this module as names like `implicit0`.

default

The default value for the parameter. If the parameter has no default value, this attribute is set to *Parameter.empty*.

annotation

The annotation for the parameter. If the parameter has no annotation, this attribute is set to *Parameter.empty*.

kind

Describes how argument values are bound to the parameter. Possible values (accessible via *Parameter*, like `Parameter.KEYWORD_ONLY`) :

Nom	Signification
POSITIONAL_ONLY	Value must be supplied as a positional argument. Python has no explicit syntax for defining positional-only parameters, but many built-in and extension module functions (especially those that accept only one or two parameters) accept them.
POSITIONAL_OR_KEYWORD	Value may be supplied as either a keyword or positional argument (this is the standard binding behaviour for functions implemented in Python.)
VAR_POSITIONAL	A tuple of positional arguments that aren't bound to any other parameter. This corresponds to a `*args` parameter in a Python function definition.
KEYWORD_ONLY	Value must be supplied as a keyword argument. Keyword only parameters are those which appear after a `*` or `*args` entry in a Python function definition.
VAR_KEYWORD	A dict of keyword arguments that aren't bound to any other parameter. This corresponds to a `**kwargs` parameter in a Python function definition.

Example : print all keyword-only arguments without default values :

```
>>> def foo(a, b, *, c, d=10):
...     pass

>>> sig = signature(foo)
>>> for param in sig.parameters.values():
...     if (param.kind == param.KEYWORD_ONLY and
...                       param.default is param.empty):
...         print('Parameter:', param)
Parameter: c
```

replace(**[, name][, kind][, default][, annotation]*)

Create a new Parameter instance based on the instance replaced was invoked on. To override a *Parameter* attribute, pass the corresponding argument. To remove a default value or/and an annotation from a Parameter, pass *Parameter.empty*.

```
>>> from inspect import Parameter
>>> param = Parameter('foo', Parameter.KEYWORD_ONLY, default=42)
>>> str(param)
'foo=42'

>>> str(param.replace()) # Will create a shallow copy of 'param'
'foo=42'

>>> str(param.replace(default=Parameter.empty, annotation='spam'))
"foo:'spam'"
```

Modifié dans la version 3.4 : In Python 3.3 Parameter objects were allowed to have `name` set to `None` if their `kind` was set to `POSITIONAL_ONLY`. This is no longer permitted.

class inspect.**BoundArguments**

Result of a *Signature.bind()* or *Signature.bind_partial()* call. Holds the mapping of arguments to the function's parameters.

arguments

An ordered, mutable mapping (*collections.OrderedDict*) of parameters' names to arguments' values. Contains only explicitly bound arguments. Changes in *arguments* will reflect in *args* and *kwargs*.

Should be used in conjunction with *Signature.parameters* for any argument processing purposes.

Note : Arguments for which *Signature.bind()* or *Signature.bind_partial()* relied on a default value are skipped. However, if needed, use *BoundArguments.apply_defaults()* to add them.

---

args

A tuple of positional arguments values. Dynamically computed from the *arguments* attribute.

kwargs

A dict of keyword arguments values. Dynamically computed from the *arguments* attribute.

signature

A reference to the parent *Signature* object.

apply_defaults()

Set default values for missing arguments.

For variable-positional arguments (`*args`) the default is an empty tuple.

For variable-keyword arguments (`**kwargs`) the default is an empty dict.

```
>>> def foo(a, b='ham', *args): pass
>>> ba = inspect.signature(foo).bind('spam')
>>> ba.apply_defaults()
>>> ba.arguments
OrderedDict([('a', 'spam'), ('b', 'ham'), ('args', ())])
```

Nouveau dans la version 3.5.

The *args* and *kwargs* properties can be used to invoke functions :

```
def test(a, *, b):
    ...

sig = signature(test)
ba = sig.bind(10, b=20)
test(*ba.args, **ba.kwargs)
```

Voir aussi :

PEP 362 - Function Signature Object. The detailed specification, implementation details and examples.

30.13.4 Classes et fonctions

`inspect.`**`getclasstree`**(*classes*, *unique=False*)

Arrange the given list of classes into a hierarchy of nested lists. Where a nested list appears, it contains classes derived from the class whose entry immediately precedes the list. Each entry is a 2-tuple containing a class and a tuple of its base classes. If the *unique* argument is true, exactly one entry appears in the returned structure for each class in the given list. Otherwise, classes using multiple inheritance and their descendants will appear multiple times.

`inspect.`**`getargspec`**(*func*)

Get the names and default values of a Python function's parameters. A *named tuple* `ArgSpec(args, varargs, keywords, defaults)` is returned. *args* is a list of the parameter names. *varargs* and *keywords* are the names of the `*` and `**` parameters or `None`. *defaults* is a tuple of default argument values or `None` if there are no default arguments ; if this tuple has *n* elements, they correspond to the last *n* elements listed in *args*.

Obsolète depuis la version 3.0 : Use *getfullargspec()* for an updated API that is usually a drop-in replacement, but also correctly handles function annotations and keyword-only parameters.

Alternatively, use *signature()* and *Signature Object*, which provide a more structured introspection API for callables.

`inspect.`**`getfullargspec`**(*func*)

Get the names and default values of a Python function's parameters. A *named tuple* is returned :

`FullArgSpec(args, varargs, varkw, defaults, kwonlyargs, kwonlydefaults, annotations)`

args is a list of the positional parameter names. *varargs* is the name of the `*` parameter or `None` if arbitrary positional arguments are not accepted. *varkw* is the name of the `**` parameter or `None` if arbitrary keyword arguments are not accepted. *defaults* is an *n*-tuple of default argument values corresponding to the last *n* positional parameters, or `None` if there are no such defaults defined. *kwonlyargs* is a list of keyword-only parameter names in declaration order. *kwonlydefaults* is a dictionary mapping parameter names from *kwonlyargs* to the default values used if no argument is supplied. *annotations* is a dictionary mapping parameter names to annotations. The special key `"return"` is used to report the function return value annotation (if any).

Note that *signature()* and *Signature Object* provide the recommended API for callable introspection, and support additional behaviours (like positional-only arguments) that are sometimes encountered in extension module APIs. This function is retained primarily for use in code that needs to maintain compatibility with the Python 2 `inspect` module API.

Modifié dans la version 3.4 : This function is now based on *signature()*, but still ignores `__wrapped__` attributes and includes the already bound first parameter in the signature output for bound methods.

Modifié dans la version 3.6 : This method was previously documented as deprecated in favour of *signature()* in Python 3.5, but that decision has been reversed in order to restore a clearly supported standard interface for single-source Python 2/3 code migrating away from the legacy *getargspec()* API.

Modifié dans la version 3.7 : Python only explicitly guaranteed that it preserved the declaration order of keyword-only parameters as of version 3.7, although in practice this order had always been preserved in Python 3.

`inspect.`**`getargvalues`**(*frame*)

Get information about arguments passed into a particular frame. A *named tuple* `ArgInfo(args,`

varargs, keywords, locals) is returned. *args* is a list of the argument names. *varargs* and *keywords* are the names of the * and ** arguments or None. *locals* is the locals dictionary of the given frame.

Note : This function was inadvertently marked as deprecated in Python 3.5.

inspect.**formatargspec**(*args*[, *varargs*, *varkw*, *defaults*, *kwonlyargs*, *kwonlydefaults*, *annotations*[, *formatarg*, *formatvarargs*, *formatvarkw*, *formatvalue*, *formatreturns*, *formatannotations*]])

Format a pretty argument spec from the values returned by *getfullargspec()*.

The first seven arguments are (args, varargs, varkw, defaults, kwonlyargs, kwonlydefaults, annotations).

The other six arguments are functions that are called to turn argument names, * argument name, ** argument name, default values, return annotation and individual annotations into strings, respectively.

Par exemple :

```
>>> from inspect import formatargspec, getfullargspec
>>> def f(a: int, b: float):
...     pass
...
>>> formatargspec(*getfullargspec(f))
'(a: int, b: float)'
```

Obsolète depuis la version 3.5 : Use *signature()* and *Signature Object*, which provide a better introspecting API for callables.

inspect.**formatargvalues**(*args*[, *varargs*, *varkw*, *locals*, *formatarg*, *formatvarargs*, *formatvarkw*, *formatvalue*])

Format a pretty argument spec from the four values returned by *getargvalues()*. The format* arguments are the corresponding optional formatting functions that are called to turn names and values into strings.

Note : This function was inadvertently marked as deprecated in Python 3.5.

inspect.**getmro**(*cls*)

Return a tuple of class cls's base classes, including cls, in method resolution order. No class appears more than once in this tuple. Note that the method resolution order depends on cls's type. Unless a very peculiar user-defined metatype is in use, cls will be the first element of the tuple.

inspect.**getcallargs**(*func*, **args*, ***kwds*)

Bind the *args* and *kwds* to the argument names of the Python function or method *func*, as if it was called with them. For bound methods, bind also the first argument (typically named self) to the associated instance. A dict is returned, mapping the argument names (including the names of the * and ** arguments, if any) to their values from *args* and *kwds*. In case of invoking *func* incorrectly, i.e. whenever func(*args, **kwds) would raise an exception because of incompatible signature, an exception of the same type and the same or similar message is raised. For example :

```
>>> from inspect import getcallargs
>>> def f(a, b=1, *pos, **named):
...     pass
>>> getcallargs(f, 1, 2, 3) == {'a': 1, 'named': {}, 'b': 2, 'pos': (3,)}
True
>>> getcallargs(f, a=2, x=4) == {'a': 2, 'named': {'x': 4}, 'b': 1, 'pos': ()}
True
>>> getcallargs(f)
Traceback (most recent call last):
...
TypeError: f() missing 1 required positional argument: 'a'
```

Nouveau dans la version 3.2.

Obsolète depuis la version 3.5 : Use *Signature.bind()* and *Signature.bind_partial()* instead.

inspect.**getclosurevars**(*func*)
Get the mapping of external name references in a Python function or method *func* to their current values. A *named tuple* `ClosureVars(nonlocals, globals, builtins, unbound)` is returned. *nonlocals* maps referenced names to lexical closure variables, *globals* to the function's module globals and *builtins* to the builtins visible from the function body. *unbound* is the set of names referenced in the function that could not be resolved at all given the current module globals and builtins.

`TypeError` is raised if *func* is not a Python function or method.

Nouveau dans la version 3.3.

inspect.**unwrap**(*func*, *, *stop=None*)
Get the object wrapped by *func*. It follows the chain of `__wrapped__` attributes returning the last object in the chain.

stop is an optional callback accepting an object in the wrapper chain as its sole argument that allows the unwrapping to be terminated early if the callback returns a true value. If the callback never returns a true value, the last object in the chain is returned as usual. For example, `signature()` uses this to stop unwrapping if any object in the chain has a `__signature__` attribute defined.

`ValueError` is raised if a cycle is encountered.

Nouveau dans la version 3.4.

30.13.5 The interpreter stack

When the following functions return "frame records," each record is a *named tuple* `FrameInfo(frame, filename, lineno, function, code_context, index)`. The tuple contains the frame object, the filename, the line number of the current line, the function name, a list of lines of context from the source code, and the index of the current line within that list.

Modifié dans la version 3.5 : Return a named tuple instead of a tuple.

Note : Keeping references to frame objects, as found in the first element of the frame records these functions return, can cause your program to create reference cycles. Once a reference cycle has been created, the lifespan of all objects which can be accessed from the objects which form the cycle can become much longer even if Python's optional cycle detector is enabled. If such cycles must be created, it is important to ensure they are explicitly broken to avoid the delayed destruction of objects and increased memory consumption which occurs.

Though the cycle detector will catch these, destruction of the frames (and local variables) can be made deterministic by removing the cycle in a `finally` clause. This is also important if the cycle detector was disabled when Python was compiled or using `gc.disable()`. For example :

```
def handle_stackframe_without_leak():
    frame = inspect.currentframe()
    try:
        # do something with the frame
    finally:
        del frame
```

If you want to keep the frame around (for example to print a traceback later), you can also break reference cycles by using the `frame.clear()` method.

The optional *context* argument supported by most of these functions specifies the number of lines of context to return, which are centered around the current line.

inspect.**getframeinfo**(*frame*, *context=1*)
Get information about a frame or traceback object. A *named tuple* `Traceback(filename, lineno, function, code_context, index)` is returned.

inspect.**getouterframes**(*frame*, *context=1*)
Get a list of frame records for a frame and all outer frames. These frames represent the calls that lead to the creation of *frame*. The first entry in the returned list represents *frame*; the last entry represents the outermost call on *frame*'s stack.

Modifié dans la version 3.5 : A list of *named tuples* `FrameInfo(frame, filename, lineno, function, code_context, index)` is returned.

`inspect.`**`getinnerframes`**(*traceback*, *context=1*)

Get a list of frame records for a traceback's frame and all inner frames. These frames represent calls made as a consequence of *frame*. The first entry in the list represents *traceback*; the last entry represents where the exception was raised.

Modifié dans la version 3.5 : A list of *named tuples* `FrameInfo(frame, filename, lineno, function, code_context, index)` is returned.

`inspect.`**`currentframe`**()

Return the frame object for the caller's stack frame.

CPython implementation detail : This function relies on Python stack frame support in the interpreter, which isn't guaranteed to exist in all implementations of Python. If running in an implementation without Python stack frame support this function returns `None`.

`inspect.`**`stack`**(*context=1*)

Return a list of frame records for the caller's stack. The first entry in the returned list represents the caller; the last entry represents the outermost call on the stack.

Modifié dans la version 3.5 : A list of *named tuples* `FrameInfo(frame, filename, lineno, function, code_context, index)` is returned.

`inspect.`**`trace`**(*context=1*)

Return a list of frame records for the stack between the current frame and the frame in which an exception currently being handled was raised in. The first entry in the list represents the caller; the last entry represents where the exception was raised.

Modifié dans la version 3.5 : A list of *named tuples* `FrameInfo(frame, filename, lineno, function, code_context, index)` is returned.

30.13.6 Fetching attributes statically

Both *`getattr()`* and *`hasattr()`* can trigger code execution when fetching or checking for the existence of attributes. Descriptors, like properties, will be invoked and `__getattr__()` and `__getattribute__()` may be called.

For cases where you want passive introspection, like documentation tools, this can be inconvenient. *`getattr_static()`* has the same signature as *`getattr()`* but avoids executing code when it fetches attributes.

`inspect.`**`getattr_static`**(*obj*, *attr*, *default=None*)

Retrieve attributes without triggering dynamic lookup via the descriptor protocol, `__getattr__()` or `__getattribute__()`.

Note : this function may not be able to retrieve all attributes that getattr can fetch (like dynamically created attributes) and may find attributes that getattr can't (like descriptors that raise AttributeError). It can also return descriptors objects instead of instance members.

If the instance *`__dict__`* is shadowed by another member (for example a property) then this function will be unable to find instance members.

Nouveau dans la version 3.2.

`getattr_static()` does not resolve descriptors, for example slot descriptors or getset descriptors on objects implemented in C. The descriptor object is returned instead of the underlying attribute.

You can handle these with code like the following. Note that for arbitrary getset descriptors invoking these may trigger code execution :

```
# example code for resolving the builtin descriptor types
class _foo:
    __slots__ = ['foo']

slot_descriptor = type(_foo.foo)
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
getset_descriptor = type(type(open(__file__)).name)
wrapper_descriptor = type(str.__dict__['__add__'])
descriptor_types = (slot_descriptor, getset_descriptor, wrapper_descriptor)

result = getattr_static(some_object, 'foo')
if type(result) in descriptor_types:
    try:
        result = result.__get__()
    except AttributeError:
        # descriptors can raise AttributeError to
        # indicate there is no underlying value
        # in which case the descriptor itself will
        # have to do
        pass
```

30.13.7 Current State of Generators and Coroutines

When implementing coroutine schedulers and for other advanced uses of generators, it is useful to determine whether a generator is currently executing, is waiting to start or resume or execution, or has already terminated. *getgeneratorstate()* allows the current state of a generator to be determined easily.

inspect.**getgeneratorstate**(*generator*)

Get current state of a generator-iterator.

Possible states are :

- GEN_CREATED : Waiting to start execution.
- GEN_RUNNING : Currently being executed by the interpreter.
- GEN_SUSPENDED : Currently suspended at a yield expression.
- GEN_CLOSED : Execution has completed.

Nouveau dans la version 3.2.

inspect.**getcoroutinestate**(*coroutine*)

Get current state of a coroutine object. The function is intended to be used with coroutine objects created by `async def` functions, but will accept any coroutine-like object that has `cr_running` and `cr_frame` attributes.

Possible states are :

- CORO_CREATED : Waiting to start execution.
- CORO_RUNNING : Currently being executed by the interpreter.
- CORO_SUSPENDED : Currently suspended at an await expression.
- CORO_CLOSED : Execution has completed.

Nouveau dans la version 3.5.

The current internal state of the generator can also be queried. This is mostly useful for testing purposes, to ensure that internal state is being updated as expected :

inspect.**getgeneratorlocals**(*generator*)

Get the mapping of live local variables in *generator* to their current values. A dictionary is returned that maps from variable names to values. This is the equivalent of calling *locals()* in the body of the generator, and all the same caveats apply.

If *generator* is a *generator* with no currently associated frame, then an empty dictionary is returned. *TypeError* is raised if *generator* is not a Python generator object.

CPython implementation detail : This function relies on the generator exposing a Python stack frame for introspection, which isn't guaranteed to be the case in all implementations of Python. In such cases, this function will always return an empty dictionary.

Nouveau dans la version 3.3.

inspect.**getcoroutinelocals**(*coroutine*)

This function is analogous to *getgeneratorlocals()*, but works for coroutine objects created by `async def` functions.

Nouveau dans la version 3.5.

30.13.8 Code Objects Bit Flags

Python code objects have a `co_flags` attribute, which is a bitmap of the following flags :

`inspect.`**`CO_OPTIMIZED`**
The code object is optimized, using fast locals.

`inspect.`**`CO_NEWLOCALS`**
If set, a new dict will be created for the frame's `f_locals` when the code object is executed.

`inspect.`**`CO_VARARGS`**
The code object has a variable positional parameter (`*args`-like).

`inspect.`**`CO_VARKEYWORDS`**
The code object has a variable keyword parameter (`**kwargs`-like).

`inspect.`**`CO_NESTED`**
The flag is set when the code object is a nested function.

`inspect.`**`CO_GENERATOR`**
The flag is set when the code object is a generator function, i.e. a generator object is returned when the code object is executed.

`inspect.`**`CO_NOFREE`**
The flag is set if there are no free or cell variables.

`inspect.`**`CO_COROUTINE`**
The flag is set when the code object is a coroutine function. When the code object is executed it returns a coroutine object. See **PEP 492** for more details.

Nouveau dans la version 3.5.

`inspect.`**`CO_ITERABLE_COROUTINE`**
The flag is used to transform generators into generator-based coroutines. Generator objects with this flag can be used in `await` expression, and can `yield from` coroutine objects. See **PEP 492** for more details.

Nouveau dans la version 3.5.

`inspect.`**`CO_ASYNC_GENERATOR`**
The flag is set when the code object is an asynchronous generator function. When the code object is executed it returns an asynchronous generator object. See **PEP 525** for more details.

Nouveau dans la version 3.6.

Note : The flags are specific to CPython, and may not be defined in other Python implementations. Furthermore, the flags are an implementation detail, and can be removed or deprecated in future Python releases. It's recommended to use public APIs from the *`inspect`* module for any introspection needs.

30.13.9 Interface en ligne de commande

The *`inspect`* module also provides a basic introspection capability from the command line.

By default, accepts the name of a module and prints the source of that module. A class or function within the module can be printed instead by appended a colon and the qualified name of the target object.

`--details`
Print information about the specified object rather than the source code

30.14 site --- Site-specific configuration hook

Code source : Lib/site.py

This module is automatically imported during initialization. The automatic import can be suppressed using the interpreter's -S option.

Importing this module will append site-specific paths to the module search path and add a few builtins, unless -S was used. In that case, this module can be safely imported with no automatic modifications to the module search path or additions to the builtins. To explicitly trigger the usual site-specific additions, call the *site.main()* function.

Modifié dans la version 3.3 : Importing the module used to trigger paths manipulation even when using -S.

It starts by constructing up to four directories from a head and a tail part. For the head part, it uses sys.prefix and sys.exec_prefix; empty heads are skipped. For the tail part, it uses the empty string and then lib/site-packages (on Windows) or lib/python*X.Y*/site-packages (on Unix and Macintosh). For each of the distinct head-tail combinations, it sees if it refers to an existing directory, and if so, adds it to sys.path and also inspects the newly added path for configuration files.

Modifié dans la version 3.5 : Support for the "site-python" directory has been removed.

If a file named "pyvenv.cfg" exists one directory above sys.executable, sys.prefix and sys.exec_prefix are set to that directory and it is also checked for site-packages (sys.base_prefix and sys.base_exec_prefix will always be the "real" prefixes of the Python installation). If "pyvenv.cfg" (a bootstrap configuration file) contains the key "include-system-site-packages" set to anything other than "false" (case-insensitive), the system-level prefixes will still also be searched for site-packages; otherwise they won't.

A path configuration file is a file whose name has the form *name*.pth and exists in one of the four directories mentioned above; its contents are additional items (one per line) to be added to sys.path. Non-existing items are never added to sys.path, and no check is made that the item refers to a directory rather than a file. No item is added to sys.path more than once. Blank lines and lines beginning with # are skipped. Lines starting with import (followed by space or tab) are executed.

For example, suppose sys.prefix and sys.exec_prefix are set to /usr/local. The Python X.Y library is then installed in /usr/local/lib/python*X.Y*. Suppose this has a subdirectory /usr/local/lib/python*X.Y*/site-packages with three subsubdirectories, foo, bar and spam, and two path configuration files, foo.pth and bar.pth. Assume foo.pth contains the following :

```
# foo package configuration

foo
bar
bletch
```

and bar.pth contains :

```
# bar package configuration

bar
```

Then the following version-specific directories are added to sys.path, in this order :

```
/usr/local/lib/pythonX.Y/site-packages/bar
/usr/local/lib/pythonX.Y/site-packages/foo
```

Note that bletch is omitted because it doesn't exist; the bar directory precedes the foo directory because bar.pth comes alphabetically before foo.pth; and spam is omitted because it is not mentioned in either path configuration file.

After these path manipulations, an attempt is made to import a module named sitecustomize, which can perform arbitrary site-specific customizations. It is typically created by a system administrator in the site-packages directory. If this import fails with an *ImportError* or its subclass exception, and the exception's name attribute equals to

'sitecustomize', it is silently ignored. If Python is started without output streams available, as with pythonw.exe on Windows (which is used by default to start IDLE), attempted output from sitecustomize is ignored. Any other exception causes a silent and perhaps mysterious failure of the process.

After this, an attempt is made to import a module named usercustomize, which can perform arbitrary user-specific customizations, if *ENABLE_USER_SITE* is true. This file is intended to be created in the user site-packages directory (see below), which is part of sys.path unless disabled by -s. If this import fails with an *ImportError* or its subclass exception, and the exception's name attribute equals to 'usercustomize', it is silently ignored.

Note that for some non-Unix systems, sys.prefix and sys.exec_prefix are empty, and the path manipulations are skipped; however the import of sitecustomize and usercustomize is still attempted.

30.14.1 Readline configuration

On systems that support *readline*, this module will also import and configure the *rlcompleter* module, if Python is started in interactive mode and without the -S option. The default behavior is enable tab-completion and to use ~/.python_history as the history save file. To disable it, delete (or override) the *sys.__interactivehook__* attribute in your sitecustomize or usercustomize module or your PYTHONSTARTUP file.

Modifié dans la version 3.4 : Activation of rlcompleter and history was made automatic.

30.14.2 Module contents

site.**PREFIXES**
: A list of prefixes for site-packages directories.

site.**ENABLE_USER_SITE**
: Flag showing the status of the user site-packages directory. True means that it is enabled and was added to sys.path. False means that it was disabled by user request (with -s or PYTHONNOUSERSITE). None means it was disabled for security reasons (mismatch between user or group id and effective id) or by an administrator.

site.**USER_SITE**
: Path to the user site-packages for the running Python. Can be None if *getusersitepackages()* hasn't been called yet. Default value is ~/.local/lib/python*X.Y*/site-packages for UNIX and non-framework Mac OS X builds, ~/Library/Python/*X.Y*/lib/python/site-packages for Mac framework builds, and *%APPDATA%*\Python\Python*XY*\site-packages on Windows. This directory is a site directory, which means that .pth files in it will be processed.

site.**USER_BASE**
: Path to the base directory for the user site-packages. Can be None if *getuserbase()* hasn't been called yet. Default value is ~/.local for UNIX and Mac OS X non-framework builds, ~/Library/Python/*X.Y* for Mac framework builds, and *%APPDATA%*\Python for Windows. This value is used by Distutils to compute the installation directories for scripts, data files, Python modules, etc. for the user installation scheme. See also PYTHONUSERBASE.

site.**main**()
: Adds all the standard site-specific directories to the module search path. This function is called automatically when this module is imported, unless the Python interpreter was started with the -S flag.

  Modifié dans la version 3.3 : This function used to be called unconditionally.

site.**addsitedir**(*sitedir*, *known_paths=None*)
: Add a directory to sys.path and process its .pth files. Typically used in sitecustomize or usercustomize (see above).

site.**getsitepackages**()
: Return a list containing all global site-packages directories.

  Nouveau dans la version 3.2.

site.**getuserbase**()
Return the path of the user base directory, *USER_BASE*. If it is not initialized yet, this function will also set it, respecting PYTHONUSERBASE.

Nouveau dans la version 3.2.

site.**getusersitepackages**()
Return the path of the user-specific site-packages directory, *USER_SITE*. If it is not initialized yet, this function will also set it, respecting PYTHONNOUSERSITE and *USER_BASE*.

Nouveau dans la version 3.2.

30.14.3 Command Line Interface

The *site* module also provides a way to get the user directories from the command line :

```
$ python3 -m site --user-site
/home/user/.local/lib/python3.3/site-packages
```

If it is called without arguments, it will print the contents of *sys.path* on the standard output, followed by the value of *USER_BASE* and whether the directory exists, then the same thing for *USER_SITE*, and finally the value of *ENABLE_USER_SITE*.

--user-base
Print the path to the user base directory.

--user-site
Print the path to the user site-packages directory.

If both options are given, user base and user site will be printed (always in this order), separated by *os.pathsep*.

If any option is given, the script will exit with one of these values : 0 if the user site-packages directory is enabled, 1 if it was disabled by the user, 2 if it is disabled for security reasons or by an administrator, and a value greater than 2 if there is an error.

Voir aussi :

PEP 370 -- Répertoire site-packages propre à l'utilisateur.

CHAPITRE 31

Interpréteurs Python personnalisés

Les modules décrits dans ce chapitre permettent d'écrire des interfaces similaires à l'interpréteur interactif de Python. Si vous voulez un interpréteur Python qui gère quelques fonctionnalités supplémentaires, vous devriez regarder le module *code*. (Le module *codeop* est un module de plus bas niveau permettant de compiler des morceaux, pas forcément complets, de Python.)

La liste complète des modules décrits dans ce chapitre est :

31.1 code --- Interpreter base classes

Code source : Lib/code.py

The `code` module provides facilities to implement read-eval-print loops in Python. Two classes and convenience functions are included which can be used to build applications which provide an interactive interpreter prompt.

class `code.`**InteractiveInterpreter**(*locals=None*)
This class deals with parsing and interpreter state (the user's namespace); it does not deal with input buffering or prompting or input file naming (the filename is always passed in explicitly). The optional *locals* argument specifies the dictionary in which code will be executed; it defaults to a newly created dictionary with key `'__name__'` set to `'__console__'` and key `'__doc__'` set to `None`.

class `code.`**InteractiveConsole**(*locals=None*, *filename="<console>"*)
Closely emulate the behavior of the interactive Python interpreter. This class builds on *InteractiveInterpreter* and adds prompting using the familiar `sys.ps1` and `sys.ps2`, and input buffering.

`code.`**interact**(*banner=None*, *readfunc=None*, *local=None*, *exitmsg=None*)
Convenience function to run a read-eval-print loop. This creates a new instance of *InteractiveConsole* and sets *readfunc* to be used as the *InteractiveConsole.raw_input()* method, if provided. If *local* is provided, it is passed to the *InteractiveConsole* constructor for use as the default namespace for the interpreter loop. The *interact()* method of the instance is then run with *banner* and *exitmsg* passed as the banner and exit message to use, if provided. The console object is discarded after use.

Modifié dans la version 3.6 : Added *exitmsg* parameter.

`code.`**compile_command**(*source*, *filename="<input>"*, *symbol="single"*)
This function is useful for programs that want to emulate Python's interpreter main loop (a.k.a. the read-eval-print loop). The tricky part is to determine when the user has entered an incomplete command that can be

completed by entering more text (as opposed to a complete command or a syntax error). This function *almost* always makes the same decision as the real interpreter main loop.

source is the source string ; *filename* is the optional filename from which source was read, defaulting to `'<input>'` ; and *symbol* is the optional grammar start symbol, which should be `'single'` (the default), `'eval'` or `'exec'`.

Returns a code object (the same as `compile(source, filename, symbol)`) if the command is complete and valid ; `None` if the command is incomplete ; raises *SyntaxError* if the command is complete and contains a syntax error, or raises *OverflowError* or *ValueError* if the command contains an invalid literal.

31.1.1 Interactive Interpreter Objects

`InteractiveInterpreter.`**`runsource`**(*source*, *filename="<input>"*, *symbol="single"*)

Compile and run some source in the interpreter. Arguments are the same as for *compile_command()* ; the default for *filename* is `'<input>'`, and for *symbol* is `'single'`. One of several things can happen :

— The input is incorrect ; *compile_command()* raised an exception (*SyntaxError* or *OverflowError*). A syntax traceback will be printed by calling the *showsyntaxerror()* method. *runsource()* returns `False`.

— The input is incomplete, and more input is required ; *compile_command()* returned `None`. *runsource()* returns `True`.

— The input is complete ; *compile_command()* returned a code object. The code is executed by calling the *runcode()* (which also handles run-time exceptions, except for *SystemExit*). *runsource()* returns `False`.

The return value can be used to decide whether to use `sys.ps1` or `sys.ps2` to prompt the next line.

`InteractiveInterpreter.`**`runcode`**(*code*)

Execute a code object. When an exception occurs, *showtraceback()* is called to display a traceback. All exceptions are caught except *SystemExit*, which is allowed to propagate.

A note about *KeyboardInterrupt* : this exception may occur elsewhere in this code, and may not always be caught. The caller should be prepared to deal with it.

`InteractiveInterpreter.`**`showsyntaxerror`**(*filename=None*)

Display the syntax error that just occurred. This does not display a stack trace because there isn't one for syntax errors. If *filename* is given, it is stuffed into the exception instead of the default filename provided by Python's parser, because it always uses `'<string>'` when reading from a string. The output is written by the *write()* method.

`InteractiveInterpreter.`**`showtraceback`**()

Display the exception that just occurred. We remove the first stack item because it is within the interpreter object implementation. The output is written by the *write()* method.

Modifié dans la version 3.5 : The full chained traceback is displayed instead of just the primary traceback.

`InteractiveInterpreter.`**`write`**(*data*)

Write a string to the standard error stream (`sys.stderr`). Derived classes should override this to provide the appropriate output handling as needed.

31.1.2 Interactive Console Objects

The *InteractiveConsole* class is a subclass of *InteractiveInterpreter*, and so offers all the methods of the interpreter objects as well as the following additions.

`InteractiveConsole.`**`interact`**(*banner=None*, *exitmsg=None*)

Closely emulate the interactive Python console. The optional *banner* argument specify the banner to print before the first interaction ; by default it prints a banner similar to the one printed by the standard Python interpreter, followed by the class name of the console object in parentheses (so as not to confuse this with the real interpreter -- since it's so close !).

The optional *exitmsg* argument specifies an exit message printed when exiting. Pass the empty string to suppress the exit message. If *exitmsg* is not given or `None`, a default message is printed.

Modifié dans la version 3.4 : To suppress printing any banner, pass an empty string.

Modifié dans la version 3.6 : Print an exit message when exiting.

`InteractiveConsole.`**`push`**`(`*line*`)`

Push a line of source text to the interpreter. The line should not have a trailing newline ; it may have internal newlines. The line is appended to a buffer and the interpreter's `runsource()` method is called with the concatenated contents of the buffer as source. If this indicates that the command was executed or invalid, the buffer is reset ; otherwise, the command is incomplete, and the buffer is left as it was after the line was appended. The return value is `True` if more input is required, `False` if the line was dealt with in some way (this is the same as `runsource()`).

`InteractiveConsole.`**`resetbuffer`**`()`

Remove any unhandled source text from the input buffer.

`InteractiveConsole.`**`raw_input`**`(`*prompt=""*`)`

Write a prompt and read a line. The returned line does not include the trailing newline. When the user enters the EOF key sequence, *`EOFError`* is raised. The base implementation reads from `sys.stdin` ; a subclass may replace this with a different implementation.

31.2 `codeop` — Compilation de code Python

Code source : Lib/codeop.py

Le module *`codeop`* fournit des outils permettant d'émuler une boucle de lecture-évaluation-affichage (en anglais *read-eval-print-loop* ou REPL), comme dans le module *`code`*. Par conséquent, ce module n'est pas destiné à être utilisé directement ; pour inclure un REPL dans un programme, il est préférable d'utiliser le module *`code`*.

Cette tâche se divise en deux parties :

1. Pouvoir affirmer qu'une ligne d'entrée est une instruction complète, ou achève une instruction : en bref, savoir s'il faut afficher « >>> » ou « `...` » à sa suite.
2. Conserver les instructions déjà entrées par l'utilisateur, afin que les entrées suivantes puissent êtres compilées avec elles.

Le module *`codeop`* fournit un moyen d'effectuer ces deux parties, individuellement ou simultanément.

Pour ne faire que la première partie :

`codeop.`**`compile_command`**`(`*source*, *filename="<input>"*, *symbol="single"*`)`

Essaye de compiler *source*, qui doit être une chaîne de caractères représentant du code Python valide et renvoie un objet code le cas échéant. Dans ce cas, l'attribut de nom de fichier de l'objet code renvoyé sera *filename* (`'<input>'` par défaut). Renvoie `None` si *source* n'est *pas* du code Python valide, mais un *début* de code Python valide.

En cas de problème avec *source*, une exception est levée ; *`SyntaxError`* si la syntaxe Python est incorrecte, et *`OverflowError`* ou *`ValueError`* si un littéral invalide est rencontré.

The *symbol* argument determines whether *source* is compiled as a statement (`'single'`, the default), as a sequence of statements (`'exec'`) or as an *expression* (`'eval'`). Any other value will cause *`ValueError`* to be raised.

Note : Il est possible (quoique improbable) que l'analyseur s'arrête avant d'atteindre la fin du code source ; dans ce cas, les symboles venant après peuvent être ignorés au lieu de provoquer une erreur. Par exemple, une barre oblique inverse suivie de deux retours à la ligne peut être suivie par de la mémoire non-initialisée. Ceci sera corrigé quand l'interface de l'analyseur aura été améliorée.

`class` `codeop.`**`Compile`**

Les instances de cette classe ont des méthodes `__call__()` de signature identique à la fonction native *`compile()`*, à la différence près que si l'instance compile du code source contenant une instruction *`__future__`*, l'instance s'en « souviendra » et compilera tous les codes sources suivants avec cette instruction activée.

class codeop.**CommandCompiler**

Les instances de cette classe ont des méthodes `__call__()` de signature identique à la fonction *compile_command()*, à la différence près que si l'instance compile du code source contenant une instruction `__future__`, l'instance s'en « souviendra » et compilera tous les codes sources suivants avec cette instruction activée.

CHAPITRE 32

Importer des modules

Les modules décrits dans ce chapitre fournissent de nouveaux moyens d'importer d'autres modules Python, et des *hooks* pour personnaliser le processus d'importation.

La liste complète des modules décrits dans ce chapitre est :

32.1 `zipimport` — Importer des modules à partir d'archives Zip

Ce module ajoute la possibilité d'importer des modules Python (`*.py`, `*.pyc`) et des paquets depuis des archives au format ZIP. Il n'est généralement pas nécessaire d'utiliser explicitement le module *`zipimport`* ; il est automatiquement utilisé par le mécanisme intégré de `import` pour les éléments *`sys.path`* qui sont des chemins vers les archives ZIP.

Typiquement, *`sys.path`* est une liste de noms de répertoires sous forme de chaînes. Ce module permet également à un élément de *`sys.path`* d'être une chaîne nommant une archive de fichier ZIP. L'archive ZIP peut contenir une structure de sous-répertoire pour prendre en charge les importations de paquets, et un chemin dans l'archive peut être spécifié pour importer uniquement à partir d'un sous-répertoire. Par exemple, le chemin d'accès `example.zip/lib/` importerait uniquement depuis le sous-répertoire `lib/` dans l'archive.

Tous les fichiers peuvent être présents dans l'archive ZIP, mais seuls les fichiers `.py` et `.pyc` sont disponibles pour importation. L'importation ZIP des modules dynamiques (`.pyd`, `.so`) est interdite. Notez que si une archive ne contient que des fichiers `.py` , Python n'essaiera pas de modifier l'archive en ajoutant le fichier correspondant `.pyc`, ce qui signifie que si une archive ZIP ne contient pas de fichier : `.pyc`, l'importation peut être assez lente.

Les archives ZIP avec un commentaire ne sont actuellement pas prises en charge.

Voir aussi :

PKZIP Application Note Documentation sur le format de fichier ZIP par Phil Katz, créateur du format et des algorithmes utilisés.

PEP 273 - Import Modules from Zip Archives Écrit par James C. Ahlstrom, qui a également fourni une mise en œuvre. Python 2.3 suit les spécifications de PEP 273, mais utilise une implémentation écrite par Just van Rossum qui utilise les crochets d'importation décrits dans PEP 302.

PEP 302 — Nouveaux crochets d'importation Le PEP pour ajouter les crochets d'importation qui aident ce module à fonctionner.

Ce module définit une exception :

exception zipimport.**ZipImportError**
Exception levée par les objets *zipimporter*. C'est une sous-classe de *ImportError*, donc il peut être pris comme *ImportError*, aussi.

32.1.1 Objets *zimporter*

zipimporter est la classe pour importer des fichiers ZIP.

class zipimport.**zipimporter**(*archivepath*)
Créez une nouvelle instance de *zipimporter*. *archivepath* doit être un chemin vers un fichier ZIP, ou vers un chemin spécifique dans un fichier ZIP. Par exemple, un *archivepath* de `foo/bar.zip/lib` cherchera les modules dans le répertoire `lib` du fichier ZIP `foo/bar.zip` (si celui-ci existe).
ZipImportError est levée si *archivepath* ne pointe pas vers une archive ZIP valide.

find_module(*fullname*[, *path*])
Rechercher un module spécifié par *fullname*. *fullname* doit être le nom du module entièrement qualifié (*dotted*). Elle retourne l'instance *zipimporter* elle-même si le module a été trouvé, ou *None* si ce n'est pas le cas. L'argument optionnel *path* est ignoré --- il est là pour la compatibilité avec le protocole de l'importateur.

get_code(*fullname*)
Retourne l'objet de code pour le module spécifié. Lève *ZipImportError* si le module n'a pas pu être trouvé.

get_data(*pathname*)
Renvoie les données associées à *pathname*. Lève *OSError* si le fichier n'a pas été trouvé.
Modifié dans la version 3.3 : Précédemment, c'était l'exception *IOError* qui était levée, au lieu de *OSError*.

get_filename(*fullname*)
Renvoie la valeur `__file__` qui serait définie si le module spécifié était importé. Lève *ZipImportError* si le module n'a pas pu être trouvé.
Nouveau dans la version 3.1.

get_source(*fullname*)
Renvoie le code source du module spécifié. Lève *ZipImportError* si le module n'a pas pu être trouvé, renvoie *None* si l'archive contient le module, mais n'en a pas la source.

is_package(*fullname*)
Renvoie `True` si le module spécifié par *fullname* est un paquet. Lève *ZipImportError* si le module n'a pas pu être trouvé.

load_module(*fullname*)
Charge le module spécifié par *fullname*. *fullname* doit être le nom du module entièrement qualifié (*dotted*). Il renvoie le module importé, ou augmente *ZipImportError* s'il n'a pas été trouvé.

archive
Le nom de fichier de l'archive ZIP associé à l'importateur, sans sous-chemin possible.

prefix
Le sous-chemin du fichier ZIP où les modules sont recherchés. C'est la chaîne vide pour les objets *zipimporter* qui pointent vers la racine du fichier ZIP.

Les attributs *archive* et *prefix*, lorsqu'ils sont combinés avec une barre oblique, égalent l'argument original *archivepath* donné au constructeur *zipimporter*.

32.1.2 Exemples

Voici un exemple qui importe un module d'une archive ZIP — notez que le module *zipimport* n'est pas explicitement utilisé.

```
$ unzip -l example.zip
Archive:  example.zip
  Length     Date   Time    Name
 --------    ----   ----    ----
     8467  11-26-02 22:30   jwzthreading.py
 --------                   -------
     8467                   1 file
$ ./python
Python 2.3 (#1, Aug 1 2003, 19:54:32)
>>> import sys
>>> sys.path.insert(0, 'example.zip')  # Add .zip file to front of path
>>> import jwzthreading
>>> jwzthreading.__file__
'example.zip/jwzthreading.py'
```

32.2 `pkgutil` --- Package extension utility

Code source : Lib/pkgutil.py

This module provides utilities for the import system, in particular package support.

class pkgutil.**ModuleInfo**(*module_finder*, *name*, *ispkg*)
A namedtuple that holds a brief summary of a module's info.
Nouveau dans la version 3.6.

pkgutil.**extend_path**(*path*, *name*)
Extend the search path for the modules which comprise a package. Intended use is to place the following code in a package's `__init__.py` :

```
from pkgutil import extend_path
__path__ = extend_path(__path__, __name__)
```

This will add to the package's `__path__` all subdirectories of directories on `sys.path` named after the package. This is useful if one wants to distribute different parts of a single logical package as multiple directories.
It also looks for `*.pkg` files beginning where `*` matches the *name* argument. This feature is similar to `*.pth` files (see the *site* module for more information), except that it doesn't special-case lines starting with `import`. A `*.pkg` file is trusted at face value : apart from checking for duplicates, all entries found in a `*.pkg` file are added to the path, regardless of whether they exist on the filesystem. (This is a feature.)
If the input path is not a list (as is the case for frozen packages) it is returned unchanged. The input path is not modified ; an extended copy is returned. Items are only appended to the copy at the end.
It is assumed that *sys.path* is a sequence. Items of *sys.path* that are not strings referring to existing directories are ignored. Unicode items on *sys.path* that cause errors when used as filenames may cause this function to raise an exception (in line with *os.path.isdir()* behavior).

class pkgutil.**ImpImporter**(*dirname=None*)
PEP 302 Finder that wraps Python's "classic" import algorithm.
If *dirname* is a string, a **PEP 302** finder is created that searches that directory. If *dirname* is `None`, a **PEP 302** finder is created that searches the current *sys.path*, plus any modules that are frozen or built-in.
Note that *ImpImporter* does not currently support being used by placement on *sys.meta_path*.
Obsolète depuis la version 3.3 : This emulation is no longer needed, as the standard import mechanism is now fully PEP 302 compliant and available in *importlib*.

class pkgutil.**ImpLoader**(*fullname*, *file*, *filename*, *etc*)

Loader that wraps Python's "classic" import algorithm.

Obsolète depuis la version 3.3 : This emulation is no longer needed, as the standard import mechanism is now fully PEP 302 compliant and available in *importlib*.

pkgutil.**find_loader**(*fullname*)

Retrieve a module *loader* for the given *fullname*.

This is a backwards compatibility wrapper around *importlib.util.find_spec()* that converts most failures to *ImportError* and only returns the loader rather than the full ModuleSpec.

Modifié dans la version 3.3 : Updated to be based directly on *importlib* rather than relying on the package internal PEP 302 import emulation.

Modifié dans la version 3.4 : Updated to be based on **PEP 451**

pkgutil.**get_importer**(*path_item*)

Retrieve a *finder* for the given *path_item*.

The returned finder is cached in *sys.path_importer_cache* if it was newly created by a path hook.

The cache (or part of it) can be cleared manually if a rescan of *sys.path_hooks* is necessary.

Modifié dans la version 3.3 : Updated to be based directly on *importlib* rather than relying on the package internal PEP 302 import emulation.

pkgutil.**get_loader**(*module_or_name*)

Get a *loader* object for *module_or_name*.

If the module or package is accessible via the normal import mechanism, a wrapper around the relevant part of that machinery is returned. Returns None if the module cannot be found or imported. If the named module is not already imported, its containing package (if any) is imported, in order to establish the package __path__.

Modifié dans la version 3.3 : Updated to be based directly on *importlib* rather than relying on the package internal PEP 302 import emulation.

Modifié dans la version 3.4 : Updated to be based on **PEP 451**

pkgutil.**iter_importers**(*fullname=''*)

Yield *finder* objects for the given module name.

If fullname contains a '.', the finders will be for the package containing fullname, otherwise they will be all registered top level finders (i.e. those on both sys.meta_path and sys.path_hooks).

If the named module is in a package, that package is imported as a side effect of invoking this function.

If no module name is specified, all top level finders are produced.

Modifié dans la version 3.3 : Updated to be based directly on *importlib* rather than relying on the package internal PEP 302 import emulation.

pkgutil.**iter_modules**(*path=None*, *prefix=''*)

Yields *ModuleInfo* for all submodules on *path*, or, if *path* is None, all top-level modules on sys.path.

path should be either None or a list of paths to look for modules in.

prefix is a string to output on the front of every module name on output.

Note : Only works for a *finder* which defines an iter_modules() method. This interface is non-standard, so the module also provides implementations for *importlib.machinery.FileFinder* and *zipimport.zipimporter*.

Modifié dans la version 3.3 : Updated to be based directly on *importlib* rather than relying on the package internal PEP 302 import emulation.

pkgutil.**walk_packages**(*path=None*, *prefix=''*, *onerror=None*)

Yields *ModuleInfo* for all modules recursively on *path*, or, if *path* is None, all accessible modules.

path should be either None or a list of paths to look for modules in.

prefix is a string to output on the front of every module name on output.

Note that this function must import all *packages* (*not* all modules !) on the given *path*, in order to access the __path__ attribute to find submodules.

onerror is a function which gets called with one argument (the name of the package which was being imported) if any exception occurs while trying to import a package. If no *onerror* function is supplied, *ImportError*s are caught and ignored, while all other exceptions are propagated, terminating the search.

Exemples :

```
# list all modules python can access
walk_packages()

# list all submodules of ctypes
walk_packages(ctypes.__path__, ctypes.__name__ + '.')
```

Note : Only works for a *finder* which defines an `iter_modules()` method. This interface is non-standard, so the module also provides implementations for *importlib.machinery.FileFinder* and *zipimport.zipimporter*.

Modifié dans la version 3.3 : Updated to be based directly on *importlib* rather than relying on the package internal PEP 302 import emulation.

`pkgutil.`**`get_data`**(*package*, *resource*)

Get a resource from a package.

This is a wrapper for the *loader* *get_data* API. The *package* argument should be the name of a package, in standard module format (`foo.bar`). The *resource* argument should be in the form of a relative filename, using `/` as the path separator. The parent directory name `..` is not allowed, and nor is a rooted name (starting with a `/`).

The function returns a binary string that is the contents of the specified resource.

For packages located in the filesystem, which have already been imported, this is the rough equivalent of :

```
d = os.path.dirname(sys.modules[package].__file__)
data = open(os.path.join(d, resource), 'rb').read()
```

If the package cannot be located or loaded, or it uses a *loader* which does not support *get_data*, then `None` is returned. In particular, the *loader* for *namespace packages* does not support *get_data*.

32.3 `modulefinder` — Identifie les modules utilisés par un script

Code source : Lib/modulefinder.py

Ce module fournit une classe *ModuleFinder* qui peut être utilisée pour déterminer la liste des modules importés par un script. `modulefinder.py` peut aussi être utilisé en tant que script, en passant le nom du fichier Python en argument, ce qui affichera un rapport sur les modules importés.

`modulefinder.`**`AddPackagePath`**(*pkg_name*, *path*)

Enregistre que le paquet *pkg_name* peut être trouvé au chemin *path* spécifié.

`modulefinder.`**`ReplacePackage`**(*oldname*, *newname*)

Permet de spécifier que le module nommé *oldname* est en réalité le paquet nommé *newname*.

`class` `modulefinder.`**`ModuleFinder`**(*path=None*, *debug=0*, *excludes=[]*, *replace_paths=[]*)

Cette classe fournit les méthodes *run_script()* et *report()* pour déterminer l'ensemble des modules importés par un script. *path* peut être une liste de dossiers dans lesquels chercher les modules ; si non spécifié, `sys.path` est utilisé. *debug* définit le niveau de débogage ; des valeurs plus élevées produisent plus de détails sur ce que fait la classe. *excludes* est une liste de noms de modules à exclure de l'analyse. *replace_paths* est une liste de tuples `(oldpath, newpath)` qui seront remplacés dans les chemins des modules.

`report`()

Affiche un rapport sur la sortie standard qui liste les modules importés par le script et leurs chemins, ainsi que les modules manquants ou qui n'ont pas été trouvés.

`run_script`(*pathname*)

Analyse le contenu du fichier *pathname*, qui doit contenir du code Python.

`modules`

Un dictionnaire de correspondance entre nom de modules et modules. Voir *Exemples d'utilisation de la classe ModuleFinder*.

32.3.1 Exemples d'utilisation de la classe `ModuleFinder`

Le script qui sera analysé (*bacon.py*) :

```
import re, itertools

try:
    import baconhameggs
except ImportError:
    pass

try:
    import guido.python.ham
except ImportError:
    pass
```

Le script qui va afficher le rapport de *bacon.py* :

```
from modulefinder import ModuleFinder

finder = ModuleFinder()
finder.run_script('bacon.py')

print('Loaded modules:')
for name, mod in finder.modules.items():
    print('%s: ' % name, end='')
    print(','.join(list(mod.globalnames.keys())[:3]))

print('-'*50)
print('Modules not imported:')
print('\n'.join(finder.badmodules.keys()))
```

Exemple de sortie (peut varier en fonction de l'architecture) :

```
Loaded modules:
_types:
copyreg:  _inverted_registry,_slotnames,__all__
sre_compile:  isstring,_sre,_optimize_unicode
_sre:
sre_constants:  REPEAT_ONE,makedict,AT_END_LINE
sys:
re:  __module__,finditer,_expand
itertools:
__main__:  re,itertools,baconhameggs
sre_parse:  _PATTERNENDERS,SRE_FLAG_UNICODE
array:
types:  __module__,IntType,TypeType
----------------------------------------------------
Modules not imported:
guido.python.ham
baconhameggs
```

32.4 runpy --- Locating and executing Python modules

Code source : Lib/runpy.py

The *runpy* module is used to locate and run Python modules without importing them first. Its main use is to implement the -m command line switch that allows scripts to be located using the Python module namespace rather than the filesystem.

Note that this is *not* a sandbox module - all code is executed in the current process, and any side effects (such as cached imports of other modules) will remain in place after the functions have returned.

Furthermore, any functions and classes defined by the executed code are not guaranteed to work correctly after a *runpy* function has returned. If that limitation is not acceptable for a given use case, *importlib* is likely to be a more suitable choice than this module.

The *runpy* module provides two functions :

runpy.**run_module**(*mod_name*, *init_globals=None*, *run_name=None*, *alter_sys=False*)

Execute the code of the specified module and return the resulting module globals dictionary. The module's code is first located using the standard import mechanism (refer to **PEP 302** for details) and then executed in a fresh module namespace.

The *mod_name* argument should be an absolute module name. If the module name refers to a package rather than a normal module, then that package is imported and the __main__ submodule within that package is then executed and the resulting module globals dictionary returned.

The optional dictionary argument *init_globals* may be used to pre-populate the module's globals dictionary before the code is executed. The supplied dictionary will not be modified. If any of the special global variables below are defined in the supplied dictionary, those definitions are overridden by *run_module()*.

The special global variables __name__, __spec__, __file__, __cached__, __loader__ and __package__ are set in the globals dictionary before the module code is executed (Note that this is a minimal set of variables - other variables may be set implicitly as an interpreter implementation detail).

__name__ is set to *run_name* if this optional argument is not *None*, to mod_name + '.__main__' if the named module is a package and to the *mod_name* argument otherwise.

__spec__ will be set appropriately for the *actually* imported module (that is, __spec__.name will always be *mod_name* or mod_name + '.__main__', never *run_name*).

__file__, __cached__, __loader__ and __package__ are set as normal based on the module spec.

If the argument *alter_sys* is supplied and evaluates to *True*, then sys.argv[0] is updated with the value of __file__ and sys.modules[__name__] is updated with a temporary module object for the module being executed. Both sys.argv[0] and sys.modules[__name__] are restored to their original values before the function returns.

Note that this manipulation of *sys* is not thread-safe. Other threads may see the partially initialised module, as well as the altered list of arguments. It is recommended that the *sys* module be left alone when invoking this function from threaded code.

Voir aussi :

The -m option offering equivalent functionality from the command line.

Modifié dans la version 3.1 : Added ability to execute packages by looking for a __main__ submodule.

Modifié dans la version 3.2 : Added __cached__ global variable (see **PEP 3147**).

Modifié dans la version 3.4 : Updated to take advantage of the module spec feature added by **PEP 451**. This allows __cached__ to be set correctly for modules run this way, as well as ensuring the real module name is always accessible as __spec__.name.

runpy.**run_path**(*file_path*, *init_globals=None*, *run_name=None*)

Execute the code at the named filesystem location and return the resulting module globals dictionary. As with a script name supplied to the CPython command line, the supplied path may refer to a Python source file, a compiled bytecode file or a valid sys.path entry containing a __main__ module (e.g. a zipfile containing a top-level __main__.py file).

For a simple script, the specified code is simply executed in a fresh module namespace. For a valid sys.path entry (typically a zipfile or directory), the entry is first added to the beginning of `sys.path`. The function then looks for and executes a `__main__` module using the updated path. Note that there is no special protection against invoking an existing `__main__` entry located elsewhere on `sys.path` if there is no such module at the specified location.

The optional dictionary argument *init_globals* may be used to pre-populate the module's globals dictionary before the code is executed. The supplied dictionary will not be modified. If any of the special global variables below are defined in the supplied dictionary, those definitions are overridden by *run_path()*.

The special global variables `__name__`, `__spec__`, `__file__`, `__cached__`, `__loader__` and `__package__` are set in the globals dictionary before the module code is executed (Note that this is a minimal set of variables - other variables may be set implicitly as an interpreter implementation detail).

`__name__` is set to *run_name* if this optional argument is not *None* and to `'<run_path>'` otherwise.

If the supplied path directly references a script file (whether as source or as precompiled byte code), then `__file__` will be set to the supplied path, and `__spec__`, `__cached__`, `__loader__` and `__package__` will all be set to *None*.

If the supplied path is a reference to a valid sys.path entry, then `__spec__` will be set appropriately for the imported `__main__` module (that is, `__spec__.name` will always be `__main__`). `__file__`, `__cached__`, `__loader__` and `__package__` will be set as normal based on the module spec.

A number of alterations are also made to the *sys* module. Firstly, `sys.path` may be altered as described above. `sys.argv[0]` is updated with the value of `file_path` and `sys.modules[__name__]` is updated with a temporary module object for the module being executed. All modifications to items in *sys* are reverted before the function returns.

Note that, unlike *run_module()*, the alterations made to *sys* are not optional in this function as these adjustments are essential to allowing the execution of sys.path entries. As the thread-safety limitations still apply, use of this function in threaded code should be either serialised with the import lock or delegated to a separate process.

Voir aussi :

using-on-interface-options for equivalent functionality on the command line (`python path/to/script`).

Nouveau dans la version 3.2.

Modifié dans la version 3.4 : Updated to take advantage of the module spec feature added by **PEP 451**. This allows `__cached__` to be set correctly in the case where `__main__` is imported from a valid sys.path entry rather than being executed directly.

Voir aussi :

PEP 338 -- Exécuter des modules en tant que scripts PEP written and implemented by Nick Coghlan.

PEP 366 -- Main module explicit relative imports PEP written and implemented by Nick Coghlan.

PEP 451 -- A ModuleSpec Type for the Import System PEP written and implemented by Eric Snow

using-on-general - CPython command line details

The *importlib.import_module()* function

32.5 `importlib` --- The implementation of `import`

Nouveau dans la version 3.1.

Source code : Lib/importlib/__init__.py

32.5.1 Introduction

The purpose of the *importlib* package is two-fold. One is to provide the implementation of the `import` statement (and thus, by extension, the *__import__()* function) in Python source code. This provides an implementation of `import` which is portable to any Python interpreter. This also provides an implementation which is easier to comprehend than one implemented in a programming language other than Python.

Two, the components to implement `import` are exposed in this package, making it easier for users to create their own custom objects (known generically as an *importer*) to participate in the import process.

Voir aussi :

import The language reference for the `import` statement.

Packages specification Original specification of packages. Some semantics have changed since the writing of this document (e.g. redirecting based on `None` in *sys.modules*).

La fonction *__import__()* The `import` statement is syntactic sugar for this function.

PEP 235 Import on Case-Insensitive Platforms

PEP 263 Defining Python Source Code Encodings

PEP 302 New Import Hooks

PEP 328 Imports : Multi-Line and Absolute/Relative

PEP 366 Main module explicit relative imports

PEP 420 Implicit namespace packages

PEP 451 A ModuleSpec Type for the Import System

PEP 488 Elimination of PYO files

PEP 489 Multi-phase extension module initialization

PEP 552 Deterministic pycs

PEP 3120 Using UTF-8 as the Default Source Encoding

PEP 3147 PYC Repository Directories

32.5.2 Fonctions

`importlib.__import__`(*name*, *globals=None*, *locals=None*, *fromlist=()*, *level=0*)

An implementation of the built-in *__import__()* function.

> **Note :** Programmatic importing of modules should use *import_module()* instead of this function.

`importlib.import_module`(*name*, *package=None*)

Import a module. The *name* argument specifies what module to import in absolute or relative terms (e.g. either `pkg.mod` or `..mod`). If the name is specified in relative terms, then the *package* argument must be set to the name of the package which is to act as the anchor for resolving the package name (e.g. `import_module('..mod', 'pkg.subpkg')` will import `pkg.mod`).

The *import_module()* function acts as a simplifying wrapper around *importlib.__import__()*. This means all semantics of the function are derived from *importlib.__import__()*. The most important difference between these two functions is that *import_module()* returns the specified package or module (e.g. `pkg.mod`), while *__import__()* returns the top-level package or module (e.g. `pkg`).

If you are dynamically importing a module that was created since the interpreter began execution (e.g., created a Python source file), you may need to call *invalidate_caches()* in order for the new module to be noticed by the import system.

Modifié dans la version 3.3 : Parent packages are automatically imported.

`importlib.find_loader`(*name*, *path=None*)

Find the loader for a module, optionally within the specified *path*. If the module is in *sys.modules*, then `sys.modules[name].__loader__` is returned (unless the loader would be `None` or is not set, in which

case *ValueError* is raised). Otherwise a search using *sys.meta_path* is done. None is returned if no loader is found.

A dotted name does not have its parents implicitly imported as that requires loading them and that may not be desired. To properly import a submodule you will need to import all parent packages of the submodule and use the correct argument to *path*.

Nouveau dans la version 3.3.

Modifié dans la version 3.4 : If __loader__ is not set, raise *ValueError*, just like when the attribute is set to None.

Obsolète depuis la version 3.4 : Use *importlib.util.find_spec()* instead.

importlib.**invalidate_caches**()

Invalidate the internal caches of finders stored at *sys.meta_path*. If a finder implements invalidate_caches() then it will be called to perform the invalidation. This function should be called if any modules are created/installed while your program is running to guarantee all finders will notice the new module's existence.

Nouveau dans la version 3.3.

importlib.**reload**(*module*)

Reload a previously imported *module*. The argument must be a module object, so it must have been successfully imported before. This is useful if you have edited the module source file using an external editor and want to try out the new version without leaving the Python interpreter. The return value is the module object (which can be different if re-importing causes a different object to be placed in *sys.modules*).

When *reload()* is executed :

— Python module's code is recompiled and the module-level code re-executed, defining a new set of objects which are bound to names in the module's dictionary by reusing the *loader* which originally loaded the module. The init function of extension modules is not called a second time.

— As with all other objects in Python the old objects are only reclaimed after their reference counts drop to zero.

— The names in the module namespace are updated to point to any new or changed objects.

— Other references to the old objects (such as names external to the module) are not rebound to refer to the new objects and must be updated in each namespace where they occur if that is desired.

There are a number of other caveats :

When a module is reloaded, its dictionary (containing the module's global variables) is retained. Redefinitions of names will override the old definitions, so this is generally not a problem. If the new version of a module does not define a name that was defined by the old version, the old definition remains. This feature can be used to the module's advantage if it maintains a global table or cache of objects --- with a try statement it can test for the table's presence and skip its initialization if desired :

```
try:
    cache
except NameError:
    cache = {}
```

It is generally not very useful to reload built-in or dynamically loaded modules. Reloading *sys*, *__main__*, *builtins* and other key modules is not recommended. In many cases extension modules are not designed to be initialized more than once, and may fail in arbitrary ways when reloaded.

If a module imports objects from another module using from ... import ..., calling *reload()* for the other module does not redefine the objects imported from it --- one way around this is to re-execute the from statement, another is to use import and qualified names (*module.name*) instead.

If a module instantiates instances of a class, reloading the module that defines the class does not affect the method definitions of the instances --- they continue to use the old class definition. The same is true for derived classes.

Nouveau dans la version 3.4.

Modifié dans la version 3.7 : *ModuleNotFoundError* is raised when the module being reloaded lacks a ModuleSpec.

32.5.3 `importlib.abc` -- Abstract base classes related to import

Source code : Lib/importlib/abc.py

The *`importlib.abc`* module contains all of the core abstract base classes used by `import`. Some subclasses of the core abstract base classes are also provided to help in implementing the core ABCs.

ABC hierarchy :

```
object
 +-- Finder (deprecated)
 |     +-- MetaPathFinder
 |     +-- PathEntryFinder
 +-- Loader
       +-- ResourceLoader --------+
       +-- InspectLoader          |
             +-- ExecutionLoader --+
                                   +-- FileLoader
                                   +-- SourceLoader
```

class importlib.abc.**Finder**

An abstract base class representing a *finder*.

Obsolète depuis la version 3.3 : Use *`MetaPathFinder`* or *`PathEntryFinder`* instead.

abstractmethod find_module(*fullname*, *path=None*)

An abstract method for finding a *loader* for the specified module. Originally specified in **PEP 302**, this method was meant for use in *`sys.meta_path`* and in the path-based import subsystem.

Modifié dans la version 3.4 : Returns `None` when called instead of raising *`NotImplementedError`*.

class importlib.abc.**MetaPathFinder**

An abstract base class representing a *meta path finder*. For compatibility, this is a subclass of *`Finder`*.

Nouveau dans la version 3.3.

find_spec(*fullname*, *path*, *target=None*)

An abstract method for finding a *spec* for the specified module. If this is a top-level import, *path* will be `None`. Otherwise, this is a search for a subpackage or module and *path* will be the value of `__path__` from the parent package. If a spec cannot be found, `None` is returned. When passed in, `target` is a module object that the finder may use to make a more educated guess about what spec to return. *`importlib.util.spec_from_loader()`* may be useful for implementing concrete `MetaPathFinders`.

Nouveau dans la version 3.4.

find_module(*fullname*, *path*)

A legacy method for finding a *loader* for the specified module. If this is a top-level import, *path* will be `None`. Otherwise, this is a search for a subpackage or module and *path* will be the value of `__path__` from the parent package. If a loader cannot be found, `None` is returned.

If *`find_spec()`* is defined, backwards-compatible functionality is provided.

Modifié dans la version 3.4 : Returns `None` when called instead of raising *`NotImplementedError`*. Can use *`find_spec()`* to provide functionality.

Obsolète depuis la version 3.4 : Use *`find_spec()`* instead.

invalidate_caches()

An optional method which, when called, should invalidate any internal cache used by the finder. Used by *`importlib.invalidate_caches()`* when invalidating the caches of all finders on *`sys.meta_path`*.

Modifié dans la version 3.4 : Returns `None` when called instead of `NotImplemented`.

class importlib.abc.**PathEntryFinder**

An abstract base class representing a *path entry finder*. Though it bears some similarities to *`MetaPathFinder`*, `PathEntryFinder` is meant for use only within the path-based import subsystem provided by `PathFinder`. This ABC is a subclass of *`Finder`* for compatibility reasons only.

Nouveau dans la version 3.3.

find_spec(*fullname*, *target=None*)

An abstract method for finding a *spec* for the specified module. The finder will search for the module only within the *path entry* to which it is assigned. If a spec cannot be found, `None` is returned. When passed in, `target` is a module object that the finder may use to make a more educated guess about what spec to return. *importlib.util.spec_from_loader()* may be useful for implementing concrete `PathEntryFinders`.

Nouveau dans la version 3.4.

find_loader(*fullname*)

A legacy method for finding a *loader* for the specified module. Returns a 2-tuple of `(loader, portion)` where `portion` is a sequence of file system locations contributing to part of a namespace package. The loader may be `None` while specifying `portion` to signify the contribution of the file system locations to a namespace package. An empty list can be used for `portion` to signify the loader is not part of a namespace package. If `loader` is `None` and `portion` is the empty list then no loader or location for a namespace package were found (i.e. failure to find anything for the module).

If *find_spec()* is defined then backwards-compatible functionality is provided.

Modifié dans la version 3.4 : Returns `(None, [])` instead of raising *NotImplementedError*. Uses *find_spec()* when available to provide functionality.

Obsolète depuis la version 3.4 : Use *find_spec()* instead.

find_module(*fullname*)

A concrete implementation of *Finder.find_module()* which is equivalent to `self.find_loader(fullname)[0]`.

Obsolète depuis la version 3.4 : Use *find_spec()* instead.

invalidate_caches()

An optional method which, when called, should invalidate any internal cache used by the finder. Used by `PathFinder.invalidate_caches()` when invalidating the caches of all cached finders.

class importlib.abc.**Loader**

An abstract base class for a *loader*. See **PEP 302** for the exact definition for a loader.

Loaders that wish to support resource reading should implement a `get_resource_reader(fullname)` method as specified by *importlib.abc.ResourceReader*.

Modifié dans la version 3.7 : Introduced the optional `get_resource_reader()` method.

create_module(*spec*)

A method that returns the module object to use when importing a module. This method may return `None`, indicating that default module creation semantics should take place.

Nouveau dans la version 3.4.

Modifié dans la version 3.5 : Starting in Python 3.6, this method will not be optional when *exec_module()* is defined.

exec_module(*module*)

An abstract method that executes the module in its own namespace when a module is imported or reloaded. The module should already be initialized when `exec_module()` is called. When this method exists, *create_module()* must be defined.

Nouveau dans la version 3.4.

Modifié dans la version 3.6 : *create_module()* must also be defined.

load_module(*fullname*)

A legacy method for loading a module. If the module cannot be loaded, *ImportError* is raised, otherwise the loaded module is returned.

If the requested module already exists in *sys.modules*, that module should be used and reloaded. Otherwise the loader should create a new module and insert it into *sys.modules* before any loading begins, to prevent recursion from the import. If the loader inserted a module and the load fails, it must be removed by the loader from *sys.modules*; modules already in *sys.modules* before the loader began execution should be left alone (see *importlib.util.module_for_loader()*).

The loader should set several attributes on the module. (Note that some of these attributes can change when a module is reloaded) :

— **__name__** The name of the module.

— **__file__** The path to where the module data is stored (not set for built-in modules).

— **__cached__** The path to where a compiled version of the module is/should be stored (not set when the attribute would be inappropriate).

— **__path__** A list of strings specifying the search path within a package. This attribute is not set on modules.

— **__package__** The parent package for the module/package. If the module is top-level then it has a value of the empty string. The *importlib.util.module_for_loader()* decorator can handle the details for __package__.

— **__loader__** The loader used to load the module. The *importlib.util.module_for_loader()* decorator can handle the details for __package__.

When *exec_module()* is available then backwards-compatible functionality is provided.

Modifié dans la version 3.4 : Raise *ImportError* when called instead of *NotImplementedError*. Functionality provided when *exec_module()* is available.

Obsolète depuis la version 3.4 : The recommended API for loading a module is *exec_module()* (and *create_module()*). Loaders should implement it instead of load_module(). The import machinery takes care of all the other responsibilities of load_module() when exec_module() is implemented.

module_repr(*module*)

A legacy method which when implemented calculates and returns the given module's repr, as a string. The module type's default repr() will use the result of this method as appropriate.

Nouveau dans la version 3.3.

Modifié dans la version 3.4 : Made optional instead of an abstractmethod.

Obsolète depuis la version 3.4 : The import machinery now takes care of this automatically.

class importlib.abc.**ResourceReader**

An *abstract base class* to provide the ability to read *resources*.

From the perspective of this ABC, a *resource* is a binary artifact that is shipped within a package. Typically this is something like a data file that lives next to the __init__.py file of the package. The purpose of this class is to help abstract out the accessing of such data files so that it does not matter if the package and its data file(s) are stored in a e.g. zip file versus on the file system.

For any of methods of this class, a *resource* argument is expected to be a *path-like object* which represents conceptually just a file name. This means that no subdirectory paths should be included in the *resource* argument. This is because the location of the package the reader is for, acts as the "directory". Hence the metaphor for directories and file names is packages and resources, respectively. This is also why instances of this class are expected to directly correlate to a specific package (instead of potentially representing multiple packages or a module).

Loaders that wish to support resource reading are expected to provide a method called get_resource_reader(fullname) which returns an object implementing this ABC's interface. If the module specified by fullname is not a package, this method should return *None*. An object compatible with this ABC should only be returned when the specified module is a package.

Nouveau dans la version 3.7.

abstractmethod open_resource(*resource*)

Returns an opened, *file-like object* for binary reading of the *resource*.

If the resource cannot be found, *FileNotFoundError* is raised.

abstractmethod resource_path(*resource*)

Returns the file system path to the *resource*.

If the resource does not concretely exist on the file system, raise *FileNotFoundError*.

abstractmethod is_resource(*name*)

Returns True if the named *name* is considered a resource. *FileNotFoundError* is raised if *name* does not exist.

abstractmethod contents()

Returns an *iterable* of strings over the contents of the package. Do note that it is not required that all names returned by the iterator be actual resources, e.g. it is acceptable to return names for which *is_resource()* would be false.

Allowing non-resource names to be returned is to allow for situations where how a package and its resources are stored are known a priori and the non-resource names would be useful. For instance, returning subdirectory names is allowed so that when it is known that the package and resources are stored on the file system then those subdirectory names can be used directly.

The abstract method returns an iterable of no items.

class importlib.abc.**ResourceLoader**

An abstract base class for a *loader* which implements the optional **PEP 302** protocol for loading arbitrary resources from the storage back-end.

Obsolète depuis la version 3.7 : This ABC is deprecated in favour of supporting resource loading through *importlib.abc.ResourceReader*.

abstractmethod get_data(*path*)

An abstract method to return the bytes for the data located at *path*. Loaders that have a file-like storage back-end that allows storing arbitrary data can implement this abstract method to give direct access to the data stored. *OSError* is to be raised if the *path* cannot be found. The *path* is expected to be constructed using a module's `__file__` attribute or an item from a package's `__path__`.

Modifié dans la version 3.4 : Raises *OSError* instead of *NotImplementedError*.

class importlib.abc.**InspectLoader**

An abstract base class for a *loader* which implements the optional **PEP 302** protocol for loaders that inspect modules.

get_code(*fullname*)

Return the code object for a module, or `None` if the module does not have a code object (as would be the case, for example, for a built-in module). Raise an *ImportError* if loader cannot find the requested module.

Note : While the method has a default implementation, it is suggested that it be overridden if possible for performance.

Modifié dans la version 3.4 : No longer abstract and a concrete implementation is provided.

abstractmethod get_source(*fullname*)

An abstract method to return the source of a module. It is returned as a text string using *universal newlines*, translating all recognized line separators into `'\n'` characters. Returns `None` if no source is available (e.g. a built-in module). Raises *ImportError* if the loader cannot find the module specified.

Modifié dans la version 3.4 : Raises *ImportError* instead of *NotImplementedError*.

is_package(*fullname*)

An abstract method to return a true value if the module is a package, a false value otherwise. *ImportError* is raised if the *loader* cannot find the module.

Modifié dans la version 3.4 : Raises *ImportError* instead of *NotImplementedError*.

static source_to_code(*data*, *path='<string>'*)

Create a code object from Python source.

The *data* argument can be whatever the *compile()* function supports (i.e. string or bytes). The *path* argument should be the "path" to where the source code originated from, which can be an abstract concept (e.g. location in a zip file).

With the subsequent code object one can execute it in a module by running `exec(code, module.__dict__)`.

Nouveau dans la version 3.4.

Modifié dans la version 3.5 : Made the method static.

exec_module(*module*)

Implementation of *Loader.exec_module()*.

Nouveau dans la version 3.4.

load_module(*fullname*)

Implementation of *Loader.load_module()*.

Obsolète depuis la version 3.4 : use *exec_module()* instead.

class importlib.abc.**ExecutionLoader**

An abstract base class which inherits from *InspectLoader* that, when implemented, helps a module to be executed as a script. The ABC represents an optional **PEP 302** protocol.

abstractmethod get_filename(*fullname*)

An abstract method that is to return the value of `__file__` for the specified module. If no path is available, *ImportError* is raised.

If source code is available, then the method should return the path to the source file, regardless of whether a bytecode was used to load the module.

Modifié dans la version 3.4 : Raises *ImportError* instead of *NotImplementedError*.

class importlib.abc.**FileLoader**(*fullname*, *path*)

An abstract base class which inherits from *ResourceLoader* and *ExecutionLoader*, providing concrete implementations of *ResourceLoader.get_data()* and *ExecutionLoader.get_filename()*.

The *fullname* argument is a fully resolved name of the module the loader is to handle. The *path* argument is the path to the file for the module.

Nouveau dans la version 3.3.

name

The name of the module the loader can handle.

path

Path to the file of the module.

load_module(*fullname*)

Calls super's `load_module()`.

Obsolète depuis la version 3.4 : Use *Loader.exec_module()* instead.

abstractmethod get_filename(*fullname*)

Returns *path*.

abstractmethod get_data(*path*)

Reads *path* as a binary file and returns the bytes from it.

class importlib.abc.**SourceLoader**

An abstract base class for implementing source (and optionally bytecode) file loading. The class inherits from both *ResourceLoader* and *ExecutionLoader*, requiring the implementation of :

— *ResourceLoader.get_data()*

— ***ExecutionLoader.get_filename()*** Should only return the path to the source file ; sourceless loading is not supported.

The abstract methods defined by this class are to add optional bytecode file support. Not implementing these optional methods (or causing them to raise *NotImplementedError*) causes the loader to only work with source code. Implementing the methods allows the loader to work with source *and* bytecode files ; it does not allow for *sourceless* loading where only bytecode is provided. Bytecode files are an optimization to speed up loading by removing the parsing step of Python's compiler, and so no bytecode-specific API is exposed.

path_stats(*path*)

Optional abstract method which returns a *dict* containing metadata about the specified path. Supported dictionary keys are :

— `'mtime'` (mandatory) : an integer or floating-point number representing the modification time of the source code ;

— `'size'` (optional) : the size in bytes of the source code.

Any other keys in the dictionary are ignored, to allow for future extensions. If the path cannot be handled, *OSError* is raised.

Nouveau dans la version 3.3.

Modifié dans la version 3.4 : Raise *OSError* instead of *NotImplementedError*.

path_mtime(*path*)

Optional abstract method which returns the modification time for the specified path.

Obsolète depuis la version 3.3 : This method is deprecated in favour of *path_stats()*. You don't have to implement it, but it is still available for compatibility purposes. Raise *OSError* if the path cannot be handled.

Modifié dans la version 3.4 : Raise *OSError* instead of *NotImplementedError*.

set_data(*path*, *data*)

Optional abstract method which writes the specified bytes to a file path. Any intermediate directories which do not exist are to be created automatically.

When writing to the path fails because the path is read-only (*errno.EACCES*/*PermissionError*), do not propagate the exception.

Modifié dans la version 3.4 : No longer raises *NotImplementedError* when called.

get_code(*fullname*)

Concrete implementation of *InspectLoader.get_code()*.

exec_module(*module*)
Concrete implementation of *Loader.exec_module()*.
Nouveau dans la version 3.4.

load_module(*fullname*)
Concrete implementation of *Loader.load_module()*.
Obsolète depuis la version 3.4 : Use *exec_module()* instead.

get_source(*fullname*)
Concrete implementation of *InspectLoader.get_source()*.

is_package(*fullname*)
Concrete implementation of *InspectLoader.is_package()*. A module is determined to be a package if its file path (as provided by *ExecutionLoader.get_filename()*) is a file named `__init__` when the file extension is removed **and** the module name itself does not end in `__init__`.

32.5.4 `importlib.resources` -- Resources

Source code : Lib/importlib/resources.py

Nouveau dans la version 3.7.

This module leverages Python's import system to provide access to *resources* within *packages*. If you can import a package, you can access resources within that package. Resources can be opened or read, in either binary or text mode.

Resources are roughly akin to files inside directories, though it's important to keep in mind that this is just a metaphor. Resources and packages **do not** have to exist as physical files and directories on the file system.

Note : This module provides functionality similar to pkg_resources Basic Resource Access without the performance overhead of that package. This makes reading resources included in packages easier, with more stable and consistent semantics.

The standalone backport of this module provides more information on using importlib.resources and migrating from pkg_resources to importlib.resources.

Loaders that wish to support resource reading should implement a `get_resource_reader(fullname)` method as specified by *importlib.abc.ResourceReader*.

The following types are defined.

`importlib.resources.`**Package**
The `Package` type is defined as `Union[str, ModuleType]`. This means that where the function describes accepting a `Package`, you can pass in either a string or a module. Module objects must have a resolvable `__spec__.submodule_search_locations` that is not `None`.

`importlib.resources.`**Resource**
This type describes the resource names passed into the various functions in this package. This is defined as `Union[str, os.PathLike]`.

The following functions are available.

`importlib.resources.`**open_binary**(*package*, *resource*)
Open for binary reading the *resource* within *package*.
package is either a name or a module object which conforms to the `Package` requirements. *resource* is the name of the resource to open within *package*; it may not contain path separators and it may not have sub-resources (i.e. it cannot be a directory). This function returns a `typing.BinaryIO` instance, a binary I/O stream open for reading.

`importlib.resources.`**open_text**(*package*, *resource*, *encoding='utf-8'*, *errors='strict'*)
Open for text reading the *resource* within *package*. By default, the resource is opened for reading as UTF-8.

package is either a name or a module object which conforms to the `Package` requirements. *resource* is the name of the resource to open within *package*; it may not contain path separators and it may not have sub-resources (i.e. it cannot be a directory). *encoding* and *errors* have the same meaning as with built-in *open()*.

This function returns a `typing.TextIO` instance, a text I/O stream open for reading.

`importlib.resources.`**`read_binary`**(*package*, *resource*)

Read and return the contents of the *resource* within *package* as `bytes`.

package is either a name or a module object which conforms to the `Package` requirements. *resource* is the name of the resource to open within *package*; it may not contain path separators and it may not have sub-resources (i.e. it cannot be a directory). This function returns the contents of the resource as *bytes*.

`importlib.resources.`**`read_text`**(*package*, *resource*, *encoding='utf-8'*, *errors='strict'*)

Read and return the contents of *resource* within *package* as a `str`. By default, the contents are read as strict UTF-8.

package is either a name or a module object which conforms to the `Package` requirements. *resource* is the name of the resource to open within *package*; it may not contain path separators and it may not have sub-resources (i.e. it cannot be a directory). *encoding* and *errors* have the same meaning as with built-in *open()*. This function returns the contents of the resource as *str*.

`importlib.resources.`**`path`**(*package*, *resource*)

Return the path to the *resource* as an actual file system path. This function returns a context manager for use in a `with` statement. The context manager provides a *pathlib.Path* object.

Exiting the context manager cleans up any temporary file created when the resource needs to be extracted from e.g. a zip file.

package is either a name or a module object which conforms to the `Package` requirements. *resource* is the name of the resource to open within *package*; it may not contain path separators and it may not have sub-resources (i.e. it cannot be a directory).

`importlib.resources.`**`is_resource`**(*package*, *name*)

Return `True` if there is a resource named *name* in the package, otherwise `False`. Remember that directories are *not* resources ! *package* is either a name or a module object which conforms to the `Package` requirements.

`importlib.resources.`**`contents`**(*package*)

Return an iterable over the named items within the package. The iterable returns *str* resources (e.g. files) and non-resources (e.g. directories). The iterable does not recurse into subdirectories.

package is either a name or a module object which conforms to the `Package` requirements.

32.5.5 `importlib.machinery` -- Importers and path hooks

Source code : Lib/importlib/machinery.py

This module contains the various objects that help `import` find and load modules.

`importlib.machinery.`**`SOURCE_SUFFIXES`**

A list of strings representing the recognized file suffixes for source modules.

Nouveau dans la version 3.3.

`importlib.machinery.`**`DEBUG_BYTECODE_SUFFIXES`**

A list of strings representing the file suffixes for non-optimized bytecode modules.

Nouveau dans la version 3.3.

Obsolète depuis la version 3.5 : Use *BYTECODE_SUFFIXES* instead.

`importlib.machinery.`**`OPTIMIZED_BYTECODE_SUFFIXES`**

A list of strings representing the file suffixes for optimized bytecode modules.

Nouveau dans la version 3.3.

Obsolète depuis la version 3.5 : Use *BYTECODE_SUFFIXES* instead.

importlib.machinery.**BYTECODE_SUFFIXES**
A list of strings representing the recognized file suffixes for bytecode modules (including the leading dot).
Nouveau dans la version 3.3.
Modifié dans la version 3.5 : The value is no longer dependent on __debug__.

importlib.machinery.**EXTENSION_SUFFIXES**
A list of strings representing the recognized file suffixes for extension modules.
Nouveau dans la version 3.3.

importlib.machinery.**all_suffixes**()
Returns a combined list of strings representing all file suffixes for modules recognized by the standard import machinery. This is a helper for code which simply needs to know if a filesystem path potentially refers to a module without needing any details on the kind of module (for example, *inspect.getmodulename()*).
Nouveau dans la version 3.3.

class importlib.machinery.**BuiltinImporter**
An *importer* for built-in modules. All known built-in modules are listed in *sys.builtin_module_names*. This class implements the *importlib.abc.MetaPathFinder* and *importlib.abc.InspectLoader* ABCs.
Only class methods are defined by this class to alleviate the need for instantiation.
Modifié dans la version 3.5 : As part of **PEP 489**, the builtin importer now implements Loader.create_module() and Loader.exec_module()

class importlib.machinery.**FrozenImporter**
An *importer* for frozen modules. This class implements the *importlib.abc.MetaPathFinder* and *importlib.abc.InspectLoader* ABCs.
Only class methods are defined by this class to alleviate the need for instantiation.
Modifié dans la version 3.4 : Gained create_module() and exec_module() methods.

class importlib.machinery.**WindowsRegistryFinder**
Finder for modules declared in the Windows registry. This class implements the *importlib.abc.MetaPathFinder* ABC.
Only class methods are defined by this class to alleviate the need for instantiation.
Nouveau dans la version 3.3.
Obsolète depuis la version 3.6 : Use *site* configuration instead. Future versions of Python may not enable this finder by default.

class importlib.machinery.**PathFinder**
A *Finder* for *sys.path* and package __path__ attributes. This class implements the *importlib.abc.MetaPathFinder* ABC.
Only class methods are defined by this class to alleviate the need for instantiation.

classmethod find_spec(*fullname*, *path=None*, *target=None*)
Class method that attempts to find a *spec* for the module specified by *fullname* on *sys.path* or, if defined, on *path*. For each path entry that is searched, *sys.path_importer_cache* is checked. If a non-false object is found then it is used as the *path entry finder* to look for the module being searched for. If no entry is found in *sys.path_importer_cache*, then *sys.path_hooks* is searched for a finder for the path entry and, if found, is stored in *sys.path_importer_cache* along with being queried about the module. If no finder is ever found then None is both stored in the cache and returned.
Nouveau dans la version 3.4.
Modifié dans la version 3.5 : If the current working directory -- represented by an empty string -- is no longer valid then None is returned but no value is cached in *sys.path_importer_cache*.

classmethod find_module(*fullname*, *path=None*)
A legacy wrapper around *find_spec()*.
Obsolète depuis la version 3.4 : Use *find_spec()* instead.

classmethod invalidate_caches()
Calls *importlib.abc.PathEntryFinder.invalidate_caches()* on all finders stored in *sys.path_importer_cache* that define the method. Otherwise entries in *sys.path_importer_cache* set to None are deleted.
Modifié dans la version 3.7 : Entries of None in *sys.path_importer_cache* are deleted.

Modifié dans la version 3.4 : Calls objects in *sys.path_hooks* with the current working directory for `''` (i.e. the empty string).

class importlib.machinery.**FileFinder**(*path*, **loader_details*)

A concrete implementation of *importlib.abc.PathEntryFinder* which caches results from the file system.

The *path* argument is the directory for which the finder is in charge of searching.

The *loader_details* argument is a variable number of 2-item tuples each containing a loader and a sequence of file suffixes the loader recognizes. The loaders are expected to be callables which accept two arguments of the module's name and the path to the file found.

The finder will cache the directory contents as necessary, making stat calls for each module search to verify the cache is not outdated. Because cache staleness relies upon the granularity of the operating system's state information of the file system, there is a potential race condition of searching for a module, creating a new file, and then searching for the module the new file represents. If the operations happen fast enough to fit within the granularity of stat calls, then the module search will fail. To prevent this from happening, when you create a module dynamically, make sure to call *importlib.invalidate_caches()*.

Nouveau dans la version 3.3.

path

The path the finder will search in.

find_spec(*fullname*, *target=None*)

Attempt to find the spec to handle *fullname* within *path*.

Nouveau dans la version 3.4.

find_loader(*fullname*)

Attempt to find the loader to handle *fullname* within *path*.

invalidate_caches()

Clear out the internal cache.

classmethod path_hook(**loader_details*)

A class method which returns a closure for use on *sys.path_hooks*. An instance of *FileFinder* is returned by the closure using the path argument given to the closure directly and *loader_details* indirectly.

If the argument to the closure is not an existing directory, *ImportError* is raised.

class importlib.machinery.**SourceFileLoader**(*fullname*, *path*)

A concrete implementation of *importlib.abc.SourceLoader* by subclassing *importlib.abc.FileLoader* and providing some concrete implementations of other methods.

Nouveau dans la version 3.3.

name

The name of the module that this loader will handle.

path

The path to the source file.

is_package(*fullname*)

Return `True` if *path* appears to be for a package.

path_stats(*path*)

Concrete implementation of *importlib.abc.SourceLoader.path_stats()*.

set_data(*path*, *data*)

Concrete implementation of *importlib.abc.SourceLoader.set_data()*.

load_module(*name=None*)

Concrete implementation of *importlib.abc.Loader.load_module()* where specifying the name of the module to load is optional.

Obsolète depuis la version 3.6 : Use *importlib.abc.Loader.exec_module()* instead.

class importlib.machinery.**SourcelessFileLoader**(*fullname*, *path*)

A concrete implementation of *importlib.abc.FileLoader* which can import bytecode files (i.e. no source code files exist).

Please note that direct use of bytecode files (and thus not source code files) inhibits your modules from being usable by all Python implementations or new versions of Python which change the bytecode format.

Nouveau dans la version 3.3.

name
The name of the module the loader will handle.

path
The path to the bytecode file.

is_package(*fullname*)
Determines if the module is a package based on *path*.

get_code(*fullname*)
Returns the code object for *name* created from *path*.

get_source(*fullname*)
Returns `None` as bytecode files have no source when this loader is used.

load_module(*name=None*)
Concrete implementation of *importlib.abc.Loader.load_module()* where specifying the name of the module to load is optional.
Obsolète depuis la version 3.6 : Use *importlib.abc.Loader.exec_module()* instead.

class importlib.machinery.**ExtensionFileLoader**(*fullname*, *path*)
A concrete implementation of *importlib.abc.ExecutionLoader* for extension modules.
The *fullname* argument specifies the name of the module the loader is to support. The *path* argument is the path to the extension module's file.
Nouveau dans la version 3.3.

name
Name of the module the loader supports.

path
Path to the extension module.

create_module(*spec*)
Creates the module object from the given specification in accordance with **PEP 489**.
Nouveau dans la version 3.5.

exec_module(*module*)
Initializes the given module object in accordance with **PEP 489**.
Nouveau dans la version 3.5.

is_package(*fullname*)
Returns `True` if the file path points to a package's `__init__` module based on *EXTENSION_SUFFIXES*.

get_code(*fullname*)
Returns `None` as extension modules lack a code object.

get_source(*fullname*)
Returns `None` as extension modules do not have source code.

get_filename(*fullname*)
Returns *path*.
Nouveau dans la version 3.4.

class importlib.machinery.**ModuleSpec**(*name*, *loader*, ***, *origin=None*, *loader_state=None*, *is_package=None*)
A specification for a module's import-system-related state. This is typically exposed as the module's `__spec__` attribute. In the descriptions below, the names in parentheses give the corresponding attribute available directly on the module object. E.g. `module.__spec__.origin == module.__file__`. Note however that while the *values* are usually equivalent, they can differ since there is no synchronization between the two objects. Thus it is possible to update the module's `__path__` at runtime, and this will not be automatically reflected in `__spec__.submodule_search_locations`.
Nouveau dans la version 3.4.

name
(`__name__`)
A string for the fully-qualified name of the module.

loader
(`__loader__`)
The loader to use for loading. For namespace packages this should be set to `None`.

origin
(__file__)
Name of the place from which the module is loaded, e.g. "builtin" for built-in modules and the filename for modules loaded from source. Normally "origin" should be set, but it may be None (the default) which indicates it is unspecified (e.g. for namespace packages).

submodule_search_locations
(__path__)
List of strings for where to find submodules, if a package (None otherwise).

loader_state
Container of extra module-specific data for use during loading (or None).

cached
(__cached__)
String for where the compiled module should be stored (or None).

parent
(__package__)
(Read-only) Fully-qualified name of the package to which the module belongs as a submodule (or None).

has_location
Boolean indicating whether or not the module's "origin" attribute refers to a loadable location.

32.5.6 importlib.util -- Utility code for importers

Source code : Lib/importlib/util.py

This module contains the various objects that help in the construction of an *importer*.

importlib.util.**MAGIC_NUMBER**
The bytes which represent the bytecode version number. If you need help with loading/writing bytecode then consider *importlib.abc.SourceLoader*.
Nouveau dans la version 3.4.

importlib.util.**cache_from_source**(*path*, *debug_override=None*, *, *optimization=None*)
Return the **PEP 3147/PEP 488** path to the byte-compiled file associated with the source *path*. For example, if *path* is /foo/bar/baz.py the return value would be /foo/bar/__pycache__/baz.cpython-32.pyc for Python 3.2. The cpython-32 string comes from the current magic tag (see get_tag() ; if sys.implementation.cache_tag is not defined then *NotImplementedError* will be raised).
The *optimization* parameter is used to specify the optimization level of the bytecode file. An empty string represents no optimization, so /foo/bar/baz.py with an *optimization* of '' will result in a bytecode path of /foo/bar/__pycache__/baz.cpython-32.pyc. None causes the interpter's optimization level to be used. Any other value's string representation being used, so /foo/bar/baz.py with an *optimization* of 2 will lead to the bytecode path of /foo/bar/__pycache__/baz.cpython-32.opt-2.pyc. The string representation of *optimization* can only be alphanumeric, else *ValueError* is raised.
The *debug_override* parameter is deprecated and can be used to override the system's value for __debug__. A True value is the equivalent of setting *optimization* to the empty string. A False value is the same as setting *optimization* to 1. If both *debug_override* an *optimization* are not None then *TypeError* is raised.
Nouveau dans la version 3.4.
Modifié dans la version 3.5 : The *optimization* parameter was added and the *debug_override* parameter was deprecated.
Modifié dans la version 3.6 : Accepte un *path-like object*.

importlib.util.**source_from_cache**(*path*)
Given the *path* to a **PEP 3147** file name, return the associated source code file path. For example, if *path* is /foo/bar/__pycache__/baz.cpython-32.pyc the returned path would be /foo/bar/baz.py. *path* need not exist, however if it does not conform to **PEP 3147** or **PEP 488** format, a *ValueError* is raised. If sys.implementation.cache_tag is not defined, *NotImplementedError* is raised.

Nouveau dans la version 3.4.

Modifié dans la version 3.6 : Accepte un *path-like object*.

`importlib.util.`**`decode_source`**(*source_bytes*)

Decode the given bytes representing source code and return it as a string with universal newlines (as required by `importlib.abc.InspectLoader.get_source()`).

Nouveau dans la version 3.4.

`importlib.util.`**`resolve_name`**(*name*, *package*)

Resolve a relative module name to an absolute one.

If **name** has no leading dots, then **name** is simply returned. This allows for usage such as `importlib.util.resolve_name('sys', __package__)` without doing a check to see if the **package** argument is needed.

`ValueError` is raised if **name** is a relative module name but package is a false value (e.g. `None` or the empty string). `ValueError` is also raised a relative name would escape its containing package (e.g. requesting `..bacon` from within the `spam` package).

Nouveau dans la version 3.3.

`importlib.util.`**`find_spec`**(*name*, *package=None*)

Find the *spec* for a module, optionally relative to the specified **package** name. If the module is in `sys.modules`, then `sys.modules[name].__spec__` is returned (unless the spec would be `None` or is not set, in which case `ValueError` is raised). Otherwise a search using `sys.meta_path` is done. `None` is returned if no spec is found.

If **name** is for a submodule (contains a dot), the parent module is automatically imported.

name and **package** work the same as for `import_module()`.

Nouveau dans la version 3.4.

Modifié dans la version 3.7 : Raises `ModuleNotFoundError` instead of `AttributeError` if **package** is in fact not a package (i.e. lacks a `__path__` attribute).

`importlib.util.`**`module_from_spec`**(*spec*)

Create a new module based on **spec** and `spec.loader.create_module`.

If `spec.loader.create_module` does not return `None`, then any pre-existing attributes will not be reset. Also, no `AttributeError` will be raised if triggered while accessing **spec** or setting an attribute on the module.

This function is preferred over using `types.ModuleType` to create a new module as **spec** is used to set as many import-controlled attributes on the module as possible.

Nouveau dans la version 3.5.

`@importlib.util.`**`module_for_loader`**

A *decorator* for `importlib.abc.Loader.load_module()` to handle selecting the proper module object to load with. The decorated method is expected to have a call signature taking two positional arguments (e.g. `load_module(self, module)`) for which the second argument will be the module **object** to be used by the loader. Note that the decorator will not work on static methods because of the assumption of two arguments.

The decorated method will take in the **name** of the module to be loaded as expected for a *loader*. If the module is not found in `sys.modules` then a new one is constructed. Regardless of where the module came from, `__loader__` set to **self** and `__package__` is set based on what `importlib.abc.InspectLoader.is_package()` returns (if available). These attributes are set unconditionally to support reloading.

If an exception is raised by the decorated method and a module was added to `sys.modules`, then the module will be removed to prevent a partially initialized module from being in left in `sys.modules`. If the module was already in `sys.modules` then it is left alone.

Modifié dans la version 3.3 : `__loader__` and `__package__` are automatically set (when possible).

Modifié dans la version 3.4 : Set `__name__`, `__loader__` `__package__` unconditionally to support reloading.

Obsolète depuis la version 3.4 : The import machinery now directly performs all the functionality provided by this function.

@importlib.util.**set_loader**
A *decorator* for *importlib.abc.Loader.load_module()* to set the __loader__ attribute on the returned module. If the attribute is already set the decorator does nothing. It is assumed that the first positional argument to the wrapped method (i.e. self) is what __loader__ should be set to.

Modifié dans la version 3.4 : Set __loader__ if set to None, as if the attribute does not exist.

Obsolète depuis la version 3.4 : The import machinery takes care of this automatically.

@importlib.util.**set_package**
A *decorator* for *importlib.abc.Loader.load_module()* to set the __package__ attribute on the returned module. If __package__ is set and has a value other than None it will not be changed.

Obsolète depuis la version 3.4 : The import machinery takes care of this automatically.

importlib.util.**spec_from_loader**(*name*, *loader*, *, *origin=None*, *is_package=None*)
A factory function for creating a ModuleSpec instance based on a loader. The parameters have the same meaning as they do for ModuleSpec. The function uses available *loader* APIs, such as InspectLoader.is_package(), to fill in any missing information on the spec.

Nouveau dans la version 3.4.

importlib.util.**spec_from_file_location**(*name*, *location*, *, *loader=None*, *submodule_search_locations=None*)
A factory function for creating a ModuleSpec instance based on the path to a file. Missing information will be filled in on the spec by making use of loader APIs and by the implication that the module will be file-based.

Nouveau dans la version 3.4.

Modifié dans la version 3.6 : Accepte un *path-like object*.

importlib.util.**source_hash**(*source_bytes*)
Return the hash of *source_bytes* as bytes. A hash-based .pyc file embeds the *source_hash()* of the corresponding source file's contents in its header.

Nouveau dans la version 3.7.

class importlib.util.**LazyLoader**(*loader*)
A class which postpones the execution of the loader of a module until the module has an attribute accessed.

This class **only** works with loaders that define *exec_module()* as control over what module type is used for the module is required. For those same reasons, the loader's *create_module()* method must return None or a type for which its __class__ attribute can be mutated along with not using *slots*. Finally, modules which substitute the object placed into *sys.modules* will not work as there is no way to properly replace the module references throughout the interpreter safely; *ValueError* is raised if such a substitution is detected.

Note : For projects where startup time is critical, this class allows for potentially minimizing the cost of loading a module if it is never used. For projects where startup time is not essential then use of this class is **heavily** discouraged due to error messages created during loading being postponed and thus occurring out of context.

Nouveau dans la version 3.5.

Modifié dans la version 3.6 : Began calling *create_module()*, removing the compatibility warning for *importlib.machinery.BuiltinImporter* and *importlib.machinery.ExtensionFileLoader*.

classmethod factory(*loader*)
A static method which returns a callable that creates a lazy loader. This is meant to be used in situations where the loader is passed by class instead of by instance.

```
suffixes = importlib.machinery.SOURCE_SUFFIXES
loader = importlib.machinery.SourceFileLoader
lazy_loader = importlib.util.LazyLoader.factory(loader)
finder = importlib.machinery.FileFinder(path, (lazy_loader, suffixes))
```

32.5.7 Exemples

Importing programmatically

To programmatically import a module, use *importlib.import_module()*.

```
import importlib

itertools = importlib.import_module('itertools')
```

Checking if a module can be imported

If you need to find out if a module can be imported without actually doing the import, then you should use *importlib.util.find_spec()*.

```
import importlib.util
import sys

# For illustrative purposes.
name = 'itertools'

spec = importlib.util.find_spec(name)
if spec is None:
    print("can't find the itertools module")
else:
    # If you chose to perform the actual import ...
    module = importlib.util.module_from_spec(spec)
    spec.loader.exec_module(module)
    # Adding the module to sys.modules is optional.
    sys.modules[name] = module
```

Importing a source file directly

To import a Python source file directly, use the following recipe (Python 3.5 and newer only) :

```
import importlib.util
import sys

# For illustrative purposes.
import tokenize
file_path = tokenize.__file__
module_name = tokenize.__name__

spec = importlib.util.spec_from_file_location(module_name, file_path)
module = importlib.util.module_from_spec(spec)
spec.loader.exec_module(module)
# Optional; only necessary if you want to be able to import the module
# by name later.
sys.modules[module_name] = module
```

Setting up an importer

For deep customizations of import, you typically want to implement an *importer*. This means managing both the *finder* and *loader* side of things. For finders there are two flavours to choose from depending on your needs : a *meta path finder* or a *path entry finder*. The former is what you would put on `sys.meta_path` while the latter is what you create using a *path entry hook* on `sys.path_hooks` which works with `sys.path` entries to potentially create a finder. This example will show you how to register your own importers so that import will use them (for creating an importer for yourself, read the documentation for the appropriate classes defined within this package) :

```
import importlib.machinery
import sys

# For illustrative purposes only.
SpamMetaPathFinder = importlib.machinery.PathFinder
SpamPathEntryFinder = importlib.machinery.FileFinder
loader_details = (importlib.machinery.SourceFileLoader,
                  importlib.machinery.SOURCE_SUFFIXES)

# Setting up a meta path finder.
# Make sure to put the finder in the proper location in the list in terms of
# priority.
sys.meta_path.append(SpamMetaPathFinder)

# Setting up a path entry finder.
# Make sure to put the path hook in the proper location in the list in terms
# of priority.
sys.path_hooks.append(SpamPathEntryFinder.path_hook(loader_details))
```

Approximating `importlib.import_module()`

Import itself is implemented in Python code, making it possible to expose most of the import machinery through importlib. The following helps illustrate the various APIs that importlib exposes by providing an approximate implementation of `importlib.import_module()` (Python 3.4 and newer for the importlib usage, Python 3.6 and newer for other parts of the code).

```
import importlib.util
import sys

def import_module(name, package=None):
    """An approximate implementation of import."""
    absolute_name = importlib.util.resolve_name(name, package)
    try:
        return sys.modules[absolute_name]
    except KeyError:
        pass

    path = None
    if '.' in absolute_name:
        parent_name, _, child_name = absolute_name.rpartition('.')
        parent_module = import_module(parent_name)
        path = parent_module.__spec__.submodule_search_locations
    for finder in sys.meta_path:
        spec = finder.find_spec(absolute_name, path)
        if spec is not None:
            break
    else:
        msg = f'No module named {absolute_name!r}'
        raise ModuleNotFoundError(msg, name=absolute_name)
    module = importlib.util.module_from_spec(spec)
    spec.loader.exec_module(module)
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
    sys.modules[absolute_name] = module
    if path is not None:
        setattr(parent_module, child_name, module)
    return module
```

CHAPITRE 33

Services du Langage Python

Python fournit quelques modules pour vous aider à travailler avec le langage Python lui-même. Ces modules gèrent entre autres l'analyse lexicale, l'analyse syntaxique, et le désassemblage de *bytecode*.

Ces modules sont :

33.1 `parser` — Accès aux arbres syntaxiques

Le module `parser` expose une interface à l'analyseur et au compilateur de byte-code internes de Python. Son objectif principal est de permettre à du code Python de modifier l'arbre syntaxique d'une expression Python puis de la rendre exécutable. Cette approche est plus fiable que celle consistant à manipuler des chaines de caractères, puisque l'analyse est faite avec le même analyseur que celui utilisé pour le code de l'application. C'est aussi plus rapide.

Note : À partir de Python 2.5, il est plus pratique de faire ces manipulations entre la génération de l'AST (*Abstract Syntax Tree*) et la compilation, en utilisant le module `ast`.

Certaines particularités de ce module sont importantes à retenir pour en faire un bon usage. Ce n'est pas un tutoriel sur la modification d'arbres syntaxiques Python, mais certains exemples d'utilisation du module `parser` sont présentés.

Most importantly, a good understanding of the Python grammar processed by the internal parser is required. For full information on the language syntax, refer to reference-index. The parser itself is created from a grammar specification defined in the file `Grammar/Grammar` in the standard Python distribution. The parse trees stored in the ST objects created by this module are the actual output from the internal parser when created by the `expr()` or `suite()` functions, described below. The ST objects created by `sequence2st()` faithfully simulate those structures. Be aware that the values of the sequences which are considered "correct" will vary from one version of Python to another as the formal grammar for the language is revised. However, transporting code from one Python version to another as source text will always allow correct parse trees to be created in the target version, with the only restriction being that migrating to an older version of the interpreter will not support more recent language constructs. The parse trees are not typically compatible from one version to another, though source code has usually been forward-compatible within a major release series.

Chaque élément des séquences renvoyé par les fonctions `st2list()` ou `st2tuple()` possède une forme simple. Les séquences représentant des éléments non terminaux de la grammaire ont toujours une taille supérieure à un. Le

premier élément est un nombre entier représentant un élément de la grammaire. Le fichier d'en-têtes C `Include/graminit.h` et le module Python *symbol* attribuent des noms symboliques à ces nombres. Les éléments suivants représentent les composants, tels que reconnus dans la chaîne analysée, de cet élément grammatical : ces séquences ont toujours la même forme que leur parent. Notez que les mots clés utilisés pour identifier le type du nœud parent, tel que `if` dans un `if_stmt` sont inclus dans l'arbre du nœud sans traitement particulier. Par exemple, le mot clé `if` est représenté par la paire `(1, 'if')`, où `1` est la valeur numérique pour les lexèmes `NAME`, ce qui inclut les noms de variables et de fonctions définis par l'utilisateur. Dans sa forme alternative, renvoyée lorsque le numéro de la ligne est requis, le même lexème peut être représenté : `(1, 'if', 12)`, où `12` est le numéro de la ligne sur laquelle le dernier symbole se trouve.

Terminal elements are represented in much the same way, but without any child elements and the addition of the source text which was identified. The example of the `if` keyword above is representative. The various types of terminal symbols are defined in the C header file `Include/token.h` and the Python module *token*.

The ST objects are not required to support the functionality of this module, but are provided for three purposes : to allow an application to amortize the cost of processing complex parse trees, to provide a parse tree representation which conserves memory space when compared to the Python list or tuple representation, and to ease the creation of additional modules in C which manipulate parse trees. A simple "wrapper" class may be created in Python to hide the use of ST objects.

The *parser* module defines functions for a few distinct purposes. The most important purposes are to create ST objects and to convert ST objects to other representations such as parse trees and compiled code objects, but there are also functions which serve to query the type of parse tree represented by an ST object.

Voir aussi :

Module *symbol* Useful constants representing internal nodes of the parse tree.

Module *token* Useful constants representing leaf nodes of the parse tree and functions for testing node values.

33.1.1 Creating ST Objects

ST objects may be created from source code or from a parse tree. When creating an ST object from source, different functions are used to create the `'eval'` and `'exec'` forms.

`parser.`**`expr`**(*source*)
The *expr()* function parses the parameter *source* as if it were an input to `compile(source, 'file.py', 'eval')`. If the parse succeeds, an ST object is created to hold the internal parse tree representation, otherwise an appropriate exception is raised.

`parser.`**`suite`**(*source*)
The *suite()* function parses the parameter *source* as if it were an input to `compile(source, 'file.py', 'exec')`. If the parse succeeds, an ST object is created to hold the internal parse tree representation, otherwise an appropriate exception is raised.

`parser.`**`sequence2st`**(*sequence*)
This function accepts a parse tree represented as a sequence and builds an internal representation if possible. If it can validate that the tree conforms to the Python grammar and all nodes are valid node types in the host version of Python, an ST object is created from the internal representation and returned to the called. If there is a problem creating the internal representation, or if the tree cannot be validated, a *ParserError* exception is raised. An ST object created this way should not be assumed to compile correctly ; normal exceptions raised by compilation may still be initiated when the ST object is passed to *compilest()*. This may indicate problems not related to syntax (such as a *MemoryError* exception), but may also be due to constructs such as the result of parsing `del f(0)`, which escapes the Python parser but is checked by the bytecode compiler.

Sequences representing terminal tokens may be represented as either two-element lists of the form `(1, 'name')` or as three-element lists of the form `(1, 'name', 56)`. If the third element is present, it is assumed to be a valid line number. The line number may be specified for any subset of the terminal symbols in the input tree.

`parser.`**`tuple2st`**(*sequence*)
This is the same function as *sequence2st()*. This entry point is maintained for backward compatibility.

33.1.2 Converting ST Objects

ST objects, regardless of the input used to create them, may be converted to parse trees represented as list- or tuple-trees, or may be compiled into executable code objects. Parse trees may be extracted with or without line numbering information.

`parser.`**`st2list`**(*st*, *line_info=False*, *col_info=False*)

This function accepts an ST object from the caller in *st* and returns a Python list representing the equivalent parse tree. The resulting list representation can be used for inspection or the creation of a new parse tree in list form. This function does not fail so long as memory is available to build the list representation. If the parse tree will only be used for inspection, `st2tuple()` should be used instead to reduce memory consumption and fragmentation. When the list representation is required, this function is significantly faster than retrieving a tuple representation and converting that to nested lists.

If *line_info* is true, line number information will be included for all terminal tokens as a third element of the list representing the token. Note that the line number provided specifies the line on which the token *ends*. This information is omitted if the flag is false or omitted.

`parser.`**`st2tuple`**(*st*, *line_info=False*, *col_info=False*)

This function accepts an ST object from the caller in *st* and returns a Python tuple representing the equivalent parse tree. Other than returning a tuple instead of a list, this function is identical to `st2list()`.

If *line_info* is true, line number information will be included for all terminal tokens as a third element of the list representing the token. This information is omitted if the flag is false or omitted.

`parser.`**`compilest`**(*st*, *filename='<syntax-tree>'*)

The Python byte compiler can be invoked on an ST object to produce code objects which can be used as part of a call to the built-in `exec()` or `eval()` functions. This function provides the interface to the compiler, passing the internal parse tree from *st* to the parser, using the source file name specified by the *filename* parameter. The default value supplied for *filename* indicates that the source was an ST object.

Compiling an ST object may result in exceptions related to compilation; an example would be a `SyntaxError` caused by the parse tree for `del f(0)`: this statement is considered legal within the formal grammar for Python but is not a legal language construct. The `SyntaxError` raised for this condition is actually generated by the Python byte-compiler normally, which is why it can be raised at this point by the `parser` module. Most causes of compilation failure can be diagnosed programmatically by inspection of the parse tree.

33.1.3 Queries on ST Objects

Two functions are provided which allow an application to determine if an ST was created as an expression or a suite. Neither of these functions can be used to determine if an ST was created from source code via `expr()` or `suite()` or from a parse tree via `sequence2st()`.

`parser.`**`isexpr`**(*st*)

When *st* represents an `'eval'` form, this function returns `True`, otherwise it returns `False`. This is useful, since code objects normally cannot be queried for this information using existing built-in functions. Note that the code objects created by `compilest()` cannot be queried like this either, and are identical to those created by the built-in `compile()` function.

`parser.`**`issuite`**(*st*)

This function mirrors `isexpr()` in that it reports whether an ST object represents an `'exec'` form, commonly known as a "suite." It is not safe to assume that this function is equivalent to `not isexpr(st)`, as additional syntactic fragments may be supported in the future.

33.1.4 Exceptions and Error Handling

The parser module defines a single exception, but may also pass other built-in exceptions from other portions of the Python runtime environment. See each function for information about the exceptions it can raise.

exception parser.**ParserError**
Exception raised when a failure occurs within the parser module. This is generally produced for validation failures rather than the built-in *SyntaxError* raised during normal parsing. The exception argument is either a string describing the reason of the failure or a tuple containing a sequence causing the failure from a parse tree passed to *sequence2st()* and an explanatory string. Calls to *sequence2st()* need to be able to handle either type of exception, while calls to other functions in the module will only need to be aware of the simple string values.

Note that the functions *compilest()*, *expr()*, and *suite()* may raise exceptions which are normally raised by the parsing and compilation process. These include the built in exceptions *MemoryError*, *OverflowError*, *SyntaxError*, and *SystemError*. In these cases, these exceptions carry all the meaning normally associated with them. Refer to the descriptions of each function for detailed information.

33.1.5 ST Objects

Ordered and equality comparisons are supported between ST objects. Pickling of ST objects (using the *pickle* module) is also supported.

parser.**STType**
The type of the objects returned by *expr()*, *suite()* and *sequence2st()*.

ST objects have the following methods :

ST.**compile**(*filename='<syntax-tree>'*)
Same as `compilest(st, filename)`.

ST.**isexpr**()
Same as `isexpr(st)`.

ST.**issuite**()
Same as `issuite(st)`.

ST.**tolist**(*line_info=False*, *col_info=False*)
Same as `st2list(st, line_info, col_info)`.

ST.**totuple**(*line_info=False*, *col_info=False*)
Same as `st2tuple(st, line_info, col_info)`.

33.1.6 Example : Emulation of `compile()`

While many useful operations may take place between parsing and bytecode generation, the simplest operation is to do nothing. For this purpose, using the *parser* module to produce an intermediate data structure is equivalent to the code

```
>>> code = compile('a + 5', 'file.py', 'eval')
>>> a = 5
>>> eval(code)
10
```

The equivalent operation using the *parser* module is somewhat longer, and allows the intermediate internal parse tree to be retained as an ST object :

```
>>> import parser
>>> st = parser.expr('a + 5')
>>> code = st.compile('file.py')
>>> a = 5
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
>>> eval(code)
10
```

An application which needs both ST and code objects can package this code into readily available functions :

```
import parser

def load_suite(source_string):
    st = parser.suite(source_string)
    return st, st.compile()

def load_expression(source_string):
    st = parser.expr(source_string)
    return st, st.compile()
```

33.2 `ast` — Arbres Syntaxiques Abstraits

Code source : Lib/ast.py

Le module *`ast`* permet aux applications Python de traiter la grammaire abstraite de l'arbre syntaxique Python. La grammaire abstraite Python elle-même est susceptible d'être modifiée à chaque nouvelle version de Python ; ce module permet de trouver à quoi la grammaire actuelle ressemble.

Un arbre syntaxique abstrait peut être généré en passant l'option `ast.PyCF_ONLY_AST` à la fonction native *`compile()`*, ou en utilisant la fonction de facilité *`parse()`* fournie par le module. Le résultat est un arbre composé d'objets dont les classes héritent toutes de *`ast.AST`*. Un arbre syntaxique abstrait peut être compilé en code objet Python en utilisant la fonction native *`compile()`*.

33.2.1 Les classes nœud

class ast.**AST**

C'est la classe de base de toute classe nœud de l'AST. Les classes nœud courantes sont dérivées du fichier `Parser/Python.asdl`, qui est reproduit *ci-dessous*. Ils sont définis dans le module C `_ast` et ré-exportés dans le module *`ast`*.

Il y a une classe définie pour chacun des symboles présents à gauche dans la grammaire abstraite (par exemple, `ast.stmt` ou `ast.expr`). En plus de cela, il y a une classe définie pour chacun des constructeurs présentés à droite ; ces classes héritent des classes situées à gauche dans l'arbre. Par exemple, la classe `ast.BinOp` hérite de la classe `ast.expr`. Pour les règles de réécriture avec alternatives (comme *sums*), la partie gauche est abstraite : seules les instances des constructeurs spécifiques aux nœuds sont créés.

_fields

Chaque classe concrète possède un attribut *`_fields`* donnant les noms de tous les nœuds enfants.

Chaque instance d'une classe concrète possède un attribut pour chaque nœud enfant, du type défini par la grammaire. Par exemple, les instances `ast.BinOp` possèdent un attribut `left` de type `ast.expr`.

Si ces attributs sont marqués comme optionnels dans la grammaire (en utilisant un point d'interrogation `?`), la valeur peut être `None`. Si les attributs peuvent avoir zéro ou plus valeurs (marqués avec un astérisque `*`), les valeurs sont représentées par des listes Python. Tous les attributs possibles doivent être présents et avoir une valeur valide pour compiler un AST avec *`compile()`*.

lineno

col_offset

Les instances des sous-classes `ast.expr` et `ast.stmt` possèdent les attributs *`lineno`* et *`col_offset`*. L'attribut *`lineno`* est le numéro de ligne dans le code source (indexé à partir de 1 tel que la première ligne est la ligne 1) et l'attribut *`col_offset`* qui représente le décalage UTF-8 en byte du premier jeton qui a généré le nœud. Le décalage UTF-8 est enregistré parce que l'analyseur syntaxique utilise l'UTF-8 en interne.

Le constructeur d'une classe `ast.T` analyse ses arguments comme suit :

— S'il y a des arguments positionnels, il doit y avoir autant de termes dans `T._fields` ; ils sont assignés comme attributs portant ces noms.

— S'il y a des arguments nommés, ils définissent les attributs de mêmes noms avec les valeurs données.

Par exemple, pour créer et peupler un nœud `ast.UnaryOp`, on peut utiliser

```
node = ast.UnaryOp()
node.op = ast.USub()
node.operand = ast.Num()
node.operand.n = 5
node.operand.lineno = 0
node.operand.col_offset = 0
node.lineno = 0
node.col_offset = 0
```

ou, plus compact

```
node = ast.UnaryOp(ast.USub(), ast.Num(5, lineno=0, col_offset=0),
                   lineno=0, col_offset=0)
```

33.2.2 Grammaire abstraite

La grammaire abstraite est actuellement définie comme suit :

```
-- ASDL's 7 builtin types are:
-- identifier, int, string, bytes, object, singleton, constant
--
-- singleton: None, True or False
-- constant can be None, whereas None means "no value" for object.

module Python
{
    mod = Module(stmt* body)
        | Interactive(stmt* body)
        | Expression(expr body)

        -- not really an actual node but useful in Jython's typesystem.
        | Suite(stmt* body)

    stmt = FunctionDef(identifier name, arguments args,
                       stmt* body, expr* decorator_list, expr? returns)
          | AsyncFunctionDef(identifier name, arguments args,
                             stmt* body, expr* decorator_list, expr? returns)

          | ClassDef(identifier name,
             expr* bases,
             keyword* keywords,
             stmt* body,
             expr* decorator_list)
          | Return(expr? value)

          | Delete(expr* targets)
          | Assign(expr* targets, expr value)
          | AugAssign(expr target, operator op, expr value)
          -- 'simple' indicates that we annotate simple name without parens
          | AnnAssign(expr target, expr annotation, expr? value, int simple)

          -- use 'orelse' because else is a keyword in target languages
          | For(expr target, expr iter, stmt* body, stmt* orelse)
          | AsyncFor(expr target, expr iter, stmt* body, stmt* orelse)
          | While(expr test, stmt* body, stmt* orelse)
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
          | If(expr test, stmt* body, stmt* orelse)
          | With(withitem* items, stmt* body)
          | AsyncWith(withitem* items, stmt* body)

          | Raise(expr? exc, expr? cause)
          | Try(stmt* body, excepthandler* handlers, stmt* orelse, stmt* finalbody)
          | Assert(expr test, expr? msg)

          | Import(alias* names)
          | ImportFrom(identifier? module, alias* names, int? level)

          | Global(identifier* names)
          | Nonlocal(identifier* names)
          | Expr(expr value)
          | Pass | Break | Continue

          -- XXX Jython will be different
          -- col_offset is the byte offset in the utf8 string the parser uses
          attributes (int lineno, int col_offset)

          -- BoolOp() can use left & right?
    expr = BoolOp(boolop op, expr* values)
         | BinOp(expr left, operator op, expr right)
         | UnaryOp(unaryop op, expr operand)
         | Lambda(arguments args, expr body)
         | IfExp(expr test, expr body, expr orelse)
         | Dict(expr* keys, expr* values)
         | Set(expr* elts)
         | ListComp(expr elt, comprehension* generators)
         | SetComp(expr elt, comprehension* generators)
         | DictComp(expr key, expr value, comprehension* generators)
         | GeneratorExp(expr elt, comprehension* generators)
         -- the grammar constrains where yield expressions can occur
         | Await(expr value)
         | Yield(expr? value)
         | YieldFrom(expr value)
         -- need sequences for compare to distinguish between
         -- x < 4 < 3 and (x < 4) < 3
         | Compare(expr left, cmpop* ops, expr* comparators)
         | Call(expr func, expr* args, keyword* keywords)
         | Num(object n) -- a number as a PyObject.
         | Str(string s) -- need to specify raw, unicode, etc?
         | FormattedValue(expr value, int? conversion, expr? format_spec)
         | JoinedStr(expr* values)
         | Bytes(bytes s)
         | NameConstant(singleton value)
         | Ellipsis
         | Constant(constant value)

         -- the following expression can appear in assignment context
         | Attribute(expr value, identifier attr, expr_context ctx)
         | Subscript(expr value, slice slice, expr_context ctx)
         | Starred(expr value, expr_context ctx)
         | Name(identifier id, expr_context ctx)
         | List(expr* elts, expr_context ctx)
         | Tuple(expr* elts, expr_context ctx)

          -- col_offset is the byte offset in the utf8 string the parser uses
          attributes (int lineno, int col_offset)

    expr_context = Load | Store | Del | AugLoad | AugStore | Param
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
    slice = Slice(expr? lower, expr? upper, expr? step)
          | ExtSlice(slice* dims)
          | Index(expr value)

    boolop = And | Or

    operator = Add | Sub | Mult | MatMult | Div | Mod | Pow | LShift
                 | RShift | BitOr | BitXor | BitAnd | FloorDiv

    unaryop = Invert | Not | UAdd | USub

    cmpop = Eq | NotEq | Lt | LtE | Gt | GtE | Is | IsNot | In | NotIn

    comprehension = (expr target, expr iter, expr* ifs, int is_async)

    excepthandler = ExceptHandler(expr? type, identifier? name, stmt* body)
                    attributes (int lineno, int col_offset)

    arguments = (arg* args, arg? vararg, arg* kwonlyargs, expr* kw_defaults,
                 arg? kwarg, expr* defaults)

    arg = (identifier arg, expr? annotation)
           attributes (int lineno, int col_offset)

    -- keyword arguments supplied to call (NULL identifier for **kwargs)
    keyword = (identifier? arg, expr value)

    -- import name with optional 'as' alias.
    alias = (identifier name, identifier? asname)

    withitem = (expr context_expr, expr? optional_vars)
}
```

33.2.3 Outils du module `ast`

À part la classe nœud, le module *ast* définit ces fonctions et classes utilitaires pour traverser les arbres syntaxiques abstraits :

`ast.`**`parse`**(*source*, *filename='<unknown>'*, *mode='exec'*)

Analyse le code source en un nœud AST. Équivalent à `compile(source, filename, mode, ast.PyCF_ONLY_AST)`.

> **Avertissement :** Il est possible de faire planter l'interpréteur Python avec des chaînes suffisamment grandes ou complexes lors de la compilation d'un objet AST dû à la limitation de la profondeur de la pile d'appels.

`ast.`**`literal_eval`**(*node_or_string*)

Évalue de manière sûre un nœud expression ou une chaîne de caractères contenant une expression littérale Python ou un conteneur. La chaîne de caractères ou le nœud fourni peut seulement faire partie des littéraux Python suivants : chaînes de caractères, bytes, nombres, n-uplets, listes, dictionnaires, ensembles, booléens, et `None`.

Cela peut être utilisé pour évaluer de manière sûre la chaîne de caractères contenant des valeurs Python de sources non fiable sans avoir besoin d'analyser les valeurs elles-mêmes. Cette fonction n'est pas capable d'évaluer des expressions complexes arbitraires, par exemple impliquant des opérateurs ou de l'indexation.

Avertissement : Il est possible de faire planter l'interpréteur Python avec des chaînes suffisamment grandes ou complexes lors de la compilation d'un objet AST dû à la limitation de la profondeur de la pile d'appels.

Modifié dans la version 3.2 : Accepte maintenant les littéraux suivants *bytes* et *sets*.

`ast.`**`get_docstring`**(*node*, *clean=True*)
Renvoie la *docstring* du *node* donné (qui doit être un nœud de type `FunctionDef`, `AsyncFunctionDef`, `ClassDef`, or `Module`), ou `None` s'il n'a pas de *docstring*. Si *clean* est vrai, cette fonction nettoie l'indentation de la *docstring* avec *`inspect.cleandoc()`*.

Modifié dans la version 3.5 : `AsyncFunctionDef` est maintenant gérée

`ast.`**`fix_missing_locations`**(*node*)
Lorsque l'on compile un arbre avec *`compile()`*, le compilateur attend les attributs `lineno` et `col_offset` pour tous les nœuds qui les supportent. Il est fastidieux de les remplir pour les nœuds générés, cette fonction utilitaire ajoute ces attributs de manière récursive là où ils ne sont pas déjà définis, en les définissant comme les valeurs du nœud parent. Elle fonctionne récursivement en démarrant de *node*.

`ast.`**`increment_lineno`**(*node*, *n=1*)
Incrémente de *n* le numéro de ligne de chaque nœud dans l'arbre en commençant par le nœud *node*. C'est utile pour "déplacer du code" à un endroit différent dans un fichier.

`ast.`**`copy_location`**(*new_node*, *old_node*)
Copie le code source (`lineno` et `col_offset`) de l'ancien nœud *old_node* vers le nouveau nœud *new_node* si possible, et renvoie *new_node*.

`ast.`**`iter_fields`**(*node*)
Produit un n-uplet de `(fieldname, value)` pour chaque champ de `node._fields` qui est présent dans *node*.

`ast.`**`iter_child_nodes`**(*node*)
Produit tous les nœuds enfants directs de *node*, c'est à dire, tous les champs qui sont des nœuds et tous les éléments des champs qui sont des listes de nœuds.

`ast.`**`walk`**(*node*)
Produit récursivement tous les nœuds enfants dans l'arbre en commençant par *node* (*node* lui-même est inclus), sans ordre spécifique. C'est utile lorsque l'on souhaite modifier les nœuds sur place sans prêter attention au contexte.

`class` `ast.`**`NodeVisitor`**
Classe de base pour un visiteur de nœud, qui parcourt l'arbre syntaxique abstrait et appelle une fonction de visite pour chacun des nœuds trouvés. Cette fonction peut renvoyer une valeur qui est transmise par la méthode *`visit()`*.

Cette classe est faite pour être dérivée, en ajoutant des méthodes de visite à la sous-classe.

`visit`(*node*)
Visite un nœud. L'implémentation par défaut appelle la méthode `self.visit_`*`classname`* où *classname* représente le nom de la classe du nœud, ou *`generic_visit()`* si cette méthode n'existe pas.

`generic_visit`(*node*)
Le visiteur appelle la méthode *`visit()`* de tous les enfants du nœud.

Notons que les nœuds enfants qui possèdent une méthode de visite spéciale ne seront pas visités à moins que le visiteur n'appelle la méthode *`generic_visit()`* ou ne les visite lui-même.

N'utilisez pas *`NodeVisitor`* si vous souhaitez appliquer des changements sur les nœuds lors du parcours. Pour cela, un visiteur spécial existe (*`NodeTransformer`*) qui permet les modifications.

`class` `ast.`**`NodeTransformer`**
Une sous-classe *`NodeVisitor`* qui traverse l'arbre syntaxique abstrait et permet les modifications des nœuds.

Le *`NodeTransformer`* traverse l'AST et utilise la valeur renvoyée par les méthodes du visiteur pour remplacer ou supprimer l'ancien nœud. Si la valeur renvoyée par la méthode du visiteur est `None`, le nœud est supprimé de sa position, sinon il est remplacé par la valeur de retour. La valeur de retour peut être le nœud original et dans ce cas, il n'y a pas de remplacement.

Voici un exemple du *transformer* qui réécrit les occurrences du dictionnaire (`foo`) en `data['foo']` :

```
class RewriteName(NodeTransformer):

    def visit_Name(self, node):
        return Subscript(
            value=Name(id='data', ctx=Load()),
            slice=Index(value=Str(s=node.id)),
            ctx=node.ctx
        )
```

Gardez en tête que si un nœud sur lequel vous travaillez a des nœuds enfants, vous devez transformer également ces nœuds enfant vous-même ou appeler d'abord la méthode `generic_visit()` sur le nœud.

Pour les nœuds qui font partie d'une collection d'instructions (cela s'applique à tous les nœuds instruction), le visiteur peut aussi renvoyer la liste des nœuds plutôt qu'un seul nœud.

If *`NodeTransformer`* introduces new nodes (that weren't part of original tree) without giving them location information (such as `lineno`), *`fix_missing_locations()`* should be called with the new sub-tree to recalculate the location information :

```
tree = ast.parse('foo', mode='eval')
new_tree = fix_missing_locations(RewriteName().visit(tree))
```

Utilisation typique du *transformer* :

```
node = YourTransformer().visit(node)
```

`ast.`**`dump`**(*node*, *annotate_fields=True*, *include_attributes=False*)

Return a formatted dump of the tree in *node*. This is mainly useful for debugging purposes. If *annotate_fields* is true (by default), the returned string will show the names and the values for fields. If *annotate_fields* is false, the result string will be more compact by omitting unambiguous field names. Attributes such as line numbers and column offsets are not dumped by default. If this is wanted, *include_attributes* can be set to true.

Voir aussi :

Green Tree Snakes, une ressource documentaire externe, qui possède plus de détails pour travailler avec des ASTs Python.

33.3 `symtable` --- Access to the compiler's symbol tables

Code source : Lib/symtable.py

Symbol tables are generated by the compiler from AST just before bytecode is generated. The symbol table is responsible for calculating the scope of every identifier in the code. *`symtable`* provides an interface to examine these tables.

33.3.1 Generating Symbol Tables

`symtable.`**`symtable`**(*code*, *filename*, *compile_type*)

Return the toplevel *`SymbolTable`* for the Python source *code*. *filename* is the name of the file containing the code. *compile_type* is like the *mode* argument to *`compile()`*.

33.3.2 Examining Symbol Tables

class symtable.**SymbolTable**
A namespace table for a block. The constructor is not public.

get_type()
Return the type of the symbol table. Possible values are `'class'`, `'module'`, and `'function'`.

get_id()
Return the table's identifier.

get_name()
Return the table's name. This is the name of the class if the table is for a class, the name of the function if the table is for a function, or `'top'` if the table is global (*get_type()* returns `'module'`).

get_lineno()
Return the number of the first line in the block this table represents.

is_optimized()
Return `True` if the locals in this table can be optimized.

is_nested()
Return `True` if the block is a nested class or function.

has_children()
Return `True` if the block has nested namespaces within it. These can be obtained with *get_children()*.

has_exec()
Return `True` if the block uses `exec`.

get_identifiers()
Return a list of names of symbols in this table.

lookup(*name*)
Lookup *name* in the table and return a *Symbol* instance.

get_symbols()
Return a list of *Symbol* instances for names in the table.

get_children()
Return a list of the nested symbol tables.

class symtable.**Function**
A namespace for a function or method. This class inherits *SymbolTable*.

get_parameters()
Return a tuple containing names of parameters to this function.

get_locals()
Return a tuple containing names of locals in this function.

get_globals()
Return a tuple containing names of globals in this function.

get_frees()
Return a tuple containing names of free variables in this function.

class symtable.**Class**
A namespace of a class. This class inherits *SymbolTable*.

get_methods()
Return a tuple containing the names of methods declared in the class.

class symtable.**Symbol**
An entry in a *SymbolTable* corresponding to an identifier in the source. The constructor is not public.

get_name()
Return the symbol's name.

is_referenced()
Return `True` if the symbol is used in its block.

is_imported()
Return `True` if the symbol is created from an import statement.

is_parameter()
Return `True` if the symbol is a parameter.

is_global()
Return `True` if the symbol is global.

is_declared_global()
Return `True` if the symbol is declared global with a global statement.

is_local()
Return `True` if the symbol is local to its block.

is_free()
Return `True` if the symbol is referenced in its block, but not assigned to.

is_assigned()
Return `True` if the symbol is assigned to in its block.

is_namespace()
Return `True` if name binding introduces new namespace.

If the name is used as the target of a function or class statement, this will be true.

Par exemple :

```
>>> table = symtable.symtable("def some_func(): pass", "string", "exec")
>>> table.lookup("some_func").is_namespace()
True
```

Note that a single name can be bound to multiple objects. If the result is `True`, the name may also be bound to other objects, like an int or list, that does not introduce a new namespace.

get_namespaces()
Return a list of namespaces bound to this name.

get_namespace()
Return the namespace bound to this name. If more than one namespace is bound, *ValueError* is raised.

33.4 `symbol` — Constantes utilisées dans les Arbres Syntaxiques

Code source : Lib/symbol.py

Ce module fournit des constantes représentant les valeurs numériques des nœuds internes de l'analyseur. Contrairement à la plupart des constantes en Python, celles-ci utilisent des noms en minuscules. Référez-vous au fichier `Grammar/Grammar` dans la distribution de Python pour les définitions de ces noms dans le contexte de la grammaire du langage. La valeur numérique correspondant au nom peut changer d'une version de Python à l'autre.

Ce module fournit aussi ces objets :

`symbol`.**sym_name**
Dictionnaire faisant correspondre les valeurs numériques des constantes définies dans ce module à leurs noms, permettant de générer une représentation plus humaine des arbres syntaxiques.

33.5 `token` --- Constantes utilisées avec les arbres d'analyse Python (*parse trees*)

Code source : Lib/token.py

Ce module fournit des constantes qui représentent les valeurs numériques des nœuds enfants du *parse tree* (les jetons "terminaux"). Voir le fichier `Grammar/Grammar` dans la distribution Python pour la définitions des noms dans le contexte de la grammaire. Les valeurs numériques correspondant aux noms sont susceptibles de changer entre deux versions de Python.

Le module fournit également une correspondance entre les codes numériques et les noms et certaines fonctions. Les fonctions reflètent les définitions des fichiers d'en-tête C de Python.

token.**tok_name**
Dictionnaire faisant correspondre les valeurs numériques des constantes définies dans ce module à leurs noms, permettant de générer une représentation plus humaine des arbres syntaxiques.

token.**ISTERMINAL**(*x*)
Return `True` for terminal token values.

token.**ISNONTERMINAL**(*x*)
Return `True` for non-terminal token values.

token.**ISEOF**(*x*)
Return `True` if *x* is the marker indicating the end of input.

Les constantes associées aux jetons sont :

token.**ENDMARKER**
token.**NAME**
token.**NUMBER**
token.**STRING**
token.**NEWLINE**
token.**INDENT**
token.**DEDENT**
token.**LPAR**
token.**RPAR**
token.**LSQB**
token.**RSQB**
token.**COLON**
token.**COMMA**
token.**SEMI**
token.**PLUS**
token.**MINUS**
token.**STAR**
token.**SLASH**
token.**VBAR**
token.**AMPER**
token.**LESS**
token.**GREATER**
token.**EQUAL**
token.**DOT**
token.**PERCENT**
token.**LBRACE**
token.**RBRACE**
token.**EQEQUAL**
token.**NOTEQUAL**
token.**LESSEQUAL**
token.**GREATEREQUAL**
token.**TILDE**
token.**CIRCUMFLEX**
token.**LEFTSHIFT**
token.**RIGHTSHIFT**
token.**DOUBLESTAR**
token.**PLUSEQUAL**
token.**MINEQUAL**
token.**STAREQUAL**
token.**SLASHEQUAL**
token.**PERCENTEQUAL**
token.**AMPEREQUAL**
token.**VBAREQUAL**
token.**CIRCUMFLEXEQUAL**
token.**LEFTSHIFTEQUAL**
token.**RIGHTSHIFTEQUAL**

token.**DOUBLESTAREQUAL**
token.**DOUBLESLASH**
token.**DOUBLESLASHEQUAL**
token.**AT**
token.**ATEQUAL**
token.**RARROW**
token.**ELLIPSIS**
token.**OP**
token.**ERRORTOKEN**
token.**N_TOKENS**
token.**NT_OFFSET**

Les types de jetons suivants ne sont pas utilisés par l'analyseur lexical C mais sont requis par le module *tokenize*.

token.**COMMENT**
Valeur du jeton utilisée pour indiquer un commentaire.

token.**NL**
Valeur du jeton utilisée pour indiquer un retour à la ligne non terminal. Le jeton *NEWLINE* indique la fin d'une ligne logique de code Python ; les jetons NL sont générés quand une ligne logique de code s'étend sur plusieurs lignes.

token.**ENCODING**
Valeur de jeton qui indique l'encodage utilisé pour décoder le fichier initial. Le premier jeton renvoyé par *tokenize.tokenize()* sera toujours un jeton ENCODING.

Modifié dans la version 3.5 : Ajout des jetons AWAIT et ASYNC.

Modifié dans la version 3.7 : Ajout des jetons *COMMENT*, *NL* et *ENCODING*.

Modifié dans la version 3.7 : Suppression des jetons AWAIT et ASYNC. async et await sont maintenant transformés en jetons *NAME*.

33.6 keyword — Tester si des chaînes sont des mot-clés Python

Code source : Lib/keyword.py

This module allows a Python program to determine if a string is a keyword.

keyword.**iskeyword**(*s*)
Return True if *s* is a Python keyword.

keyword.**kwlist**
Sequence containing all the keywords defined for the interpreter. If any keywords are defined to only be active when particular *__future__* statements are in effect, these will be included as well.

33.7 tokenize — Analyseur lexical de Python

Code source : Lib/tokenize.py

The *tokenize* module provides a lexical scanner for Python source code, implemented in Python. The scanner in this module returns comments as tokens as well, making it useful for implementing "pretty-printers", including colorizers for on-screen displays.

Pour simplifier la gestion de flux de *tokens*, tous les *tokens* operator et delimiter, ainsi que les Ellipsis* sont renvoyés en utilisant le *token* générique *OP*. Le type exact peut être déterminé en vérifiant la propriété exact_type du *named tuple* renvoyé par *tokenize.tokenize()*.

33.7.1 Analyse Lexicale

Le point d'entrée principal est un *générateur* :

`tokenize.`**`tokenize`**(*readline*)

Le générateur `tokenize()` prend un argument *readline* qui doit être un objet appelable exposant la même interface que la méthode `io.IOBase.readline()` des objets fichiers. Chaque appel a la fonction doit renvoyer une ligne sous forme de *bytes*.

Le générateur fournit des quintuplet contenants : le type du *token*, sa chaîne, un couple d'entiers `(srow, scol)` indiquant la ligne et la colonne où le *token* commence, un couple d'entiers `(erow, ecol)` indiquant la ligne et la colonne où il se termine, puis la ligne dans laquelle il a été trouvé. La ligne donnée (le dernier élément du *tuple*) est la ligne "logique", les *continuation lines* étant incluses. Le *tuple* est renvoyé sous forme de *named tuple* dont les noms sont : `type string start end line`.

Le *named tuple* a une propriété additionnelle appelée `exact_type` qui contient le type exact de l'opérateur pour les jetons `OP` . Pour tous les autres types de jetons, `exact_type` est égal au champ `type` du tuple nommé.

Modifié dans la version 3.1 : Soutien ajouté pour *tuples* nommé.

Modifié dans la version 3.3 : Soutien ajouté pour `exact_type`.

`tokenize()` détermine le codage source du fichier en recherchant une nomenclature UTF-8 ou un cookie d'encodage, selon la **PEP 263**.

Toutes les constantes du module `token` sont également exportées depuis module `tokenize`.

Une autre fonction est fournie pour inverser le processus de tokenisation. Ceci est utile pour créer des outils permettant de codifier un script, de modifier le flux de jetons et de réécrire le script modifié.

`tokenize.`**`untokenize`**(*iterable*)

Convertit les jetons en code source Python. L'*iterable* doit renvoyer des séquences avec au moins deux éléments, le type de jeton et la chaîne de caractères associée. Tout élément de séquence supplémentaire est ignoré.

Le script reconstruit est renvoyé sous la forme d'une chaîne unique. Le résultat est garanti pour que le jeton corresponde à l'entrée afin que la conversion soit sans perte et que les allers et retours soient assurés. La garantie ne s'applique qu'au type de jeton et à la chaîne de jetons car l'espacement entre les jetons (positions des colonnes) peut changer.

Il retourne des *bytes*, codés en utilisant le jeton `ENCODING`, qui est la première séquence de jetons sortie par `tokenize()`.

`tokenize()` a besoin de détecter le codage des fichiers sources qu'il code. La fonction utilisée pour cela est disponible :

`tokenize.`**`detect_encoding`**(*readline*)

La fonction `detect_encoding()` est utilisée pour détecter l'encodage à utiliser pour décoder un fichier source Python. Il nécessite un seul argument, *readline*, de la même manière que le générateur `tokenize()`.

Il appelle *readline* au maximum deux fois et renvoie le codage utilisé (sous forme de chaîne) et une liste de toutes les lignes (non décodées à partir des octets) dans lesquelles il a été lu.

Il détecte l'encodage par la présence d'une marqueur UTF-8 (*BOM*) ou d'un cookie de codage, comme spécifié dans la **PEP 263**. Si un *BOM* et un cookie sont présents, mais en désaccord, un `SyntaxError` sera levée. Notez que si le *BOM* est trouvé, `'utf-8-sig'` sera renvoyé comme encodage.

Si aucun codage n'est spécifié, la valeur par défaut, `'utf-8'`, sera renvoyée.

Utilisez `open()` pour ouvrir les fichiers source Python : ça utilise `detect_encoding()` pour détecter le codage du fichier.

`tokenize.`**`open`**(*filename*)

Ouvre un fichier en mode lecture seule en utilisant l'encodage détecté par `dectect_encoding()`.

Nouveau dans la version 3.2.

`exception` `tokenize.`**`TokenError`**

Déclenché lorsque soit une *docstring* soit une expression qui pourrait être divisée sur plusieurs lignes n'est pas complété dans le fichier, par exemple :

```
"""Beginning of
docstring
```

ou :

```
[1,
 2,
 3
```

Notez que les chaînes à simple guillemet non fermés ne provoquent pas le déclenchement d'une erreur. Ils sont tokenisés comme *ERRORTOKEN*, suivi de la tokenisation de leur contenu.

33.7.2 Utilisation en ligne de commande.

Nouveau dans la version 3.3.

Le module *tokenize* peut être exécuté en tant que script à partir de la ligne de commande. C'est aussi simple que :

```
python -m tokenize [-e] [filename.py]
```

Les options suivantes sont acceptées :

-h, --help
Montre ce message d'aide et quitte

-e, --exact
Affiche les noms de jetons en utilisant le même type.

Si `filename.py` est spécifié, son contenu est tokenisé vers *stdout*. Sinon, la tokenisation est effectuée sur ce qui est fourni sur *stdin*.

33.7.3 Exemples

Exemple d'un script qui transforme les littéraux de type *float* en type *Decimal* :

```
from tokenize import tokenize, untokenize, NUMBER, STRING, NAME, OP
from io import BytesIO

def decistmt(s):
    """Substitute Decimals for floats in a string of statements.

    >>> from decimal import Decimal
    >>> s = 'print(+21.3e-5*-.1234/81.7)'
    >>> decistmt(s)
    "print (+Decimal ('21.3e-5')*-Decimal ('.1234')/Decimal ('81.7'))"

    The format of the exponent is inherited from the platform C library.
    Known cases are "e-007" (Windows) and "e-07" (not Windows).  Since
    we're only showing 12 digits, and the 13th isn't close to 5, the
    rest of the output should be platform-independent.

    >>> exec(s)  #doctest: +ELLIPSIS
    -3.21716034272e-0...7

    Output from calculations with Decimal should be identical across all
    platforms.

    >>> exec(decistmt(s))
    -3.217160342717258261933904529E-7
    """
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
    result = []
    g = tokenize(BytesIO(s.encode('utf-8')).readline)  # tokenize the string
    for toknum, tokval, _, _, _ in g:
        if toknum == NUMBER and '.' in tokval:  # replace NUMBER tokens
            result.extend([
                (NAME, 'Decimal'),
                (OP, '('),
                (STRING, repr(tokval)),
                (OP, ')')
            ])
        else:
            result.append((toknum, tokval))
    return untokenize(result).decode('utf-8')
```

Exemple de tokenisation à partir de la ligne de commande. Le script :

```
def say_hello():
    print("Hello, World!")

say_hello()
```

sera tokenisé à la sortie suivante où la première colonne est la plage des coordonnées de la ligne/colonne où se trouve le jeton, la deuxième colonne est le nom du jeton, et la dernière colonne est la valeur du jeton (le cas échéant)

```
$ python -m tokenize hello.py
0,0-0,0:            ENCODING       'utf-8'
1,0-1,3:            NAME           'def'
1,4-1,13:           NAME           'say_hello'
1,13-1,14:          OP             '('
1,14-1,15:          OP             ')'
1,15-1,16:          OP             ':'
1,16-1,17:          NEWLINE        '\n'
2,0-2,4:            INDENT         '    '
2,4-2,9:            NAME           'print'
2,9-2,10:           OP             '('
2,10-2,25:          STRING         '"Hello, World!"'
2,25-2,26:          OP             ')'
2,26-2,27:          NEWLINE        '\n'
3,0-3,1:            NL             '\n'
4,0-4,0:            DEDENT         ''
4,0-4,9:            NAME           'say_hello'
4,9-4,10:           OP             '('
4,10-4,11:          OP             ')'
4,11-4,12:          NEWLINE        '\n'
5,0-5,0:            ENDMARKER      ''
```

Les noms exacts des types de jeton peuvent être affichés en utilisant l'option : `-e`

```
$ python -m tokenize -e hello.py
0,0-0,0:            ENCODING       'utf-8'
1,0-1,3:            NAME           'def'
1,4-1,13:           NAME           'say_hello'
1,13-1,14:          LPAR           '('
1,14-1,15:          RPAR           ')'
1,15-1,16:          COLON          ':'
1,16-1,17:          NEWLINE        '\n'
2,0-2,4:            INDENT         '    '
2,4-2,9:            NAME           'print'
2,9-2,10:           LPAR           '('
2,10-2,25:          STRING         '"Hello, World!"'
2,25-2,26:          RPAR           ')'
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
2,26-2,27:            NEWLINE        '\n'
3,0-3,1:              NL             '\n'
4,0-4,0:              DEDENT         ''
4,0-4,9:              NAME           'say_hello'
4,9-4,10:             LPAR           '('
4,10-4,11:            RPAR           ')'
4,11-4,12:            NEWLINE        '\n'
5,0-5,0:              ENDMARKER      ''
```

Example of tokenizing a file programmatically, reading unicode strings instead of bytes with `generate_tokens()` :

```
import tokenize

with tokenize.open('hello.py') as f:
    tokens = tokenize.generate_tokens(f.readline)
    for token in tokens:
        print(token)
```

Or reading bytes directly with *tokenize()* :

```
import tokenize

with open('hello.py', 'rb') as f:
    tokens = tokenize.tokenize(f.readline)
    for token in tokens:
        print(token)
```

33.8 `tabnanny` — Détection d'indentation ambiguë

Code source : Lib/tabnanny.py

Pour l'instant ce module est destiné à être appelé comme un script. Toutefois, il est possible de l'importer dans un IDE et d'utiliser la fonction *check()* décrite ci-dessous.

Note : L'API fournie par ce module est susceptible de changer dans les versions futures ; ces modifications peuvent ne pas être rétro-compatibles.

`tabnanny.`**`check`**(*file_or_dir*)

Si *file_or_dir* est un répertoire et non un lien symbolique, alors descend récursivement l'arborescence de répertoire nommé par *file_or_dir*, en vérifiant tous les fichiers `.py` en chemin. Si *file_or_dir* est un fichier source Python ordinaire, il est vérifié pour les problèmes liés aux espaces blancs. Les messages de diagnostic sont écrits sur la sortie standard à l'aide de la fonction *print()*.

`tabnanny.`**`verbose`**

Option indiquant s'il faut afficher des messages détaillés. Cela est incrémenté par l'option `-v` s'il est appelé comme un script.

`tabnanny.`**`filename_only`**

Option indiquant s'il faut afficher uniquement les noms de fichiers contenant des problèmes liés aux espaces blancs. Est défini à True par l'option `-q` s'il est appelé comme un script.

`exception` `tabnanny.`**`NannyNag`**

Déclenché par *process_tokens()* si une indentation ambiguë est détectée. Capturé et géré dans *check()*.

tabnanny.**process_tokens**(*tokens*)
Cette fonction est utilisée par *check()* pour traiter les jetons générés par le module *tokenize*.

Voir aussi :

Module *tokenize* Analyseur lexical pour le code source Python.

33.9 pyclbr --- Python module browser support

Code source : Lib/pyclbr.py

The *pyclbr* module provides limited information about the functions, classes, and methods defined in a Python-coded module. The information is sufficient to implement a module browser. The information is extracted from the Python source code rather than by importing the module, so this module is safe to use with untrusted code. This restriction makes it impossible to use this module with modules not implemented in Python, including all standard and optional extension modules.

pyclbr.**readmodule**(*module*, *path=None*)
Return a dictionary mapping module-level class names to class descriptors. If possible, descriptors for imported base classes are included. Parameter *module* is a string with the name of the module to read ; it may be the name of a module within a package. If given, *path* is a sequence of directory paths prepended to sys.path, which is used to locate the module source code.

This function is the original interface and is only kept for back compatibility. It returns a filtered version of the following.

pyclbr.**readmodule_ex**(*module*, *path=None*)
Return a dictionary-based tree containing a function or class descriptors for each function and class defined in the module with a def or class statement. The returned dictionary maps module-level function and class names to their descriptors. Nested objects are entered into the children dictionary of their parent. As with readmodule, *module* names the module to be read and *path* is prepended to sys.path. If the module being read is a package, the returned dictionary has a key '__path__' whose value is a list containing the package search path.

Nouveau dans la version 3.7 : Descriptors for nested definitions. They are accessed through the new children attribute. Each has a new parent attribute.

The descriptors returned by these functions are instances of Function and Class classes. Users are not expected to create instances of these classes.

33.9.1 Objets fonctions

Class Function instances describe functions defined by def statements. They have the following attributes :

Function.**file**
Name of the file in which the function is defined.

Function.**module**
The name of the module defining the function described.

Function.**name**
The name of the function.

Function.**lineno**
The line number in the file where the definition starts.

Function.**parent**
For top-level functions, None. For nested functions, the parent.

Nouveau dans la version 3.7.

`Function.`**`children`**
A dictionary mapping names to descriptors for nested functions and classes.
Nouveau dans la version 3.7.

33.9.2 Objets classes

Class `Class` instances describe classes defined by class statements. They have the same attributes as Functions and two more.

`Class.`**`file`**
Name of the file in which the class is defined.

`Class.`**`module`**
The name of the module defining the class described.

`Class.`**`name`**
The name of the class.

`Class.`**`lineno`**
The line number in the file where the definition starts.

`Class.`**`parent`**
For top-level classes, None. For nested classes, the parent.
Nouveau dans la version 3.7.

`Class.`**`children`**
A dictionary mapping names to descriptors for nested functions and classes.
Nouveau dans la version 3.7.

`Class.`**`super`**
A list of `Class` objects which describe the immediate base classes of the class being described. Classes which are named as superclasses but which are not discoverable by *`readmodule_ex()`* are listed as a string with the class name instead of as `Class` objects.

`Class.`**`methods`**
A dictionary mapping method names to line numbers. This can be derived from the newer children dictionary, but remains for back-compatibility.

33.10 `py_compile` — Compilation de sources Python

Code source : Lib/py_compile.py

Le module *`py_compile`* définit une fonction principale qui génère un fichier de code intermédiaire à partir d'un fichier source. Il exporte également la fonction qu'il exécute quand il est lancé en tant que script.

Bien que ce module ne soit pas d'usage fréquent, il peut servir lors de l'installation de bibliothèques partagées, notamment dans le cas où tous les utilisateurs n'ont pas les privilèges d'écriture dans l'emplacement d'installation.

exception `py_compile.`**`PyCompileError`**
Exception levée quand une erreur se produit à la compilation.

`py_compile.`**`compile`**(*file*, *cfile=None*, *dfile=None*, *doraise=False*, *optimize=-1*, *invalidation_mode=PycInvalidationMode.TIMESTAMP*)
Compile a source file to byte-code and write out the byte-code cache file. The source code is loaded from the file named *file*. The byte-code is written to *cfile*, which defaults to the **PEP 3147/PEP 488** path, ending in `.pyc`. For example, if *file* is `/foo/bar/baz.py` *cfile* will default to `/foo/bar/__pycache__/baz.cpython-32.pyc` for Python 3.2. If *dfile* is specified, it is used as the name of the source file in error messages when instead of *file*. If *doraise* is true, a *`PyCompileError`* is raised when an error is encountered while compiling *file*. If *doraise* is false (the default), an error string is written to `sys.stderr`, but no exception is raised. This function returns the path to byte-compiled file, i.e. whatever *cfile* value was used.

Si le chemin de destination, explicité par *cfile* ou choisi automatiquement, est un lien symbolique, ou n'est pas un véritable fichier, une exception de type *FileExistsError* est levée. Ceci, dans le but de vous avertir que le système d'importation changera ces chemins en fichiers s'il est autorisé à y écrire des fichiers de code intermédiaire. En effet, les importations passent par un renommage final du fichier de code intermédiaire vers sa destination, afin d'éviter les problèmes liés à l'écriture simultanée d'un même fichier par plusieurs processus.

optimize règle le niveau d'optimisation. Ce paramètre est passé directement à la fonction native *compile()*. Avec la valeur par défaut de `-1`, le code intermédiaire hérite du niveau d'optimisation de l'interpréteur courant.

invalidation_mode précise la manière dont le code intermédiaire produit est invalidé à son exécution. Il doit être un membre de l'énumération *PycInvalidationMode*. La valeur par défaut est *PycInvalidationMode.TIMESTAMP*. Elle passe toutefois à *PycInvalidationMode.CHECKED_HASH* si la variable d'environnement `SOURCE_DATE_EPOCH` est définie.

Modifié dans la version 3.2 : la méthode de choix de destination a changé au profit de celle décrite dans la **PEP 3147**. Auparavant, le nom du fichier de code intermédiaire était *file* + `'c'` (ou `'o'` lorsque les optimisations étaient actives). Le paramètre *optimize* a été ajouté.

Modifié dans la version 3.4 : le code a été modifié pour faire appel à *importlib* dans les opérations d'écriture du code intermédiaire. Ce module se comporte donc exactement comme *importlib* en ce qui concerne, par exemple, les permissions, ou le renommage final qui garantit une opération atomique. *FileExistsError* est désormais levée si la destination est un lien symbolique ou n'est pas un véritable fichier.

Modifié dans la version 3.7 : le paramètre *invalidation_mode* a été ajouté comme requis par la **PEP 552**. Si la variable d'environnement `SOURCE_DATE_EPOCH` est définie, *invalidation_mode* est ignoré, et *PycInvalidationMode.CHECKED_HASH* s'applique dans tous les cas.

Modifié dans la version 3.7.2 : La variable d'environnement `SOURCE_DATE_EPOCH` n'a plus préséance sur le paramètre *invalidation_mode*, mais détermine seulement le comportement par défaut lorsque ce paramètre n'est pas passé.

class py_compile.**PycInvalidationMode**

Énumération des méthodes que l'interpréteur est susceptible d'appliquer afin de déterminer si un fichier de code intermédiaire est périmé par rapport à sa source. Les fichiers `.pyc` portent le mode d'invalidation désiré dans leur en-tête. Veuillez-vous référer à pyc-invalidation pour plus d'informations sur la manière dont Python invalide les fichiers `.pyc` à l'exécution.

Nouveau dans la version 3.7.

TIMESTAMP

Le fichier `.pyc` contient l'horodatage et la taille de la source. L'interpréteur inspecte les métadonnées du fichier source au moment de l'exécution, et régénère le fichier `.pyc` si elles ont changé.

CHECKED_HASH

Le fichier `.pyc` porte une empreinte du code source. À l'exécution, elle est recalculée à partir de la source éventuellement modifiée, et le fichier `.pyc` est régénéré si les deux empreintes sont différentes.

UNCHECKED_HASH

Le principe est le même que *CHECKED_HASH*, mais à l'exécution, l'interpréteur considère systématiquement que le fichier `.pyc` est à jour, sans regarder la source.

Cette option est utile lorsque les fichiers `.pyc` sont maintenus par un outil externe, comme un système d'intégration.

py_compile.**main**(*args=None*)

Compile et met en cache tous les fichiers de la séquence *args*, ou ceux passés comme arguments en ligne de commande si *args* est `None`. Cette fonction n'effectue aucune recherche des fichiers sources dans des dossiers. Elle compile simplement les fichiers nommés un par un. Si `'-'` est le seul paramètre dans *args*, la liste des fichiers est lue sur l'entrée standard.

Modifié dans la version 3.2 : prise en charge de `'-'`.

Lorsque ce module est exécuté en tant que script, la fonction *main()* compile tous les fichiers passés comme arguments sur la ligne de commande. Le code de retour vaut zéro si tous ont été compilés sans erreur.

Voir aussi :

Module *compileall* Utilitaires pour compiler des fichiers source Python dans une arborescence

33.11 `compileall` — Génération du code intermédiaire des bibliothèques Python

Code source : Lib/compileall.py

Ce module contient des fonctions qui facilitent l'installation de bibliothèques Python. Elles compilent, sous forme de code intermédiaire (*bytecode*), les fichiers source situés dans un dossier de votre choix. Ce module est particulièrement utile pour générer les fichiers de code intermédiaire lors de l'installation d'une bibliothèque, les rendant disponibles même pour les utilisateurs qui n'ont pas les privilèges d'écriture dans l'emplacement d'installation.

33.11.1 Utilisation en ligne de commande

On peut se servir de ce module comme d'un script (avec **`python -m compileall`**) pour compiler les fichiers source Python.

`directory ...`
`file ...`
: Les arguments positionnels sont les fichiers à compiler. Ils peuvent aussi être des dossiers, qui sont alors parcourus récursivement pour compiler tous les fichiers de code `.py` qu'ils contiennent. Lorsque le script ne reçoit aucun argument, il fait comme s'il avait été appelé avec *-l <tous les dossiers de sys.path>*.

`-l`
: Compiler uniquement les fichiers situés directement dans les dossiers passés en argument ou implicites, sans descendre récursivement dans les sous-dossiers.

`-f`
: Forcer la recompilation même si les horodatages sont à jour.

`-q`
: Supprimer l'affichage des noms des fichiers compilés.Si cette option est donnée une seule fois, les erreurs sont affichées malgré tout. Vous pouvez les supprimer en passant l'option deux fois (c'est-à-dire avec `-qq`).

`-d` `destdir`
: Ce nom de dossier est ajouté en tête du chemin de chaque fichier compilé. Il aura une influence sur les traces d'appels pour les erreurs levées lors de la compilation, et sera reflété dans les fichiers de code intermédiaire, pour utilisation dans les traces d'appels et autres messages si le fichier source n'existe pas au moment de l'exécution.

`-x` `regex`
: Exclut tous les fichiers dont les noms correspondent à l'expression régulière *regex*.

`-i` `list`
: Ajoute chaque ligne du fichier *list* aux fichiers et dossiers à compiler. *list* peut être `-`, auquel cas le script lit l'entrée standard.

`-b`
: Utilise l'ancienne manière de nommer et placer les fichiers de code intermédiaire, en écrasant éventuellement ceux générés par une autre version de Python. Par défaut, les règles décrites dans la **PEP 3147** s'appliquent. Elles permettent à différentes versions de l'interpréteur Python de coexister en conservant chacune ses propres fichiers `.pyc`.

`-r`
: Règle le niveau de récursion maximal pour le parcours des sous-dossiers. Lorsque cette option est fournie, `-l` est ignorée. **`python -m compileall <dossier> -r 0`** revient au même que **`python -m compileall <dossier> -l`**.

`-j` `N`
: Effectue la compilation avec *N* processus parallèles. Si *N* vaut 0, autant de processus sont créés que la machine dispose de processeurs (résultat de *`os.cpu_count()`*).

--invalidation-mode [timestamp|checked-hash|unchecked-hash]
Définit la manière dont les fichiers de code intermédiaire seront invalidés au moment de l'exécution. Avec `timestamp`, les fichiers `.pyc` générés comportent l'horodatage de la source et sa taille. Avec `checked-hash` ou `unchecked-hash`, ce seront des pyc utilisant le hachage, qui contiennent une empreinte du code source plutôt qu'un horodatage. Voir pyc-invalidation pour plus d'informations sur la manière dont Python valide les fichiers de code intermédiaire conservés en cache lors de l'exécution. La valeur par défaut est `timestamp`. Cependant, si la variable d'environnement `SOURCE_DATE_EPOCH` a été réglée, elle devient `checked-hash`.

Modifié dans la version 3.2 : ajout des options `-i`, `-b` et `-h`.

Modifié dans la version 3.5 : ajout des options `-j`, `-r` et `-qq` (l'option `-q` peut donc prendre plusieurs niveaux). `-b` produit toujours un fichier de code intermédiaire portant l'extension `.pyc`, et jamais `.pyo`.

Modifié dans la version 3.7 : ajout de l'option `--invalidation-mode`.

Il n'y a pas d'option en ligne de commande pour contrôler le niveau d'optimisation utilisé par la fonction *compile()*. Il suffit en effet d'utiliser l'option `-O` de l'interpréteur Python lui-même : **python -O -m compileall**.

33.11.2 Fonctions publiques

compileall.**compile_dir**(*dir*, *maxlevels=10*, *ddir=None*, *force=False*, *rx=None*, *quiet=0*, *legacy=False*, *optimize=-1*, *workers=1*, *invalidation_mode=py_compile.PycInvalidationMode.TIMESTAMP*)
Parcourt récursivement le dossier *dir*, en compilant tous les fichiers `.py`. Renvoie une valeur vraie si tous les fichiers ont été compilés sans erreur, et une valeur fausse dans le cas contraire.

The *maxlevels* parameter is used to limit the depth of the recursion ; it defaults to `10`.

Si *ddir* est fourni, il est ajouté en tête du chemin de chaque fichier compilé, ce qui modifie l'affichage des traces d'appels pour les erreurs qui seraient levées lors de la compilation. De plus, il se retrouve dans les fichiers de code intermédiaire, pour utilisation dans les traces et autres messages si le fichier source n'existe pas au moment de l'exécution.

Si *force* est vrai, les modules sont recompilés même si leurs horodatages sont à jour.

If *rx* is given, its search method is called on the complete path to each file considered for compilation, and if it returns a true value, the file is skipped.

Si *quiet* est `False` ou bien `0` (la valeur par défaut), les noms de fichiers et d'autres informations sont affichés sur la sortie standard. Avec `1`, seules les erreurs sont affichées. Avec `2`, aucune sortie n'est émise.

Si *legacy* est vrai, les fichiers de code intermédiaire sont nommés et placés selon l'ancienne méthode, en écrasant éventuellement ceux générés par une autre version de Python. Par défaut, les règles décrites dans la **PEP 3147** s'appliquent. Elles permettent à différentes versions de l'interpréteur Python de coexister en conservant chacune ses propres fichiers `.pyc`.

optimize specifies the optimization level for the compiler. It is passed to the built-in *compile()* function.

The argument *workers* specifies how many workers are used to compile files in parallel. The default is to not use multiple workers. If the platform can't use multiple workers and *workers* argument is given, then sequential compilation will be used as a fallback. If *workers* is lower than `0`, a *ValueError* will be raised.

invalidation_mode doit être un membre de l'énumération *py_compile.PycInvalidationMode* et détermine la manière dont les fichiers `.pyc` sont invalidés lorsque l'interpréteur tente de les utiliser.

Modifié dans la version 3.2 : ajout des paramètres *legacy* et *optimize*.

Modifié dans la version 3.5 : ajout du paramètre *workers*.

Modifié dans la version 3.5 : le paramètre *quiet* peut prendre plusieurs niveaux.

Modifié dans la version 3.5 : Lorsque le paramètre *legacy* est vrai, des fichiers `.pyc`, et jamais `.pyo`, sont générés, quel que soit le niveau d'optimisation.

Modifié dans la version 3.6 : Accepte un *path-like object*.

Modifié dans la version 3.7 : ajout du paramètre *invalidation_mode*.

compileall.**compile_file**(*fullname*, *ddir=None*, *force=False*, *rx=None*, *quiet=0*, *legacy=False*, *optimize=-1*, *invalidation_mode=py_compile.PycInvalidationMode.TIMESTAMP*)
Compile le fichier dont le chemin est donné par *fullname*. Renvoie une valeur vraie si et seulement si le fichier est compilé sans erreur.

Si *ddir* est fourni, il est ajouté en tête du chemin de chaque fichier compilé, ce qui modifie l'affichage des traces pour les erreurs qui seraient levées lors de la compilation. De plus, il se retrouve dans les fichiers de code intermédiaire, pour utilisation dans les traces et autres messages si le fichier source n'existe pas au moment de l'exécution.

If *rx* is given, its search method is passed the full path name to the file being compiled, and if it returns a true value, the file is not compiled and `True` is returned.

Si *quiet* est `False` ou bien `0` (la valeur par défaut), les noms de fichiers et d'autres informations sont affichés sur la sortie standard. Avec `1`, seules les erreurs sont affichées. Avec `2`, aucune sortie n'est émise.

Si *legacy* est vrai, les fichiers de code intermédiaire sont nommés et placés selon l'ancienne méthode, en écrasant éventuellement ceux générés par une autre version de Python. Par défaut, les règles décrites dans la **PEP 3147** s'appliquent. Elles permettent à différentes versions de l'interpréteur Python de coexister en conservant chacune ses propres fichiers `.pyc`.

optimize specifies the optimization level for the compiler. It is passed to the built-in *compile()* function.

invalidation_mode doit être un membre de l'énumération *py_compile.PycInvalidationMode* et détermine la manière dont les fichiers `.pyc` sont invalidés lorsque l'interpréteur tente de les utiliser.

Nouveau dans la version 3.2.

Modifié dans la version 3.5 : le paramètre *quiet* peut prendre plusieurs niveaux.

Modifié dans la version 3.5 : Lorsque le paramètre *legacy* est vrai, des fichiers `.pyc`, et jamais `.pyo`, sont générés, quel que soit le niveau d'optimisation.

Modifié dans la version 3.7 : ajout du paramètre *invalidation_mode*.

`compileall.`**`compile_path`**(*skip_curdir=True*, *maxlevels=0*, *force=False*, *quiet=0*, *legacy=False*, *optimize=-1*, *invalidation_mode=py_compile.PycInvalidationMode.TIMESTAMP*)

Compile tous les fichiers `.py` contenus dans les dossiers de `sys.path`. Renvoie une valeur vraie s'ils ont tous été compilés sans erreur, et une valeur fausse dans le cas contraire.

Si *skip_curdir* est vrai (c'est le cas par défaut), le dossier courant est exclu de la recherche. Les autres paramètres sont passés à *compile_dir()*. Notez que contrairement aux autres fonctions de ce module, la valeur par défaut de `maxlevels` est `0`.

Modifié dans la version 3.2 : ajout des paramètres *legacy* et *optimize*.

Modifié dans la version 3.5 : le paramètre *quiet* peut prendre plusieurs niveaux.

Modifié dans la version 3.5 : Lorsque le paramètre *legacy* est vrai, des fichiers `.pyc`, et jamais `.pyo`, sont générés, quel que soit le niveau d'optimisation.

Modifié dans la version 3.7 : ajout du paramètre *invalidation_mode*.

Pour forcer la recompilation de tous les fichiers `.py` dans le dossier `Lib/` et tous ses sous-dossiers :

```
import compileall

compileall.compile_dir('Lib/', force=True)

# Perform same compilation, excluding files in .svn directories.
import re
compileall.compile_dir('Lib/', rx=re.compile(r'[/\\][.]svn'), force=True)

# pathlib.Path objects can also be used.
import pathlib
compileall.compile_dir(pathlib.Path('Lib/'), force=True)
```

Voir aussi :

Module *py_compile* Compiler un fichier source unique.

33.12 dis – Désassembleur pour le code intermédiaire de Python

Code source : Lib/dis.py

La bibliothèque *dis* supporte l'analyse du *bytecode* CPython en le désassemblant. Le code intermédiaire CPython, que cette bibliothèque prend en paramètre, est défini dans le fichier `Include/opcode.h` et est utilisé par le compilateur et l'interpréteur.

CPython implementation detail : Le code intermédiaire est un détail d'implémentation de l'interpréteur CPython. Il n'y a pas de garantie que le code intermédiaire sera ajouté, retiré, ou modifié dans les différentes versions de Python. L'utilisation de cette bibliothèque ne fonctionne pas nécessairement sur les machines virtuelles Python ni les différentes versions de Python.

Modifié dans la version 3.6 : Utilisez 2 bits pour chaque instruction. Avant, le nombre de bits variait par instruction.

Exemple : Etant donné la fonction `myfunc()` :

```
def myfunc(alist):
    return len(alist)
```

la commande suivante peut-être utilisé pour afficher le désassemblage de `myfunc()` :

```
>>> dis.dis(myfunc)
  2           0 LOAD_GLOBAL              0 (len)
              2 LOAD_FAST                0 (alist)
              4 CALL_FUNCTION            1
              6 RETURN_VALUE
```

(Le "2" est un numéro de ligne).

33.12.1 Analyse du code intermédiaire

Nouveau dans la version 3.4.

L'analyse de l'*API* code intermédiaire permet de rassembler des blocs de code en Python dans une classe *Bytecode*, qui permet un accès facile aux détails du code compilé.

class dis.**Bytecode**(*x*, *, *first_line=None*, *current_offset=None*)

Analyse le code intermédiaire correspondant à une fonction, un générateur, un générateur asynchrone, une coroutine, une méthode, une chaîne de caractères du code source, ou bien une classe (comme retourne la fonction *compile()*).

Ceci est *wrapper* sur plusieurs fonctions de la liste ci-dessous, notamment *get_instructions()*, étant donné qu'une itération sur une instance de la classe *Bytecode* rend les opérations du code intermédiaire des instances de *Instruction*.

Si *first_line* ne vaut pas `None`, elle indique le nombre de la ligne qui doit être considérée comme première ligne source dans le code désassemblé. Autrement, les informations sur la ligne source sont prises directement à partir de la classe du code désassemblé.

Si la valeur de *current_offset* est différente de `None`, c'est une référence à un offset d'une instruction dans le code désassemblé. Cela veut dire que *dis()* va générer un marqueur de " l'instruction en cours" contre le code d'opération donné.

classmethod from_traceback(*tb*)

Construisez une instance *Bytecode* à partir de la trace d'appel, en mettant *current_offet* à l'instruction responsable de l'exception.

codeobj

Le code compilé objet.

first_line

La première ligne source du code objet (si disponible)

dis()
Retourne une vue formatée des opérations du code intermédiaire (la même que celle envoyée par *dis.dis()*, mais comme une chaîne de caractères de plusieurs lignes).

info()
Retourne une chaîne de caractères de plusieurs lignes formatée avec des informations détaillées sur l'objet code comme *code_info()*.

Modifié dans la version 3.7 : Cette version supporte la coroutine et les objets générateurs asynchrones.

Exemple :

```
>>> bytecode = dis.Bytecode(myfunc)
>>> for instr in bytecode:
...     print(instr.opname)
...
LOAD_GLOBAL
LOAD_FAST
CALL_FUNCTION
RETURN_VALUE
```

33.12.2 Analyse de fonctions

La bibliothèque *dis* comprend également l'analyse des fonctions suivantes, qui envoient l'entrée directement à la sortie souhaitée. Elles peuvent être utiles si il n'y a qu'une seule opération à effectuer, la représentation intermédiaire objet n'étant donc pas utile dans ce cas :

dis.**code_info**(*x*)
Retourne une chaîne de caractères de plusieurs lignes formatée avec des informations détaillées sur l'objet code pour les fonctions données, les générateurs asynchrone, coroutine, la méthode, la chaine de caractères du code source ou objet.

Il est à noter que le contenu exact des chaînes de caractères figurant dans les informations du code dépendent fortement sur l'implémentation, et peuvent changer arbitrairement sous machines virtuelles Python ou les versions de Python.

Nouveau dans la version 3.2.

Modifié dans la version 3.7 : Cette version supporte la coroutine et les objets générateurs asynchrones.

dis.**show_code**(*x*, *, *file=None*)
Affiche des informations détaillées sur le code de la fonction fournie, la méthode, la chaîne de caractère du code source ou du code objet à *file* (ou bien `sys.stdout` si *file* n'est pas spécifié).

Ceci est un raccourci convenable de `print(code_info(x), file=file)`, principalement fait pour l'exploration interactive sur l'invite de l'interpréteur.

Nouveau dans la version 3.2.

Modifié dans la version 3.4 : Ajout du paramètre *file*.

dis.**dis**(*x=None*, *, *file=None*, *depth=None*)
Désassemble l'objet *x*. *x* peut être une bibliothèque , une classe, une méthode, une fonction, un générateur, un générateur asynchrone, une coroutine, un code objet, une chaine de caractères du coude source ou une séquence de bits du code intermédiaire brut. Pour une bibliothèque , elle désassemble toutes les fonctions. Pour une classe, elle désassemble toutes les méthodes (y compris les classes et méthodes statiques). Pour un code objet ou une séquence de code intermédiaire brut, elle affiche une ligne par instruction code intermédiaire. Aussi, elle désassemble les codes objets internes récursivement (le code en compréhension, les expressions des générateurs et les fonctions imbriquées, et le code utilisé pour la construction des classes internes). Les chaînes de caractères sont d'abord compilées pour coder des objets avec les fonctions intégrées de *compile()* avant qu'elles ne soient désassemblées. Si aucun objet n'est fourni, cette fonction désassemble les dernières traces d'appel.

Le désassemblage est envoyé sous forme de texte à l'argument du fichier *file* si il est fourni, et à `sys.stdout` sinon.

La profondeur maximale de récursion est limitée par *depth* sauf si elle correspond à `None`. `depth=0` indique qu'il n'y a pas de récursion.

Modifié dans la version 3.4 : Ajout du paramètre *file*.

Modifié dans la version 3.7 : Le désassemblage récursif a été implémenté, et le paramètre *depth* a été ajouté.

Modifié dans la version 3.7 : Cette version supporte la coroutine et les objets générateurs asynchrones.

dis.**distb**(*tb=None*, ***, *file=None*)

Désassemble la fonction du haut de la pile des traces d'appels, en utilisant la dernière trace d'appels si rien n'a été envoyé. L'instruction à l'origine de l'exception est indiquée.

Le désassemblage est envoyé sous forme de texte à l'argument du fichier *file* si il est fourni, et à `sys.stdout` sinon.

Modifié dans la version 3.4 : Ajout du paramètre *file*.

dis.**disassemble**(*code*, *lasti=-1*, ***, *file=None*)

dis.**disco**(*code*, *lasti=-1*, ***, *file=None*)

Désassemble un code objet, en indiquant la dernière instruction si *lasti* est fournie. La sortie est répartie sur les colonnes suivantes :

1. le numéro de ligne, pour la première instruction de chaque ligne
2. l'instruction en cours, indiquée par `-->`,
3. une instruction libellée, indiquée par `> >`,
4. l'adresse de l'instruction,
5. le nom de le code d'opération,
6. paramètres de l'opération, et
7. interprétation des paramètres entre parenthèses.

L'interprétation du paramètre reconnaît les noms des variables locales et globales, des valeurs constantes, des branchements cibles, et des opérateurs de comparaison.

Le désassemblage est envoyé sous forme de texte à l'argument du fichier *file* si il est fourni, et à `sys.stdout` sinon.

Modifié dans la version 3.4 : Ajout du paramètre *file*.

dis.**get_instructions**(*x*, ***, *first_line=None*)

Retourne un itérateur sur les instructions dans la fonction fournie, la méthode, les chaînes de caractères du code source ou objet.

Cet itérateur génère une série de n-uplets de *`Instruction`* qui donnent les détails de chacune des opérations dans le code fourni.

Si *first_line* ne vaut pas `None`, elle indique le nombre de la ligne qui doit être considérée comme première ligne source dans le code désassemblé. Autrement, les informations sur la ligne source sont prises directement à partir de la classe du code désassemblé.

Nouveau dans la version 3.4.

dis.**findlinestarts**(*code*)

This generator function uses the `co_firstlineno` and `co_lnotab` attributes of the code object *code* to find the offsets which are starts of lines in the source code. They are generated as `(offset, lineno)` pairs. See Objects/lnotab_notes.txt for the `co_lnotab` format and how to decode it.

Modifié dans la version 3.6 : Les numéros de lignes peuvent être décroissants. Avant, ils étaient toujours croissants.

dis.**findlabels**(*code*)

Detect all offsets in the raw compiled bytecode string *code* which are jump targets, and return a list of these offsets.

dis.**stack_effect**(*opcode*[, *oparg*])

Compute the stack effect of *opcode* with argument *oparg*.

Nouveau dans la version 3.4.

33.12.3 Les instructions du code intermédiaire en Python

La fonction *get_instructions()* et la méthode *Bytecode* fournit des détails sur le code intermédiaire des instructions comme *Instruction* instances :

class dis.**Instruction**
Détails sur le code intermédiaire de l'opération

opcode
code numérique pour l'opération, correspondant aux valeurs de l'*opcode* ci-dessous et les valeurs du code intermédiaire dans la *Opcode collections*.

opname
nom lisible/compréhensible de l'opération

arg
le cas échéant, argument numérique de l'opération sinon `None`

argval
resolved arg value (if known), otherwise same as arg

argrepr
human readable description of operation argument

offset
start index of operation within bytecode sequence

starts_line
line started by this opcode (if any), otherwise `None`

is_jump_target
`True` if other code jumps to here, otherwise `False`

Nouveau dans la version 3.4.

The Python compiler currently generates the following bytecode instructions.

General instructions

NOP
Do nothing code. Used as a placeholder by the bytecode optimizer.

POP_TOP
Removes the top-of-stack (TOS) item.

ROT_TWO
Swaps the two top-most stack items.

ROT_THREE
Lifts second and third stack item one position up, moves top down to position three.

DUP_TOP
Duplicates the reference on top of the stack.
Nouveau dans la version 3.2.

DUP_TOP_TWO
Duplicates the two references on top of the stack, leaving them in the same order.
Nouveau dans la version 3.2.

Unary operations

Unary operations take the top of the stack, apply the operation, and push the result back on the stack.

UNARY_POSITIVE
Implements `TOS = +TOS`.

UNARY_NEGATIVE
Implements `TOS = -TOS`.

UNARY_NOT
Implements `TOS = not TOS`.

UNARY_INVERT
Implements `TOS = ~TOS`.

GET_ITER
Implements `TOS = iter(TOS)`.

GET_YIELD_FROM_ITER
If `TOS` is a *generator iterator* or *coroutine* object it is left as is. Otherwise, implements `TOS = iter(TOS)`.
Nouveau dans la version 3.5.

Binary operations

Binary operations remove the top of the stack (TOS) and the second top-most stack item (TOS1) from the stack. They perform the operation, and put the result back on the stack.

BINARY_POWER
Implements `TOS = TOS1 ** TOS`.

BINARY_MULTIPLY
Implements `TOS = TOS1 * TOS`.

BINARY_MATRIX_MULTIPLY
Implements `TOS = TOS1 @ TOS`.
Nouveau dans la version 3.5.

BINARY_FLOOR_DIVIDE
Implements `TOS = TOS1 // TOS`.

BINARY_TRUE_DIVIDE
Implements `TOS = TOS1 / TOS`.

BINARY_MODULO
Implements `TOS = TOS1 % TOS`.

BINARY_ADD
Implements `TOS = TOS1 + TOS`.

BINARY_SUBTRACT
Implements `TOS = TOS1 - TOS`.

BINARY_SUBSCR
Implements `TOS = TOS1[TOS]`.

BINARY_LSHIFT
Implements `TOS = TOS1 << TOS`.

BINARY_RSHIFT
Implements `TOS = TOS1 >> TOS`.

BINARY_AND
Implements `TOS = TOS1 & TOS`.

BINARY_XOR
Implements `TOS = TOS1 ^ TOS`.

BINARY_OR
Implements `TOS = TOS1 | TOS`.

In-place operations

In-place operations are like binary operations, in that they remove TOS and TOS1, and push the result back on the stack, but the operation is done in-place when TOS1 supports it, and the resulting TOS may be (but does not have to be) the original TOS1.

INPLACE_POWER
Implements in-place `TOS = TOS1 ** TOS`.

INPLACE_MULTIPLY
Implements in-place `TOS = TOS1 * TOS`.

INPLACE_MATRIX_MULTIPLY
Implements in-place `TOS = TOS1 @ TOS`.
Nouveau dans la version 3.5.

INPLACE_FLOOR_DIVIDE
Implements in-place `TOS = TOS1 // TOS`.

INPLACE_TRUE_DIVIDE
Implements in-place `TOS = TOS1 / TOS`.

INPLACE_MODULO
Implements in-place `TOS = TOS1 % TOS`.

INPLACE_ADD
Implements in-place `TOS = TOS1 + TOS`.

INPLACE_SUBTRACT
Implements in-place `TOS = TOS1 - TOS`.

INPLACE_LSHIFT
Implements in-place `TOS = TOS1 << TOS`.

INPLACE_RSHIFT
Implements in-place `TOS = TOS1 >> TOS`.

INPLACE_AND
Implements in-place `TOS = TOS1 & TOS`.

INPLACE_XOR
Implements in-place `TOS = TOS1 ^ TOS`.

INPLACE_OR
Implements in-place `TOS = TOS1 | TOS`.

STORE_SUBSCR
Implements `TOS1[TOS] = TOS2`.

DELETE_SUBSCR
Implements `del TOS1[TOS]`.

Coroutine opcodes

GET_AWAITABLE
Implements `TOS = get_awaitable(TOS)`, where `get_awaitable(o)` returns `o` if `o` is a coroutine object or a generator object with the CO_ITERABLE_COROUTINE flag, or resolves `o.__await__`.
Nouveau dans la version 3.5.

GET_AITER
Implements `TOS = TOS.__aiter__()`.
Nouveau dans la version 3.5.
Modifié dans la version 3.7 : Returning awaitable objects from `__aiter__` is no longer supported.

GET_ANEXT
Implements `PUSH(get_awaitable(TOS.__anext__()))`. See `GET_AWAITABLE` for details about `get_awaitable`
Nouveau dans la version 3.5.

BEFORE_ASYNC_WITH
Resolves `__aenter__` and `__aexit__` from the object on top of the stack. Pushes `__aexit__` and result of `__aenter__()` to the stack.
Nouveau dans la version 3.5.

SETUP_ASYNC_WITH
Creates a new frame object.
Nouveau dans la version 3.5.

Miscellaneous opcodes

PRINT_EXPR
Implements the expression statement for the interactive mode. TOS is removed from the stack and printed. In non-interactive mode, an expression statement is terminated with *POP_TOP*.

BREAK_LOOP
Terminates a loop due to a `break` statement.

CONTINUE_LOOP (*target*)
Continues a loop due to a `continue` statement. *target* is the address to jump to (which should be a *FOR_ITER* instruction).

SET_ADD (*i*)
Calls `set.add(TOS1[-i], TOS)`. Used to implement set comprehensions.

LIST_APPEND (*i*)
Calls `list.append(TOS[-i], TOS)`. Used to implement list comprehensions.

MAP_ADD (*i*)
Calls `dict.setitem(TOS1[-i], TOS, TOS1)`. Used to implement dict comprehensions.
Nouveau dans la version 3.1.

For all of the *SET_ADD*, *LIST_APPEND* and *MAP_ADD* instructions, while the added value or key/value pair is popped off, the container object remains on the stack so that it is available for further iterations of the loop.

RETURN_VALUE
Returns with TOS to the caller of the function.

YIELD_VALUE
Pops TOS and yields it from a *generator*.

YIELD_FROM
Pops TOS and delegates to it as a subiterator from a *generator*.
Nouveau dans la version 3.3.

SETUP_ANNOTATIONS
Checks whether `__annotations__` is defined in `locals()`, if not it is set up to an empty `dict`. This opcode is only emitted if a class or module body contains *variable annotations* statically.
Nouveau dans la version 3.6.

IMPORT_STAR
Loads all symbols not starting with `'_'` directly from the module TOS to the local namespace. The module is popped after loading all names. This opcode implements `from module import *`.

POP_BLOCK
Removes one block from the block stack. Per frame, there is a stack of blocks, denoting nested loops, try statements, and such.

POP_EXCEPT
Removes one block from the block stack. The popped block must be an exception handler block, as implicitly created when entering an except handler. In addition to popping extraneous values from the frame stack, the last three popped values are used to restore the exception state.

END_FINALLY
Terminates a `finally` clause. The interpreter recalls whether the exception has to be re-raised, or whether the function returns, and continues with the outer-next block.

LOAD_BUILD_CLASS
Pushes `builtins.__build_class__()` onto the stack. It is later called by *CALL_FUNCTION* to construct a class.

SETUP_WITH (*delta*)
This opcode performs several operations before a with block starts. First, it loads `__exit__()` from the context manager and pushes it onto the stack for later use by `WITH_CLEANUP`. Then, `__enter__()` is called, and a finally block pointing to *delta* is pushed. Finally, the result of calling the enter method is pushed onto the stack. The next opcode will either ignore it (*POP_TOP*), or store it in (a) variable(s) (*STORE_FAST*, *STORE_NAME*, or *UNPACK_SEQUENCE*).

Nouveau dans la version 3.2.

WITH_CLEANUP_START
Cleans up the stack when a `with` statement block exits. TOS is the context manager's `__exit__()` bound method. Below TOS are 1--3 values indicating how/why the finally clause was entered :
— SECOND = `None`
— (SECOND, THIRD) = (`WHY_{RETURN,CONTINUE}`), retval
— SECOND = `WHY_*` ; no retval below it
— (SECOND, THIRD, FOURTH) = exc_info()
In the last case, `TOS(SECOND, THIRD, FOURTH)` is called, otherwise `TOS(None, None, None)`. Pushes SECOND and result of the call to the stack.

WITH_CLEANUP_FINISH
Pops exception type and result of 'exit' function call from the stack.
If the stack represents an exception, *and* the function call returns a 'true' value, this information is "zapped" and replaced with a single `WHY_SILENCED` to prevent *END_FINALLY* from re-raising the exception. (But non-local gotos will still be resumed.)

All of the following opcodes use their arguments.

STORE_NAME (*namei*)
Implements `name = TOS`. *namei* is the index of *name* in the attribute `co_names` of the code object. The compiler tries to use *STORE_FAST* or *STORE_GLOBAL* if possible.

DELETE_NAME (*namei*)
Implements `del name`, where *namei* is the index into `co_names` attribute of the code object.

UNPACK_SEQUENCE (*count*)
Unpacks TOS into *count* individual values, which are put onto the stack right-to-left.

UNPACK_EX (*counts*)
Implements assignment with a starred target : Unpacks an iterable in TOS into individual values, where the total number of values can be smaller than the number of items in the iterable : one of the new values will be a list of all leftover items.
The low byte of *counts* is the number of values before the list value, the high byte of *counts* the number of values after it. The resulting values are put onto the stack right-to-left.

STORE_ATTR (*namei*)
Implements `TOS.name = TOS1`, where *namei* is the index of name in `co_names`.

DELETE_ATTR (*namei*)
Implements `del TOS.name`, using *namei* as index into `co_names`.

STORE_GLOBAL (*namei*)
Works as *STORE_NAME*, but stores the name as a global.

DELETE_GLOBAL (*namei*)
Works as *DELETE_NAME*, but deletes a global name.

LOAD_CONST (*consti*)
Pushes `co_consts[consti]` onto the stack.

LOAD_NAME (*namei*)
Pushes the value associated with `co_names[namei]` onto the stack.

BUILD_TUPLE (*count*)
Creates a tuple consuming *count* items from the stack, and pushes the resulting tuple onto the stack.

BUILD_LIST (*count*)
Works as *BUILD_TUPLE*, but creates a list.

BUILD_SET (*count*)
Works as *BUILD_TUPLE*, but creates a set.

BUILD_MAP (*count*)
Pushes a new dictionary object onto the stack. Pops `2 * count` items so that the dictionary holds *count* entries : `{..., TOS3: TOS2, TOS1: TOS}`.

Modifié dans la version 3.5 : The dictionary is created from stack items instead of creating an empty dictionary pre-sized to hold *count* items.

BUILD_CONST_KEY_MAP (*count*)
The version of *BUILD_MAP* specialized for constant keys. Pops the top element on the stack which contains a tuple of keys, then starting from `TOS1`, pops *count* values to form values in the built dictionary.

Nouveau dans la version 3.6.

BUILD_STRING (*count*)
Concatenates *count* strings from the stack and pushes the resulting string onto the stack.

Nouveau dans la version 3.6.

BUILD_TUPLE_UNPACK (*count*)
Pops *count* iterables from the stack, joins them in a single tuple, and pushes the result. Implements iterable unpacking in tuple displays `(*x, *y, *z)`.

Nouveau dans la version 3.5.

BUILD_TUPLE_UNPACK_WITH_CALL (*count*)
This is similar to *BUILD_TUPLE_UNPACK*, but is used for `f(*x, *y, *z)` call syntax. The stack item at position `count + 1` should be the corresponding callable `f`.

Nouveau dans la version 3.6.

BUILD_LIST_UNPACK (*count*)
This is similar to *BUILD_TUPLE_UNPACK*, but pushes a list instead of tuple. Implements iterable unpacking in list displays `[*x, *y, *z]`.

Nouveau dans la version 3.5.

BUILD_SET_UNPACK (*count*)
This is similar to *BUILD_TUPLE_UNPACK*, but pushes a set instead of tuple. Implements iterable unpacking in set displays `{*x, *y, *z}`.

Nouveau dans la version 3.5.

BUILD_MAP_UNPACK (*count*)
Pops *count* mappings from the stack, merges them into a single dictionary, and pushes the result. Implements dictionary unpacking in dictionary displays `{**x, **y, **z}`.

Nouveau dans la version 3.5.

BUILD_MAP_UNPACK_WITH_CALL (*count*)
This is similar to *BUILD_MAP_UNPACK*, but is used for `f(**x, **y, **z)` call syntax. The stack item at position `count + 2` should be the corresponding callable `f`.

Nouveau dans la version 3.5.

Modifié dans la version 3.6 : The position of the callable is determined by adding 2 to the opcode argument instead of encoding it in the second byte of the argument.

LOAD_ATTR (*namei*)
Replaces TOS with `getattr(TOS, co_names[namei])`.

COMPARE_OP (*opname*)
Performs a Boolean operation. The operation name can be found in `cmp_op[opname]`.

IMPORT_NAME (*namei*)
Imports the module `co_names[namei]`. TOS and TOS1 are popped and provide the *fromlist* and *level* arguments of *__import__()*. The module object is pushed onto the stack. The current namespace is not affected : for a proper import statement, a subsequent *STORE_FAST* instruction modifies the namespace.

IMPORT_FROM (*namei*)
Loads the attribute `co_names[namei]` from the module found in TOS. The resulting object is pushed onto the stack, to be subsequently stored by a *STORE_FAST* instruction.

JUMP_FORWARD (*delta*)
Increments bytecode counter by *delta*.

POP_JUMP_IF_TRUE (*target*)
If TOS is true, sets the bytecode counter to *target*. TOS is popped.

Nouveau dans la version 3.1.

POP_JUMP_IF_FALSE (*target*)
If TOS is false, sets the bytecode counter to *target*. TOS is popped.
Nouveau dans la version 3.1.

JUMP_IF_TRUE_OR_POP (*target*)
If TOS is true, sets the bytecode counter to *target* and leaves TOS on the stack. Otherwise (TOS is false), TOS is popped.
Nouveau dans la version 3.1.

JUMP_IF_FALSE_OR_POP (*target*)
If TOS is false, sets the bytecode counter to *target* and leaves TOS on the stack. Otherwise (TOS is true), TOS is popped.
Nouveau dans la version 3.1.

JUMP_ABSOLUTE (*target*)
Set bytecode counter to *target*.

FOR_ITER (*delta*)
TOS is an *iterator*. Call its `__next__()` method. If this yields a new value, push it on the stack (leaving the iterator below it). If the iterator indicates it is exhausted TOS is popped, and the byte code counter is incremented by *delta*.

LOAD_GLOBAL (*namei*)
Loads the global named `co_names[namei]` onto the stack.

SETUP_LOOP (*delta*)
Pushes a block for a loop onto the block stack. The block spans from the current instruction with a size of *delta* bytes.

SETUP_EXCEPT (*delta*)
Pushes a try block from a try-except clause onto the block stack. *delta* points to the first except block.

SETUP_FINALLY (*delta*)
Pushes a try block from a try-except clause onto the block stack. *delta* points to the finally block.

LOAD_FAST (*var_num*)
Pushes a reference to the local `co_varnames[var_num]` onto the stack.

STORE_FAST (*var_num*)
Stores TOS into the local `co_varnames[var_num]`.

DELETE_FAST (*var_num*)
Deletes local `co_varnames[var_num]`.

LOAD_CLOSURE (*i*)
Pushes a reference to the cell contained in slot *i* of the cell and free variable storage. The name of the variable is `co_cellvars[i]` if *i* is less than the length of *co_cellvars*. Otherwise it is `co_freevars[i - len(co_cellvars)]`.

LOAD_DEREF (*i*)
Loads the cell contained in slot *i* of the cell and free variable storage. Pushes a reference to the object the cell contains on the stack.

LOAD_CLASSDEREF (*i*)
Much like *LOAD_DEREF* but first checks the locals dictionary before consulting the cell. This is used for loading free variables in class bodies.
Nouveau dans la version 3.4.

STORE_DEREF (*i*)
Stores TOS into the cell contained in slot *i* of the cell and free variable storage.

DELETE_DEREF (*i*)
Empties the cell contained in slot *i* of the cell and free variable storage. Used by the `del` statement.
Nouveau dans la version 3.2.

RAISE_VARARGS (*argc*)

Raises an exception using one of the 3 forms of the `raise` statement, depending on the value of *argc* :
— 0 : `raise` (re-raise previous exception)
— 1 : `raise TOS` (raise exception instance or type at `TOS`)
— 2 : `raise TOS1 from TOS` (raise exception instance or type at `TOS1` with `__cause__` set to `TOS`)

CALL_FUNCTION (*argc*)

Calls a callable object with positional arguments. *argc* indicates the number of positional arguments. The top of the stack contains positional arguments, with the right-most argument on top. Below the arguments is a callable object to call. `CALL_FUNCTION` pops all arguments and the callable object off the stack, calls the callable object with those arguments, and pushes the return value returned by the callable object.

Modifié dans la version 3.6 : This opcode is used only for calls with positional arguments.

CALL_FUNCTION_KW (*argc*)

Calls a callable object with positional (if any) and keyword arguments. *argc* indicates the total number of positional and keyword arguments. The top element on the stack contains a tuple of keyword argument names. Below that are keyword arguments in the order corresponding to the tuple. Below that are positional arguments, with the right-most parameter on top. Below the arguments is a callable object to call. `CALL_FUNCTION_KW` pops all arguments and the callable object off the stack, calls the callable object with those arguments, and pushes the return value returned by the callable object.

Modifié dans la version 3.6 : Keyword arguments are packed in a tuple instead of a dictionary, *argc* indicates the total number of arguments.

CALL_FUNCTION_EX (*flags*)

Calls a callable object with variable set of positional and keyword arguments. If the lowest bit of *flags* is set, the top of the stack contains a mapping object containing additional keyword arguments. Below that is an iterable object containing positional arguments and a callable object to call. *BUILD_MAP_UNPACK_WITH_CALL* and *BUILD_TUPLE_UNPACK_WITH_CALL* can be used for merging multiple mapping objects and iterables containing arguments. Before the callable is called, the mapping object and iterable object are each "unpacked" and their contents passed in as keyword and positional arguments respectively. `CALL_FUNCTION_EX` pops all arguments and the callable object off the stack, calls the callable object with those arguments, and pushes the return value returned by the callable object.

Nouveau dans la version 3.6.

LOAD_METHOD (*namei*)

Loads a method named `co_names[namei]` from the TOS object. TOS is popped. This bytecode distinguishes two cases : if TOS has a method with the correct name, the bytecode pushes the unbound method and TOS. TOS will be used as the first argument (`self`) by *CALL_METHOD* when calling the unbound method. Otherwise, `NULL` and the object return by the attribute lookup are pushed.

Nouveau dans la version 3.7.

CALL_METHOD (*argc*)

Calls a method. *argc* is the number of positional arguments. Keyword arguments are not supported. This opcode is designed to be used with *LOAD_METHOD*. Positional arguments are on top of the stack. Below them, the two items described in *LOAD_METHOD* are on the stack (either `self` and an unbound method object or `NULL` and an arbitrary callable). All of them are popped and the return value is pushed.

Nouveau dans la version 3.7.

MAKE_FUNCTION (*flags*)

Pushes a new function object on the stack. From bottom to top, the consumed stack must consist of values if the argument carries a specified flag value
— `0x01` a tuple of default values for positional-only and positional-or-keyword parameters in positional order
— `0x02` a dictionary of keyword-only parameters' default values
— `0x04` an annotation dictionary
— `0x08` a tuple containing cells for free variables, making a closure
— the code associated with the function (at TOS1)
— the *qualified name* of the function (at TOS)

BUILD_SLICE (*argc*)

Pushes a slice object on the stack. *argc* must be 2 or 3. If it is 2, `slice(TOS1, TOS)` is pushed; if it is 3, `slice(TOS2, TOS1, TOS)` is pushed. See the *slice()* built-in function for more information.

EXTENDED_ARG (*ext*)
Prefixes any opcode which has an argument too big to fit into the default one byte. *ext* holds an additional byte which act as higher bits in the argument. For each opcode, at most three prefixal `EXTENDED_ARG` are allowed, forming an argument from two-byte to four-byte.

FORMAT_VALUE (*flags*)
Used for implementing formatted literal strings (f-strings). Pops an optional *fmt_spec* from the stack, then a required *value*. *flags* is interpreted as follows :
— `(flags & 0x03) == 0x00` : *value* is formatted as-is.
— `(flags & 0x03) == 0x01` : call `str()` on *value* before formatting it.
— `(flags & 0x03) == 0x02` : call `repr()` on *value* before formatting it.
— `(flags & 0x03) == 0x03` : call `ascii()` on *value* before formatting it.
— `(flags & 0x04) == 0x04` : pop *fmt_spec* from the stack and use it, else use an empty *fmt_spec*.
Formatting is performed using `PyObject_Format()`. The result is pushed on the stack.
Nouveau dans la version 3.6.

HAVE_ARGUMENT
This is not really an opcode. It identifies the dividing line between opcodes which don't use their argument and those that do (`< HAVE_ARGUMENT` and `>= HAVE_ARGUMENT`, respectively).
Modifié dans la version 3.6 : Now every instruction has an argument, but opcodes `< HAVE_ARGUMENT` ignore it. Before, only opcodes `>= HAVE_ARGUMENT` had an argument.

33.12.4 Opcode collections

These collections are provided for automatic introspection of bytecode instructions :

`dis.`**opname**
Sequence of operation names, indexable using the bytecode.

`dis.`**opmap**
Dictionary mapping operation names to bytecodes.

`dis.`**cmp_op**
Sequence of all compare operation names.

`dis.`**hasconst**
Sequence of bytecodes that access a constant.

`dis.`**hasfree**
Sequence of bytecodes that access a free variable (note that 'free' in this context refers to names in the current scope that are referenced by inner scopes or names in outer scopes that are referenced from this scope. It does *not* include references to global or builtin scopes).

`dis.`**hasname**
Sequence of bytecodes that access an attribute by name.

`dis.`**hasjrel**
Sequence of bytecodes that have a relative jump target.

`dis.`**hasjabs**
Sequence of bytecodes that have an absolute jump target.

`dis.`**haslocal**
Sequence of bytecodes that access a local variable.

`dis.`**hascompare**
Sequence of bytecodes of Boolean operations.

33.13 pickletools --- Tools for pickle developers

Source code : Lib/pickletools.py

This module contains various constants relating to the intimate details of the *pickle* module, some lengthy comments about the implementation, and a few useful functions for analyzing pickled data. The contents of this module are useful for Python core developers who are working on the *pickle*; ordinary users of the *pickle* module probably won't find the *pickletools* module relevant.

33.13.1 Utilisation de la ligne de commande

Nouveau dans la version 3.2.

When invoked from the command line, `python -m pickletools` will disassemble the contents of one or more pickle files. Note that if you want to see the Python object stored in the pickle rather than the details of pickle format, you may want to use `-m pickle` instead. However, when the pickle file that you want to examine comes from an untrusted source, `-m pickletools` is a safer option because it does not execute pickle bytecode.

For example, with a tuple `(1, 2)` pickled in file `x.pickle` :

```
$ python -m pickle x.pickle
(1, 2)

$ python -m pickletools x.pickle
    0: \x80 PROTO      3
    2: K    BININT1    1
    4: K    BININT1    2
    6: \x86 TUPLE2
    7: q    BINPUT     0
    9: .    STOP
highest protocol among opcodes = 2
```

Options de la ligne de commande

-a, --annotate
Annotate each line with a short opcode description.

-o, --output=<file>
Name of a file where the output should be written.

-l, --indentlevel=<num>
The number of blanks by which to indent a new MARK level.

-m, --memo
When multiple objects are disassembled, preserve memo between disassemblies.

-p, --preamble=<preamble>
When more than one pickle file are specified, print given preamble before each disassembly.

33.13.2 Programmatic Interface

pickletools.**dis**(*pickle*, *out=None*, *memo=None*, *indentlevel=4*, *annotate=0*)
Outputs a symbolic disassembly of the pickle to the file-like object *out*, defaulting to `sys.stdout`. *pickle* can be a string or a file-like object. *memo* can be a Python dictionary that will be used as the pickle's memo; it can be used to perform disassemblies across multiple pickles created by the same pickler. Successive levels, indicated by `MARK` opcodes in the stream, are indented by *indentlevel* spaces. If a nonzero value is given to *annotate*, each opcode in the output is annotated with a short description. The value of *annotate* is used as a hint for the column where annotation should start.

Nouveau dans la version 3.2 : The *annotate* argument.

pickletools.**genops**(*pickle*)
Provides an *iterator* over all of the opcodes in a pickle, returning a sequence of `(opcode, arg, pos)` triples. *opcode* is an instance of an `OpcodeInfo` class; *arg* is the decoded value, as a Python object, of the opcode's argument; *pos* is the position at which this opcode is located. *pickle* can be a string or a file-like object.

pickletools.**optimize**(*picklestring*)
Returns a new equivalent pickle string after eliminating unused `PUT` opcodes. The optimized pickle is shorter, takes less transmission time, requires less storage space, and unpickles more efficiently.

CHAPITRE 34

Services divers

Les modules documentés dans ce chapitre fournissent différents services disponibles dans toutes les version de Python. En voici un aperçu :

34.1 `formatter` --- Generic output formatting

Obsolète depuis la version 3.4 : Due to lack of usage, the formatter module has been deprecated.

This module supports two interface definitions, each with multiple implementations : The *formatter* interface, and the *writer* interface which is required by the formatter interface.

Formatter objects transform an abstract flow of formatting events into specific output events on writer objects. Formatters manage several stack structures to allow various properties of a writer object to be changed and restored ; writers need not be able to handle relative changes nor any sort of ”change back” operation. Specific writer properties which may be controlled via formatter objects are horizontal alignment, font, and left margin indentations. A mechanism is provided which supports providing arbitrary, non-exclusive style settings to a writer as well. Additional interfaces facilitate formatting events which are not reversible, such as paragraph separation.

Writer objects encapsulate device interfaces. Abstract devices, such as file formats, are supported as well as physical devices. The provided implementations all work with abstract devices. The interface makes available mechanisms for setting the properties which formatter objects manage and inserting data into the output.

34.1.1 The Formatter Interface

Interfaces to create formatters are dependent on the specific formatter class being instantiated. The interfaces described below are the required interfaces which all formatters must support once initialized.

One data element is defined at the module level :

`formatter.`**`AS_IS`**
: Value which can be used in the font specification passed to the `push_font()` method described below, or as the new value to any other `push_property()` method. Pushing the `AS_IS` value allows the corresponding `pop_property()` method to be called without having to track whether the property was changed.

The following attributes are defined for formatter instance objects :

formatter.**writer**
The writer instance with which the formatter interacts.

formatter.**end_paragraph**(*blanklines*)
Close any open paragraphs and insert at least *blanklines* before the next paragraph.

formatter.**add_line_break**()
Add a hard line break if one does not already exist. This does not break the logical paragraph.

formatter.**add_hor_rule**(**args*, ***kw*)
Insert a horizontal rule in the output. A hard break is inserted if there is data in the current paragraph, but the logical paragraph is not broken. The arguments and keywords are passed on to the writer's `send_line_break()` method.

formatter.**add_flowing_data**(*data*)
Provide data which should be formatted with collapsed whitespace. Whitespace from preceding and successive calls to *add_flowing_data()* is considered as well when the whitespace collapse is performed. The data which is passed to this method is expected to be word-wrapped by the output device. Note that any word-wrapping still must be performed by the writer object due to the need to rely on device and font information.

formatter.**add_literal_data**(*data*)
Provide data which should be passed to the writer unchanged. Whitespace, including newline and tab characters, are considered legal in the value of *data*.

formatter.**add_label_data**(*format*, *counter*)
Insert a label which should be placed to the left of the current left margin. This should be used for constructing bulleted or numbered lists. If the *format* value is a string, it is interpreted as a format specification for *counter*, which should be an integer. The result of this formatting becomes the value of the label; if *format* is not a string it is used as the label value directly. The label value is passed as the only argument to the writer's `send_label_data()` method. Interpretation of non-string label values is dependent on the associated writer.

Format specifications are strings which, in combination with a counter value, are used to compute label values. Each character in the format string is copied to the label value, with some characters recognized to indicate a transform on the counter value. Specifically, the character `'1'` represents the counter value formatter as an Arabic number, the characters `'A'` and `'a'` represent alphabetic representations of the counter value in upper and lower case, respectively, and `'I'` and `'i'` represent the counter value in Roman numerals, in upper and lower case. Note that the alphabetic and roman transforms require that the counter value be greater than zero.

formatter.**flush_softspace**()
Send any pending whitespace buffered from a previous call to *add_flowing_data()* to the associated writer object. This should be called before any direct manipulation of the writer object.

formatter.**push_alignment**(*align*)
Push a new alignment setting onto the alignment stack. This may be *AS_IS* if no change is desired. If the alignment value is changed from the previous setting, the writer's `new_alignment()` method is called with the *align* value.

formatter.**pop_alignment**()
Restore the previous alignment.

formatter.**push_font**(*(size*, *italic*, *bold*, *teletype)*)
Change some or all font properties of the writer object. Properties which are not set to *AS_IS* are set to the values passed in while others are maintained at their current settings. The writer's `new_font()` method is called with the fully resolved font specification.

formatter.**pop_font**()
Restore the previous font.

formatter.**push_margin**(*margin*)
Increase the number of left margin indentations by one, associating the logical tag *margin* with the new indentation. The initial margin level is `0`. Changed values of the logical tag must be true values; false values other than *AS_IS* are not sufficient to change the margin.

formatter.**pop_margin**()
Restore the previous margin.

formatter.**push_style**(**styles*)
Push any number of arbitrary style specifications. All styles are pushed onto the styles stack in order. A tuple representing the entire stack, including *AS_IS* values, is passed to the writer's `new_styles()` method.

formatter.**pop_style**(*n=1*)
Pop the last *n* style specifications passed to *push_style()*. A tuple representing the revised stack, including *AS_IS* values, is passed to the writer's `new_styles()` method.

formatter.**set_spacing**(*spacing*)
Set the spacing style for the writer.

formatter.**assert_line_data**(*flag=1*)
Inform the formatter that data has been added to the current paragraph out-of-band. This should be used when the writer has been manipulated directly. The optional *flag* argument can be set to false if the writer manipulations produced a hard line break at the end of the output.

34.1.2 Formatter Implementations

Two implementations of formatter objects are provided by this module. Most applications may use one of these classes without modification or subclassing.

class formatter.**NullFormatter**(*writer=None*)
A formatter which does nothing. If *writer* is omitted, a *NullWriter* instance is created. No methods of the writer are called by *NullFormatter* instances. Implementations should inherit from this class if implementing a writer interface but don't need to inherit any implementation.

class formatter.**AbstractFormatter**(*writer*)
The standard formatter. This implementation has demonstrated wide applicability to many writers, and may be used directly in most circumstances. It has been used to implement a full-featured World Wide Web browser.

34.1.3 The Writer Interface

Interfaces to create writers are dependent on the specific writer class being instantiated. The interfaces described below are the required interfaces which all writers must support once initialized. Note that while most applications can use the *AbstractFormatter* class as a formatter, the writer must typically be provided by the application.

writer.**flush**()
Flush any buffered output or device control events.

writer.**new_alignment**(*align*)
Set the alignment style. The *align* value can be any object, but by convention is a string or `None`, where `None` indicates that the writer's "preferred" alignment should be used. Conventional *align* values are `'left'`, `'center'`, `'right'`, and `'justify'`.

writer.**new_font**(*font*)
Set the font style. The value of *font* will be `None`, indicating that the device's default font should be used, or a tuple of the form `(size, italic, bold, teletype)`. Size will be a string indicating the size of font that should be used; specific strings and their interpretation must be defined by the application. The *italic*, *bold*, and *teletype* values are Boolean values specifying which of those font attributes should be used.

writer.**new_margin**(*margin*, *level*)
Set the margin level to the integer *level* and the logical tag to *margin*. Interpretation of the logical tag is at the writer's discretion; the only restriction on the value of the logical tag is that it not be a false value for non-zero values of *level*.

writer.**new_spacing**(*spacing*)
Set the spacing style to *spacing*.

writer.**new_styles**(*styles*)
Set additional styles. The *styles* value is a tuple of arbitrary values; the value *AS_IS* should be ignored. The *styles* tuple may be interpreted either as a set or as a stack depending on the requirements of the application and writer implementation.

writer.**send_line_break**()
Break the current line.

writer.**send_paragraph**(*blankline*)
Produce a paragraph separation of at least *blankline* blank lines, or the equivalent. The *blankline* value will be an integer. Note that the implementation will receive a call to *send_line_break()* before this call if a line break is needed; this method should not include ending the last line of the paragraph. It is only responsible for vertical spacing between paragraphs.

writer.**send_hor_rule**(**args*, ***kw*)
Display a horizontal rule on the output device. The arguments to this method are entirely application- and writer-specific, and should be interpreted with care. The method implementation may assume that a line break has already been issued via *send_line_break()*.

writer.**send_flowing_data**(*data*)
Output character data which may be word-wrapped and re-flowed as needed. Within any sequence of calls to this method, the writer may assume that spans of multiple whitespace characters have been collapsed to single space characters.

writer.**send_literal_data**(*data*)
Output character data which has already been formatted for display. Generally, this should be interpreted to mean that line breaks indicated by newline characters should be preserved and no new line breaks should be introduced. The data may contain embedded newline and tab characters, unlike data provided to the send_formatted_data() interface.

writer.**send_label_data**(*data*)
Set *data* to the left of the current left margin, if possible. The value of *data* is not restricted; treatment of non-string values is entirely application- and writer-dependent. This method will only be called at the beginning of a line.

34.1.4 Writer Implementations

Three implementations of the writer object interface are provided as examples by this module. Most applications will need to derive new writer classes from the *NullWriter* class.

class formatter.**NullWriter**
A writer which only provides the interface definition; no actions are taken on any methods. This should be the base class for all writers which do not need to inherit any implementation methods.

class formatter.**AbstractWriter**
A writer which can be used in debugging formatters, but not much else. Each method simply announces itself by printing its name and arguments on standard output.

class formatter.**DumbWriter**(*file=None*, *maxcol=72*)
Simple writer class which writes output on the *file object* passed in as *file* or, if *file* is omitted, on standard output. The output is simply word-wrapped to the number of columns specified by *maxcol*. This class is suitable for reflowing a sequence of paragraphs.

CHAPITRE 35

Services spécifiques à MS Windows

Ce chapitre documente les modules qui ne sont disponibles que sous MS Windows.

35.1 `msilib` --- Read and write Microsoft Installer files

Source code : Lib/msilib/__init__.py

The *msilib* supports the creation of Microsoft Installer (`.msi`) files. Because these files often contain an embedded "cabinet" file (`.cab`), it also exposes an API to create CAB files. Support for reading `.cab` files is currently not implemented; read support for the `.msi` database is possible.

This package aims to provide complete access to all tables in an `.msi` file, therefore, it is a fairly low-level API. Two primary applications of this package are the *distutils* command `bdist_msi`, and the creation of Python installer package itself (although that currently uses a different version of `msilib`).

The package contents can be roughly split into four parts : low-level CAB routines, low-level MSI routines, higher-level MSI routines, and standard table structures.

`msilib.`**`FCICreate`**(*cabname*, *files*)
: Create a new CAB file named *cabname*. *files* must be a list of tuples, each containing the name of the file on disk, and the name of the file inside the CAB file.

  The files are added to the CAB file in the order they appear in the list. All files are added into a single CAB file, using the MSZIP compression algorithm.

  Callbacks to Python for the various steps of MSI creation are currently not exposed.

`msilib.`**`UuidCreate`**()
: Return the string representation of a new unique identifier. This wraps the Windows API functions `UuidCreate()` and `UuidToString()`.

`msilib.`**`OpenDatabase`**(*path*, *persist*)
: Return a new database object by calling MsiOpenDatabase. *path* is the file name of the MSI file; *persist* can be one of the constants `MSIDBOPEN_CREATEDIRECT`, `MSIDBOPEN_CREATE`, `MSIDBOPEN_DIRECT`, `MSIDBOPEN_READONLY`, or `MSIDBOPEN_TRANSACT`, and may include the flag `MSIDBOPEN_PATCHFILE`. See the Microsoft documentation for the meaning of these flags; depending on the flags, an existing database is opened, or a new one created.

msilib.**CreateRecord**(*count*)
Return a new record object by calling MSICreateRecord(). *count* is the number of fields of the record.

msilib.**init_database**(*name*, *schema*, *ProductName*, *ProductCode*, *ProductVersion*, *Manufacturer*)
Create and return a new database *name*, initialize it with *schema*, and set the properties *ProductName*, *ProductCode*, *ProductVersion*, and *Manufacturer*.

schema must be a module object containing tables and _Validation_records attributes; typically, *msilib.schema* should be used.

The database will contain just the schema and the validation records when this function returns.

msilib.**add_data**(*database*, *table*, *records*)
Add all *records* to the table named *table* in *database*.

The *table* argument must be one of the predefined tables in the MSI schema, e.g. 'Feature', 'File', 'Component', 'Dialog', 'Control', etc.

records should be a list of tuples, each one containing all fields of a record according to the schema of the table. For optional fields, None can be passed.

Field values can be ints, strings, or instances of the Binary class.

class msilib.**Binary**(*filename*)
Represents entries in the Binary table; inserting such an object using *add_data()* reads the file named *filename* into the table.

msilib.**add_tables**(*database*, *module*)
Add all table content from *module* to *database*. *module* must contain an attribute *tables* listing all tables for which content should be added, and one attribute per table that has the actual content.

This is typically used to install the sequence tables.

msilib.**add_stream**(*database*, *name*, *path*)
Add the file *path* into the _Stream table of *database*, with the stream name *name*.

msilib.**gen_uuid**()
Return a new UUID, in the format that MSI typically requires (i.e. in curly braces, and with all hexdigits in upper-case).

Voir aussi :

FCICreate UuidCreate UuidToString

35.1.1 Database Objects

Database.**OpenView**(*sql*)
Return a view object, by calling MSIDatabaseOpenView(). *sql* is the SQL statement to execute.

Database.**Commit**()
Commit the changes pending in the current transaction, by calling MSIDatabaseCommit().

Database.**GetSummaryInformation**(*count*)
Return a new summary information object, by calling MsiGetSummaryInformation(). *count* is the maximum number of updated values.

Database.**Close**()
Close the database object, through MsiCloseHandle().

Nouveau dans la version 3.7.

Voir aussi :

MSIDatabaseOpenView MSIDatabaseCommit MSIGetSummaryInformation MsiCloseHandle

35.1.2 View Objects

View.**Execute**(*params*)
Execute the SQL query of the view, through MSIViewExecute(). If *params* is not None, it is a record describing actual values of the parameter tokens in the query.

View.**GetColumnInfo**(*kind*)
Return a record describing the columns of the view, through calling MsiViewGetColumnInfo(). *kind* can be either MSICOLINFO_NAMES or MSICOLINFO_TYPES.

View.**Fetch**()
Return a result record of the query, through calling MsiViewFetch().

View.**Modify**(*kind*, *data*)
Modify the view, by calling MsiViewModify(). *kind* can be one of MSIMODIFY_SEEK, MSIMODIFY_REFRESH, MSIMODIFY_INSERT, MSIMODIFY_UPDATE, MSIMODIFY_ASSIGN, MSIMODIFY_REPLACE, MSIMODIFY_MERGE, MSIMODIFY_DELETE, MSIMODIFY_INSERT_TEMPORARY, MSIMODIFY_VALIDATE, MSIMODIFY_VALIDATE_NEW, MSIMODIFY_VALIDATE_FIELD, or MSIMODIFY_VALIDATE_DELETE.
data must be a record describing the new data.

View.**Close**()
Close the view, through MsiViewClose().

Voir aussi :

MsiViewExecute MSIViewGetColumnInfo MsiViewFetch MsiViewModify MsiViewClose

35.1.3 Summary Information Objects

SummaryInformation.**GetProperty**(*field*)
Return a property of the summary, through MsiSummaryInfoGetProperty(). *field* is the name of the property, and can be one of the constants PID_CODEPAGE, PID_TITLE, PID_SUBJECT, PID_AUTHOR, PID_KEYWORDS, PID_COMMENTS, PID_TEMPLATE, PID_LASTAUTHOR, PID_REVNUMBER, PID_LASTPRINTED, PID_CREATE_DTM, PID_LASTSAVE_DTM, PID_PAGECOUNT, PID_WORDCOUNT, PID_CHARCOUNT, PID_APPNAME, or PID_SECURITY.

SummaryInformation.**GetPropertyCount**()
Return the number of summary properties, through MsiSummaryInfoGetPropertyCount().

SummaryInformation.**SetProperty**(*field*, *value*)
Set a property through MsiSummaryInfoSetProperty(). *field* can have the same values as in *GetProperty()*, *value* is the new value of the property. Possible value types are integer and string.

SummaryInformation.**Persist**()
Write the modified properties to the summary information stream, using MsiSummaryInfoPersist().

Voir aussi :

MsiSummaryInfoGetProperty MsiSummaryInfoGetPropertyCount MsiSummaryInfoSetProperty MsiSummaryInfoPersist

35.1.4 Record Objects

`Record.`**`GetFieldCount`**`()`
Return the number of fields of the record, through `MsiRecordGetFieldCount()`.

`Record.`**`GetInteger`**`(`*field*`)`
Return the value of *field* as an integer where possible. *field* must be an integer.

`Record.`**`GetString`**`(`*field*`)`
Return the value of *field* as a string where possible. *field* must be an integer.

`Record.`**`SetString`**`(`*field*, *value*`)`
Set *field* to *value* through `MsiRecordSetString()`. *field* must be an integer; *value* a string.

`Record.`**`SetStream`**`(`*field*, *value*`)`
Set *field* to the contents of the file named *value*, through `MsiRecordSetStream()`. *field* must be an integer; *value* a string.

`Record.`**`SetInteger`**`(`*field*, *value*`)`
Set *field* to *value* through `MsiRecordSetInteger()`. Both *field* and *value* must be an integer.

`Record.`**`ClearData`**`()`
Set all fields of the record to 0, through `MsiRecordClearData()`.

Voir aussi :

MsiRecordGetFieldCount MsiRecordSetString MsiRecordSetStream MsiRecordSetInteger MsiRecordClearData

35.1.5 Errors

All wrappers around MSI functions raise `MSIError`; the string inside the exception will contain more detail.

35.1.6 CAB Objects

`class` `msilib.`**`CAB`**`(`*name*`)`
The class *CAB* represents a CAB file. During MSI construction, files will be added simultaneously to the `Files` table, and to a CAB file. Then, when all files have been added, the CAB file can be written, then added to the MSI file.

name is the name of the CAB file in the MSI file.

`append``(`*full*, *file*, *logical*`)`
Add the file with the pathname *full* to the CAB file, under the name *logical*. If there is already a file named *logical*, a new file name is created.

Return the index of the file in the CAB file, and the new name of the file inside the CAB file.

`commit``(`*database*`)`
Generate a CAB file, add it as a stream to the MSI file, put it into the `Media` table, and remove the generated file from the disk.

35.1.7 Directory Objects

`class` `msilib.`**`Directory`**`(`*database*, *cab*, *basedir*, *physical*, *logical*, *default*[, *componentflags*]`)`
Create a new directory in the Directory table. There is a current component at each point in time for the directory, which is either explicitly created through *start_component()*, or implicitly when files are added for the first time. Files are added into the current component, and into the cab file. To create a directory, a base directory object needs to be specified (can be `None`), the path to the physical directory, and a logical directory name. *default* specifies the DefaultDir slot in the directory table. *componentflags* specifies the default flags that new components get.

start_component(*component=None*, *feature=None*, *flags=None*, *keyfile=None*, *uuid=None*)
Add an entry to the Component table, and make this component the current component for this directory. If no component name is given, the directory name is used. If no *feature* is given, the current feature is used. If no *flags* are given, the directory's default flags are used. If no *keyfile* is given, the KeyPath is left null in the Component table.

add_file(*file*, *src=None*, *version=None*, *language=None*)
Add a file to the current component of the directory, starting a new one if there is no current component. By default, the file name in the source and the file table will be identical. If the *src* file is specified, it is interpreted relative to the current directory. Optionally, a *version* and a *language* can be specified for the entry in the File table.

glob(*pattern*, *exclude=None*)
Add a list of files to the current component as specified in the glob pattern. Individual files can be excluded in the *exclude* list.

remove_pyc()
Remove `.pyc` files on uninstall.

Voir aussi :

Directory Table File Table Component Table FeatureComponents Table

35.1.8 Caractéristiques

class msilib.**Feature**(*db*, *id*, *title*, *desc*, *display*, *level=1*, *parent=None*, *directory=None*, *attributes=0*)
Add a new record to the `Feature` table, using the values *id*, *parent.id*, *title*, *desc*, *display*, *level*, *directory*, and *attributes*. The resulting feature object can be passed to the `start_component()` method of *Directory*.

set_current()
Make this feature the current feature of *msilib*. New components are automatically added to the default feature, unless a feature is explicitly specified.

Voir aussi :

Feature Table

35.1.9 GUI classes

msilib provides several classes that wrap the GUI tables in an MSI database. However, no standard user interface is provided; use `bdist_msi` to create MSI files with a user-interface for installing Python packages.

class msilib.**Control**(*dlg*, *name*)
Base class of the dialog controls. *dlg* is the dialog object the control belongs to, and *name* is the control's name.

event(*event*, *argument*, *condition=1*, *ordering=None*)
Make an entry into the `ControlEvent` table for this control.

mapping(*event*, *attribute*)
Make an entry into the `EventMapping` table for this control.

condition(*action*, *condition*)
Make an entry into the `ControlCondition` table for this control.

class msilib.**RadioButtonGroup**(*dlg*, *name*, *property*)
Create a radio button control named *name*. *property* is the installer property that gets set when a radio button is selected.

add(*name*, *x*, *y*, *width*, *height*, *text*, *value=None*)
Add a radio button named *name* to the group, at the coordinates *x*, *y*, *width*, *height*, and with the label *text*. If *value* is `None`, it defaults to *name*.

class msilib.**Dialog**(*db*, *name*, *x*, *y*, *w*, *h*, *attr*, *title*, *first*, *default*, *cancel*)
Return a new *Dialog* object. An entry in the `Dialog` table is made, with the specified coordinates, dialog attributes, title, name of the first, default, and cancel controls.

control(*name*, *type*, *x*, *y*, *width*, *height*, *attributes*, *property*, *text*, *control_next*, *help*)
Return a new *Control* object. An entry in the `Control` table is made with the specified parameters.
This is a generic method ; for specific types, specialized methods are provided.

text(*name*, *x*, *y*, *width*, *height*, *attributes*, *text*)
Add and return a `Text` control.

bitmap(*name*, *x*, *y*, *width*, *height*, *text*)
Add and return a `Bitmap` control.

line(*name*, *x*, *y*, *width*, *height*)
Add and return a `Line` control.

pushbutton(*name*, *x*, *y*, *width*, *height*, *attributes*, *text*, *next_control*)
Add and return a `PushButton` control.

radiogroup(*name*, *x*, *y*, *width*, *height*, *attributes*, *property*, *text*, *next_control*)
Add and return a `RadioButtonGroup` control.

checkbox(*name*, *x*, *y*, *width*, *height*, *attributes*, *property*, *text*, *next_control*)
Add and return a `CheckBox` control.

Voir aussi :

Dialog Table Control Table Control Types ControlCondition Table ControlEvent Table EventMapping Table RadioButton Table

35.1.10 Precomputed tables

msilib provides a few subpackages that contain only schema and table definitions. Currently, these definitions are based on MSI version 2.0.

msilib.**schema**
This is the standard MSI schema for MSI 2.0, with the *tables* variable providing a list of table definitions, and *_Validation_records* providing the data for MSI validation.

msilib.**sequence**
This module contains table contents for the standard sequence tables : *AdminExecuteSequence*, *AdminUISequence*, *AdvtExecuteSequence*, *InstallExecuteSequence*, and *InstallUISequence*.

msilib.**text**
This module contains definitions for the UIText and ActionText tables, for the standard installer actions.

35.2 msvcrt --- Useful routines from the MS VC++ runtime

These functions provide access to some useful capabilities on Windows platforms. Some higher-level modules use these functions to build the Windows implementations of their services. For example, the *getpass* module uses this in the implementation of the *getpass()* function.

Further documentation on these functions can be found in the Platform API documentation.

The module implements both the normal and wide char variants of the console I/O api. The normal API deals only with ASCII characters and is of limited use for internationalized applications. The wide char API should be used where ever possible.

Modifié dans la version 3.3 : Operations in this module now raise *OSError* where *IOError* was raised.

35.2.1 File Operations

msvcrt.**locking**(*fd*, *mode*, *nbytes*)
Lock part of a file based on file descriptor *fd* from the C runtime. Raises *OSError* on failure. The locked region of the file extends from the current file position for *nbytes* bytes, and may continue beyond the end of the file. *mode* must be one of the LK_* constants listed below. Multiple regions in a file may be locked at the same time, but may not overlap. Adjacent regions are not merged; they must be unlocked individually.

msvcrt.**LK_LOCK**
msvcrt.**LK_RLCK**
Locks the specified bytes. If the bytes cannot be locked, the program immediately tries again after 1 second. If, after 10 attempts, the bytes cannot be locked, *OSError* is raised.

msvcrt.**LK_NBLCK**
msvcrt.**LK_NBRLCK**
Locks the specified bytes. If the bytes cannot be locked, *OSError* is raised.

msvcrt.**LK_UNLCK**
Unlocks the specified bytes, which must have been previously locked.

msvcrt.**setmode**(*fd*, *flags*)
Set the line-end translation mode for the file descriptor *fd*. To set it to text mode, *flags* should be *os.O_TEXT*; for binary, it should be *os.O_BINARY*.

msvcrt.**open_osfhandle**(*handle*, *flags*)
Create a C runtime file descriptor from the file handle *handle*. The *flags* parameter should be a bitwise OR of *os.O_APPEND*, *os.O_RDONLY*, and *os.O_TEXT*. The returned file descriptor may be used as a parameter to *os.fdopen()* to create a file object.

msvcrt.**get_osfhandle**(*fd*)
Return the file handle for the file descriptor *fd*. Raises *OSError* if *fd* is not recognized.

35.2.2 Console I/O

msvcrt.**kbhit**()
Return True if a keypress is waiting to be read.

msvcrt.**getch**()
Read a keypress and return the resulting character as a byte string. Nothing is echoed to the console. This call will block if a keypress is not already available, but will not wait for Enter to be pressed. If the pressed key was a special function key, this will return '\000' or '\xe0'; the next call will return the keycode. The Control-C keypress cannot be read with this function.

msvcrt.**getwch**()
Wide char variant of *getch()*, returning a Unicode value.

msvcrt.**getche**()
Similar to *getch()*, but the keypress will be echoed if it represents a printable character.

msvcrt.**getwche**()
Wide char variant of *getche()*, returning a Unicode value.

msvcrt.**putch**(*char*)
Print the byte string *char* to the console without buffering.

msvcrt.**putwch**(*unicode_char*)
Wide char variant of *putch()*, accepting a Unicode value.

msvcrt.**ungetch**(*char*)
Cause the byte string *char* to be "pushed back" into the console buffer; it will be the next character read by *getch()* or *getche()*.

msvcrt.**ungetwch**(*unicode_char*)
Wide char variant of *ungetch()*, accepting a Unicode value.

35.2.3 Other Functions

msvcrt.**heapmin**()
Force the malloc() heap to clean itself up and return unused blocks to the operating system. On failure, this raises *OSError*.

35.3 winreg --- Windows registry access

These functions expose the Windows registry API to Python. Instead of using an integer as the registry handle, a *handle object* is used to ensure that the handles are closed correctly, even if the programmer neglects to explicitly close them.

Modifié dans la version 3.3 : Several functions in this module used to raise a *WindowsError*, which is now an alias of *OSError*.

35.3.1 Fonctions

This module offers the following functions :

winreg.**CloseKey**(*hkey*)
Closes a previously opened registry key. The *hkey* argument specifies a previously opened key.

Note : If *hkey* is not closed using this method (or via *hkey.Close()*), it is closed when the *hkey* object is destroyed by Python.

winreg.**ConnectRegistry**(*computer_name*, *key*)
Establishes a connection to a predefined registry handle on another computer, and returns a *handle object*.
computer_name is the name of the remote computer, of the form r"\\computername". If None, the local computer is used.
key is the predefined handle to connect to.
The return value is the handle of the opened key. If the function fails, an *OSError* exception is raised.
Modifié dans la version 3.3 : See *above*.

winreg.**CreateKey**(*key*, *sub_key*)
Creates or opens the specified key, returning a *handle object*.
key is an already open key, or one of the predefined *HKEY_* constants*.
sub_key is a string that names the key this method opens or creates.
If *key* is one of the predefined keys, *sub_key* may be None. In that case, the handle returned is the same key handle passed in to the function.
If the key already exists, this function opens the existing key.
The return value is the handle of the opened key. If the function fails, an *OSError* exception is raised.
Modifié dans la version 3.3 : See *above*.

winreg.**CreateKeyEx**(*key*, *sub_key*, *reserved=0*, *access=KEY_WRITE*)
Creates or opens the specified key, returning a *handle object*.
key is an already open key, or one of the predefined *HKEY_* constants*.
sub_key is a string that names the key this method opens or creates.
reserved is a reserved integer, and must be zero. The default is zero.
access is an integer that specifies an access mask that describes the desired security access for the key. Default is *KEY_WRITE*. See *Access Rights* for other allowed values.
If *key* is one of the predefined keys, *sub_key* may be None. In that case, the handle returned is the same key handle passed in to the function.
If the key already exists, this function opens the existing key.

The return value is the handle of the opened key. If the function fails, an *OSError* exception is raised.

Nouveau dans la version 3.2.

Modifié dans la version 3.3 : See *above*.

winreg.**DeleteKey**(*key*, *sub_key*)

Deletes the specified key.

key is an already open key, or one of the predefined *HKEY_* constants*.

sub_key is a string that must be a subkey of the key identified by the *key* parameter. This value must not be `None`, and the key may not have subkeys.

This method can not delete keys with subkeys.

If the method succeeds, the entire key, including all of its values, is removed. If the method fails, an *OSError* exception is raised.

Modifié dans la version 3.3 : See *above*.

winreg.**DeleteKeyEx**(*key*, *sub_key*, *access=KEY_WOW64_64KEY*, *reserved=0*)

Deletes the specified key.

Note : The *DeleteKeyEx()* function is implemented with the RegDeleteKeyEx Windows API function, which is specific to 64-bit versions of Windows. See the RegDeleteKeyEx documentation.

---

key is an already open key, or one of the predefined *HKEY_* constants*.

sub_key is a string that must be a subkey of the key identified by the *key* parameter. This value must not be `None`, and the key may not have subkeys.

reserved is a reserved integer, and must be zero. The default is zero.

access is an integer that specifies an access mask that describes the desired security access for the key. Default is *KEY_WOW64_64KEY*. See *Access Rights* for other allowed values.

This method can not delete keys with subkeys.

If the method succeeds, the entire key, including all of its values, is removed. If the method fails, an *OSError* exception is raised.

On unsupported Windows versions, *NotImplementedError* is raised.

Nouveau dans la version 3.2.

Modifié dans la version 3.3 : See *above*.

winreg.**DeleteValue**(*key*, *value*)

Removes a named value from a registry key.

key is an already open key, or one of the predefined *HKEY_* constants*.

value is a string that identifies the value to remove.

winreg.**EnumKey**(*key*, *index*)

Enumerates subkeys of an open registry key, returning a string.

key is an already open key, or one of the predefined *HKEY_* constants*.

index is an integer that identifies the index of the key to retrieve.

The function retrieves the name of one subkey each time it is called. It is typically called repeatedly until an *OSError* exception is raised, indicating, no more values are available.

Modifié dans la version 3.3 : See *above*.

winreg.**EnumValue**(*key*, *index*)

Enumerates values of an open registry key, returning a tuple.

key is an already open key, or one of the predefined *HKEY_* constants*.

index is an integer that identifies the index of the value to retrieve.

The function retrieves the name of one subkey each time it is called. It is typically called repeatedly, until an *OSError* exception is raised, indicating no more values.

The result is a tuple of 3 items :

Index	Signification
`0`	A string that identifies the value name
`1`	An object that holds the value data, and whose type depends on the underlying registry type
`2`	An integer that identifies the type of the value data (see table in docs for *SetValueEx()*)

Modifié dans la version 3.3 : See *above*.

winreg.**ExpandEnvironmentStrings**(*str*)
Expands environment variable placeholders %NAME% in strings like *REG_EXPAND_SZ* :

```
>>> ExpandEnvironmentStrings('%windir%')
'C:\\Windows'
```

winreg.**FlushKey**(*key*)
Writes all the attributes of a key to the registry.

key is an already open key, or one of the predefined *HKEY_* constants*.

It is not necessary to call *FlushKey()* to change a key. Registry changes are flushed to disk by the registry using its lazy flusher. Registry changes are also flushed to disk at system shutdown. Unlike *CloseKey()*, the *FlushKey()* method returns only when all the data has been written to the registry. An application should only call *FlushKey()* if it requires absolute certainty that registry changes are on disk.

Note : If you don't know whether a *FlushKey()* call is required, it probably isn't.

---

winreg.**LoadKey**(*key*, *sub_key*, *file_name*)
Creates a subkey under the specified key and stores registration information from a specified file into that subkey.

key is a handle returned by *ConnectRegistry()* or one of the constants *HKEY_USERS* or *HKEY_LOCAL_MACHINE*.

sub_key is a string that identifies the subkey to load.

file_name is the name of the file to load registry data from. This file must have been created with the *SaveKey()* function. Under the file allocation table (FAT) file system, the filename may not have an extension.

A call to *LoadKey()* fails if the calling process does not have the SE_RESTORE_PRIVILEGE privilege. Note that privileges are different from permissions -- see the RegLoadKey documentation for more details.

If *key* is a handle returned by *ConnectRegistry()*, then the path specified in *file_name* is relative to the remote computer.

winreg.**OpenKey**(*key*, *sub_key*, *reserved=0*, *access=KEY_READ*)
winreg.**OpenKeyEx**(*key*, *sub_key*, *reserved=0*, *access=KEY_READ*)
Opens the specified key, returning a *handle object*.

key is an already open key, or one of the predefined *HKEY_* constants*.

sub_key is a string that identifies the sub_key to open.

reserved is a reserved integer, and must be zero. The default is zero.

access is an integer that specifies an access mask that describes the desired security access for the key. Default is *KEY_READ*. See *Access Rights* for other allowed values.

The result is a new handle to the specified key.

If the function fails, *OSError* is raised.

Modifié dans la version 3.2 : Allow the use of named arguments.

Modifié dans la version 3.3 : See *above*.

winreg.**QueryInfoKey**(*key*)
Returns information about a key, as a tuple.

key is an already open key, or one of the predefined *HKEY_* constants*.

The result is a tuple of 3 items :

Index	Signification
0	An integer giving the number of sub keys this key has.
1	An integer giving the number of values this key has.
2	An integer giving when the key was last modified (if available) as 100's of nanoseconds since Jan 1, 1601.

winreg.**QueryValue**(*key*, *sub_key*)

Retrieves the unnamed value for a key, as a string.

key is an already open key, or one of the predefined *HKEY_* constants*.

sub_key is a string that holds the name of the subkey with which the value is associated. If this parameter is `None` or empty, the function retrieves the value set by the *SetValue()* method for the key identified by *key*.

Values in the registry have name, type, and data components. This method retrieves the data for a key's first value that has a `NULL` name. But the underlying API call doesn't return the type, so always use *QueryValueEx()* if possible.

winreg.**QueryValueEx**(*key*, *value_name*)

Retrieves the type and data for a specified value name associated with an open registry key.

key is an already open key, or one of the predefined *HKEY_* constants*.

value_name is a string indicating the value to query.

The result is a tuple of 2 items :

Index	Signification
`0`	The value of the registry item.
`1`	An integer giving the registry type for this value (see table in docs for *SetValueEx()*)

winreg.**SaveKey**(*key*, *file_name*)

Saves the specified key, and all its subkeys to the specified file.

key is an already open key, or one of the predefined *HKEY_* constants*.

file_name is the name of the file to save registry data to. This file cannot already exist. If this filename includes an extension, it cannot be used on file allocation table (FAT) file systems by the *LoadKey()* method.

If *key* represents a key on a remote computer, the path described by *file_name* is relative to the remote computer. The caller of this method must possess the `SeBackupPrivilege` security privilege. Note that privileges are different than permissions -- see the Conflicts Between User Rights and Permissions documentation for more details.

This function passes `NULL` for *security_attributes* to the API.

winreg.**SetValue**(*key*, *sub_key*, *type*, *value*)

Associates a value with a specified key.

key is an already open key, or one of the predefined *HKEY_* constants*.

sub_key is a string that names the subkey with which the value is associated.

type is an integer that specifies the type of the data. Currently this must be *REG_SZ*, meaning only strings are supported. Use the *SetValueEx()* function for support for other data types.

value is a string that specifies the new value.

If the key specified by the *sub_key* parameter does not exist, the SetValue function creates it.

Value lengths are limited by available memory. Long values (more than 2048 bytes) should be stored as files with the filenames stored in the configuration registry. This helps the registry perform efficiently.

The key identified by the *key* parameter must have been opened with *KEY_SET_VALUE* access.

winreg.**SetValueEx**(*key*, *value_name*, *reserved*, *type*, *value*)

Stores data in the value field of an open registry key.

key is an already open key, or one of the predefined *HKEY_* constants*.

value_name is a string that names the subkey with which the value is associated.

reserved can be anything -- zero is always passed to the API.

type is an integer that specifies the type of the data. See *Value Types* for the available types.

value is a string that specifies the new value.

This method can also set additional value and type information for the specified key. The key identified by the key parameter must have been opened with *KEY_SET_VALUE* access.

To open the key, use the *CreateKey()* or *OpenKey()* methods.

Value lengths are limited by available memory. Long values (more than 2048 bytes) should be stored as files with the filenames stored in the configuration registry. This helps the registry perform efficiently.

winreg.**DisableReflectionKey**(*key*)

Disables registry reflection for 32-bit processes running on a 64-bit operating system.

key is an already open key, or one of the predefined *HKEY_* constants*.

Will generally raise `NotImplementedError` if executed on a 32-bit operating system.

If the key is not on the reflection list, the function succeeds but has no effect. Disabling reflection for a key does not affect reflection of any subkeys.

`winreg.`**`EnableReflectionKey`**(*key*)

Restores registry reflection for the specified disabled key.

key is an already open key, or one of the predefined *HKEY_* constants*.

Will generally raise `NotImplementedError` if executed on a 32-bit operating system.

Restoring reflection for a key does not affect reflection of any subkeys.

`winreg.`**`QueryReflectionKey`**(*key*)

Determines the reflection state for the specified key.

key is an already open key, or one of the predefined *HKEY_* constants*.

Returns `True` if reflection is disabled.

Will generally raise `NotImplementedError` if executed on a 32-bit operating system.

35.3.2 Constantes

The following constants are defined for use in many `_winreg` functions.

HKEY_* Constants

`winreg.`**`HKEY_CLASSES_ROOT`**

Registry entries subordinate to this key define types (or classes) of documents and the properties associated with those types. Shell and COM applications use the information stored under this key.

`winreg.`**`HKEY_CURRENT_USER`**

Registry entries subordinate to this key define the preferences of the current user. These preferences include the settings of environment variables, data about program groups, colors, printers, network connections, and application preferences.

`winreg.`**`HKEY_LOCAL_MACHINE`**

Registry entries subordinate to this key define the physical state of the computer, including data about the bus type, system memory, and installed hardware and software.

`winreg.`**`HKEY_USERS`**

Registry entries subordinate to this key define the default user configuration for new users on the local computer and the user configuration for the current user.

`winreg.`**`HKEY_PERFORMANCE_DATA`**

Registry entries subordinate to this key allow you to access performance data. The data is not actually stored in the registry; the registry functions cause the system to collect the data from its source.

`winreg.`**`HKEY_CURRENT_CONFIG`**

Contains information about the current hardware profile of the local computer system.

`winreg.`**`HKEY_DYN_DATA`**

This key is not used in versions of Windows after 98.

Access Rights

For more information, see Registry Key Security and Access.

winreg.**KEY_ALL_ACCESS**
Combines the STANDARD_RIGHTS_REQUIRED, *KEY_QUERY_VALUE*, *KEY_SET_VALUE*, *KEY_CREATE_SUB_KEY*, *KEY_ENUMERATE_SUB_KEYS*, *KEY_NOTIFY*, and *KEY_CREATE_LINK* access rights.

winreg.**KEY_WRITE**
Combines the STANDARD_RIGHTS_WRITE, *KEY_SET_VALUE*, and *KEY_CREATE_SUB_KEY* access rights.

winreg.**KEY_READ**
Combines the STANDARD_RIGHTS_READ, *KEY_QUERY_VALUE*, *KEY_ENUMERATE_SUB_KEYS*, and *KEY_NOTIFY* values.

winreg.**KEY_EXECUTE**
Equivalent to *KEY_READ*.

winreg.**KEY_QUERY_VALUE**
Required to query the values of a registry key.

winreg.**KEY_SET_VALUE**
Required to create, delete, or set a registry value.

winreg.**KEY_CREATE_SUB_KEY**
Required to create a subkey of a registry key.

winreg.**KEY_ENUMERATE_SUB_KEYS**
Required to enumerate the subkeys of a registry key.

winreg.**KEY_NOTIFY**
Required to request change notifications for a registry key or for subkeys of a registry key.

winreg.**KEY_CREATE_LINK**
Reserved for system use.

64-bit Specific

For more information, see Accessing an Alternate Registry View.

winreg.**KEY_WOW64_64KEY**
Indicates that an application on 64-bit Windows should operate on the 64-bit registry view.

winreg.**KEY_WOW64_32KEY**
Indicates that an application on 64-bit Windows should operate on the 32-bit registry view.

Value Types

For more information, see Registry Value Types.

winreg.**REG_BINARY**
Binary data in any form.

winreg.**REG_DWORD**
32-bit number.

winreg.**REG_DWORD_LITTLE_ENDIAN**
A 32-bit number in little-endian format. Equivalent to *REG_DWORD*.

winreg.**REG_DWORD_BIG_ENDIAN**
A 32-bit number in big-endian format.

winreg.**REG_EXPAND_SZ**
Null-terminated string containing references to environment variables (`%PATH%`).

winreg.**REG_LINK**
A Unicode symbolic link.

winreg.**REG_MULTI_SZ**
A sequence of null-terminated strings, terminated by two null characters. (Python handles this termination automatically.)

winreg.**REG_NONE**
No defined value type.

winreg.**REG_QWORD**
A 64-bit number.

Nouveau dans la version 3.6.

winreg.**REG_QWORD_LITTLE_ENDIAN**
A 64-bit number in little-endian format. Equivalent to *REG_QWORD*.

Nouveau dans la version 3.6.

winreg.**REG_RESOURCE_LIST**
A device-driver resource list.

winreg.**REG_FULL_RESOURCE_DESCRIPTOR**
A hardware setting.

winreg.**REG_RESOURCE_REQUIREMENTS_LIST**
A hardware resource list.

winreg.**REG_SZ**
A null-terminated string.

35.3.3 Registry Handle Objects

This object wraps a Windows HKEY object, automatically closing it when the object is destroyed. To guarantee cleanup, you can call either the *Close()* method on the object, or the *CloseKey()* function.

All registry functions in this module return one of these objects.

All registry functions in this module which accept a handle object also accept an integer, however, use of the handle object is encouraged.

Handle objects provide semantics for `__bool__()` -- thus

```
if handle:
    print("Yes")
```

will print `Yes` if the handle is currently valid (has not been closed or detached).

The object also support comparison semantics, so handle objects will compare true if they both reference the same underlying Windows handle value.

Handle objects can be converted to an integer (e.g., using the built-in *int()* function), in which case the underlying Windows handle value is returned. You can also use the *Detach()* method to return the integer handle, and also disconnect the Windows handle from the handle object.

PyHKEY.**Close**()
Closes the underlying Windows handle.

If the handle is already closed, no error is raised.

PyHKEY.**Detach**()
Detaches the Windows handle from the handle object.

The result is an integer that holds the value of the handle before it is detached. If the handle is already detached or closed, this will return zero.

After calling this function, the handle is effectively invalidated, but the handle is not closed. You would call this function when you need the underlying Win32 handle to exist beyond the lifetime of the handle object.

PyHKEY.**__enter__**()
PyHKEY.**__exit__**(**exc_info*)

The HKEY object implements __enter__() and __exit__() and thus supports the context protocol for the with statement :

```
with OpenKey(HKEY_LOCAL_MACHINE, "foo") as key:
    ...  # work with key
```

will automatically close *key* when control leaves the with block.

35.4 winsound --- Sound-playing interface for Windows

The *winsound* module provides access to the basic sound-playing machinery provided by Windows platforms. It includes functions and several constants.

winsound.**Beep**(*frequency*, *duration*)

Beep the PC's speaker. The *frequency* parameter specifies frequency, in hertz, of the sound, and must be in the range 37 through 32,767. The *duration* parameter specifies the number of milliseconds the sound should last. If the system is not able to beep the speaker, *RuntimeError* is raised.

winsound.**PlaySound**(*sound*, *flags*)

Call the underlying PlaySound() function from the Platform API. The *sound* parameter may be a filename, a system sound alias, audio data as a *bytes-like object*, or None. Its interpretation depends on the value of *flags*, which can be a bitwise ORed combination of the constants described below. If the *sound* parameter is None, any currently playing waveform sound is stopped. If the system indicates an error, *RuntimeError* is raised.

winsound.**MessageBeep**(*type=MB_OK*)

Call the underlying MessageBeep() function from the Platform API. This plays a sound as specified in the registry. The *type* argument specifies which sound to play ; possible values are -1, MB_ICONASTERISK, MB_ICONEXCLAMATION, MB_ICONHAND, MB_ICONQUESTION, and MB_OK, all described below. The value -1 produces a "simple beep" ; this is the final fallback if a sound cannot be played otherwise. If the system indicates an error, *RuntimeError* is raised.

winsound.**SND_FILENAME**

The *sound* parameter is the name of a WAV file. Do not use with *SND_ALIAS*.

winsound.**SND_ALIAS**

The *sound* parameter is a sound association name from the registry. If the registry contains no such name, play the system default sound unless *SND_NODEFAULT* is also specified. If no default sound is registered, raise *RuntimeError*. Do not use with *SND_FILENAME*.

All Win32 systems support at least the following ; most systems support many more :

PlaySound() name	Corresponding Control Panel Sound name
'SystemAsterisk'	Asterisk
'SystemExclamation'	Exclamation
'SystemExit'	Exit Windows
'SystemHand'	Critical Stop
'SystemQuestion'	Question

Par exemple :

```
import winsound
# Play Windows exit sound.
winsound.PlaySound("SystemExit", winsound.SND_ALIAS)
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
# Probably play Windows default sound, if any is registered (because
# "*" probably isn't the registered name of any sound).
winsound.PlaySound("*", winsound.SND_ALIAS)
```

winsound.**SND_LOOP**
Play the sound repeatedly. The *SND_ASYNC* flag must also be used to avoid blocking. Cannot be used with *SND_MEMORY*.

winsound.**SND_MEMORY**
The *sound* parameter to *PlaySound()* is a memory image of a WAV file, as a *bytes-like object*.

Note : This module does not support playing from a memory image asynchronously, so a combination of this flag and *SND_ASYNC* will raise *RuntimeError*.

---

winsound.**SND_PURGE**
Stop playing all instances of the specified sound.

Note : This flag is not supported on modern Windows platforms.

---

winsound.**SND_ASYNC**
Return immediately, allowing sounds to play asynchronously.

winsound.**SND_NODEFAULT**
If the specified sound cannot be found, do not play the system default sound.

winsound.**SND_NOSTOP**
Do not interrupt sounds currently playing.

winsound.**SND_NOWAIT**
Return immediately if the sound driver is busy.

Note : This flag is not supported on modern Windows platforms.

---

winsound.**MB_ICONASTERISK**
Play the `SystemDefault` sound.

winsound.**MB_ICONEXCLAMATION**
Play the `SystemExclamation` sound.

winsound.**MB_ICONHAND**
Play the `SystemHand` sound.

winsound.**MB_ICONQUESTION**
Play the `SystemQuestion` sound.

winsound.**MB_OK**
Play the `SystemDefault` sound.

CHAPITRE 36

Services spécifiques à Unix

Les modules décrits dans ce chapitre fournissent des interfaces aux fonctionnalités propres au système d'exploitation Unix ou, dans certains cas, à certaines de ses variantes, en voici un aperçu :

36.1 `posix` — Les appels système POSIX les plus courants

Ce module permet d'accéder aux fonctionnalités du système d'exploitation normalisés par le Standard C et le Standard POSIX (une interface Unix habilement déguisée).

Ne pas importer ce module directement. À la place, importer le module *os*, qui fournit une version *portable* de cette interface. Sous Unix, le module *os* fournit un sur-ensemble de l'interface *posix*. Sous les systèmes d'exploitation non Unix le module *posix* n'est pas disponible, mais un sous ensemble est toujours disponible via l'interface *os*. Une fois que *os* est importé, il n'y a aucune perte de performance à l'utiliser à la place de *posix*. De plus, *os* fournit des fonctionnalités supplémentaires, telles que l'appel automatique de *putenv()* lorsqu'une entrée dans `os.environ` est modifiée.

Les erreurs sont signalées comme des exceptions ; les exceptions habituelles sont données pour les erreurs de type, tandis que les erreurs signalées par les appels système lèvent une erreur *OSError*.

36.1.1 Prise en charge de gros fichiers

De nombreux systèmes d'exploitation (y compris AIX, HP-UX, Irix et Solaris) prennent en charge les fichiers d'une taille supérieure à 2 Go malgré que le compilateur C utilise des types `int` et `long` d'une longueur de 32 bit. Ceci est généralement accompli en définissant un nouveau type de 64 bit. Ces fichiers sont parfois appelés fichiers volumineux.

Large file support is enabled in Python when the size of an `off_t` is larger than a `long` and the `long long` is at least as large as an `off_t`. It may be necessary to configure and compile Python with certain compiler flags to enable this mode. For example, it is enabled by default with recent versions of Irix, but with Solaris 2.6 and 2.7 you need to do something like :

```
CFLAGS="`getconf LFS_CFLAGS`" OPT="-g -O2 $CFLAGS" \
        ./configure
```

Sur les systèmes Linux capable de supporter les fichiers volumineux, cela pourrait fonctionner :

```
CFLAGS='-D_LARGEFILE64_SOURCE -D_FILE_OFFSET_BITS=64' OPT="-g -O2 $CFLAGS" \
        ./configure
```

36.1.2 Contenu du Module

En plus des nombreuses fonctions décrites dans la documentation du module *os*, *posix* possède les éléments suivants :

posix.**environ**
: Un dictionnaire représentant les variables d'environnement au moment où l'interpréteur à été lancé. Les clés et les valeurs sont des *bytes* sous Unix et des *str* sous Windows. Par exemple, `environ[b'HOME']` (`environ['HOME']` dans Windows) est le chemin de votre dossier d'accueil, équivalent à `getenv("HOME")` en C.

  Modifier ce dictionnaire n'affecte pas les variables d'environnements fournis par *execv()*, *popen()* ou *system()* ; Si vous avez besoin de changer l'environnement, passer le paramètre `environ` à *execve()* ou ajouter les assignations de variables et les *export* à la commande à exécuter via *system()* ou *popen()*.

  Modifié dans la version 3.2 : Sous Unix, les clés et les valeurs sont des octets.

  Note : Le module *os* fournit une implémentation alternative à `environ` qui met à jour l'environnement en cas de modification. Notez également que la mise à jour de *os.environ* rendra ce dictionnaire obsolète. Il est recommandé d'utiliser le module *os* au lieu du module *posix* dans ce cas-ci.

36.2 pwd --- The password database

This module provides access to the Unix user account and password database. It is available on all Unix versions.

Password database entries are reported as a tuple-like object, whose attributes correspond to the members of the `passwd` structure (Attribute field below, see `<pwd.h>`) :

Index	Attribut	Signification
0	`pw_name`	Nom d'utilisateur
1	`pw_passwd`	Optional encrypted password
2	`pw_uid`	Numerical user ID
3	`pw_gid`	Numerical group ID
4	`pw_gecos`	User name or comment field
5	`pw_dir`	Répertoire d'accueil de l'utilisateur
6	`pw_shell`	User command interpreter

The uid and gid items are integers, all others are strings. *KeyError* is raised if the entry asked for cannot be found.

Note : In traditional Unix the field `pw_passwd` usually contains a password encrypted with a DES derived algorithm (see module *crypt*). However most modern unices use a so-called *shadow password* system. On those unices the *pw_passwd* field only contains an asterisk (`'*'`) or the letter `'x'` where the encrypted password is stored in a file `/etc/shadow` which is not world readable. Whether the *pw_passwd* field contains anything useful is system-dependent. If available, the *spwd* module should be used where access to the encrypted password is required.

It defines the following items :

pwd.**getpwuid**(*uid*)
: Return the password database entry for the given numeric user ID.

pwd.**getpwnam**(*name*)
Return the password database entry for the given user name.

pwd.**getpwall**()
Return a list of all available password database entries, in arbitrary order.

Voir aussi :

Module *grp* Interface pour la base de données des groupes, similaire à celle-ci.

Module *spwd* An interface to the shadow password database, similar to this.

36.3 spwd — La base de données de mots de passe *shadow*

Ce module permet d'accéder à la base de données UNIX de mots de passe *shadow*. Elle est disponible sur différentes versions d'UNIX.

Vous devez disposer des droits suffisants pour accéder à la base de données de mots de passe *shadow* (cela signifie généralement que vous devez être *root*).

Les entrées de la base de données de mots de passe *shadow* sont renvoyées comme un objet semblable à un tuple, dont les attributs correspondent aux membres de la structure spwd (champ attribut ci-dessous, voir <shadow.h>) :

Index	Attribut	Signification
0	sp_namp	Nom d'utilisateur
1	sp_pwdp	Mot de passe haché
2	sp_lstchg	Date du dernier changement
3	sp_min	Nombre minimal de jours entre les modifications
4	sp_max	Nombre maximal de jours entre les modifications
5	sp_warn	Nombre de jours avant l'expiration du mot de passe pendant lequel l'utilisateur doit être prévenu
6	sp_inact	Nombre de jours avant la désactivation du compte, suite à l'expiration du mot de passe
7	sp_expire	Date à laquelle le compte expire, en nombre de jours depuis le 1er janvier 1970
8	sp_flag	Réservé

Les champs sp_namp et sp_pwdp sont des chaines de caractères, tous les autres sont des entiers. *KeyError* est levée si l'entrée demandée est introuvable.

Les fonctions suivantes sont définies :

spwd.**getspnam**(*name*)
Renvoie l'entrée de base de données de mot de passe *shadow* pour le nom d'utilisateur donné.

Modifié dans la version 3.6 : Lève une *PermissionError* au lieu d'une *KeyError* si l'utilisateur n'a pas les droits suffisants.

spwd.**getspall**()
Renvoie une liste de toutes les entrées de la base de données de mots de passe *shadow*, dans un ordre arbitraire.

Voir aussi :

Module *grp* Interface pour la base de données des groupes, similaire à celle-ci.

Module *pwd* Interface pour la base de données (normale) des mots de passe, semblable à ceci.

36.4 grp --- The group database

This module provides access to the Unix group database. It is available on all Unix versions.

Group database entries are reported as a tuple-like object, whose attributes correspond to the members of the `group` structure (Attribute field below, see `<pwd.h>`) :

Index	Attribut	Signification
0	gr_name	the name of the group
1	gr_passwd	the (encrypted) group password ; often empty
2	gr_gid	the numerical group ID
3	gr_mem	all the group member's user names

The gid is an integer, name and password are strings, and the member list is a list of strings. (Note that most users are not explicitly listed as members of the group they are in according to the password database. Check both databases to get complete membership information. Also note that a `gr_name` that starts with a + or − is likely to be a YP/NIS reference and may not be accessible via *getgrnam()* or *getgrgid()*.)

It defines the following items :

`grp.`**`getgrgid`**`(`*gid*`)`
Return the group database entry for the given numeric group ID. *KeyError* is raised if the entry asked for cannot be found.

Obsolète depuis la version 3.6 : Since Python 3.6 the support of non-integer arguments like floats or strings in *getgrgid()* is deprecated.

`grp.`**`getgrnam`**`(`*name*`)`
Return the group database entry for the given group name. *KeyError* is raised if the entry asked for cannot be found.

`grp.`**`getgrall`**`()`
Return a list of all available group entries, in arbitrary order.

Voir aussi :

Module *pwd* An interface to the user database, similar to this.

Module *spwd* An interface to the shadow password database, similar to this.

36.5 crypt --- Function to check Unix passwords

Source code : Lib/crypt.py

This module implements an interface to the *crypt(3)* routine, which is a one-way hash function based upon a modified DES algorithm ; see the Unix man page for further details. Possible uses include storing hashed passwords so you can check passwords without storing the actual password, or attempting to crack Unix passwords with a dictionary.

Notice that the behavior of this module depends on the actual implementation of the *crypt(3)* routine in the running system. Therefore, any extensions available on the current implementation will also be available on this module.

36.5.1 Hashing Methods

Nouveau dans la version 3.3.

The *crypt* module defines the list of hashing methods (not all methods are available on all platforms) :

crypt.**METHOD_SHA512**
A Modular Crypt Format method with 16 character salt and 86 character hash based on the SHA-512 hash function. This is the strongest method.

crypt.**METHOD_SHA256**
Another Modular Crypt Format method with 16 character salt and 43 character hash based on the SHA-256 hash function.

crypt.**METHOD_BLOWFISH**
Another Modular Crypt Format method with 22 character salt and 31 character hash based on the Blowfish cipher.
Nouveau dans la version 3.7.

crypt.**METHOD_MD5**
Another Modular Crypt Format method with 8 character salt and 22 character hash based on the MD5 hash function.

crypt.**METHOD_CRYPT**
The traditional method with a 2 character salt and 13 characters of hash. This is the weakest method.

36.5.2 Module Attributes

Nouveau dans la version 3.3.

crypt.**methods**
A list of available password hashing algorithms, as `crypt.METHOD_*` objects. This list is sorted from strongest to weakest.

36.5.3 Module Functions

The *crypt* module defines the following functions :

crypt.**crypt**(*word*, *salt=None*)
word will usually be a user's password as typed at a prompt or in a graphical interface. The optional *salt* is either a string as returned from *mksalt()*, one of the `crypt.METHOD_*` values (though not all may be available on all platforms), or a full encrypted password including salt, as returned by this function. If *salt* is not provided, the strongest method will be used (as returned by *methods()*).
Checking a password is usually done by passing the plain-text password as *word* and the full results of a previous *crypt()* call, which should be the same as the results of this call.
salt (either a random 2 or 16 character string, possibly prefixed with `$digit$` to indicate the method) which will be used to perturb the encryption algorithm. The characters in *salt* must be in the set `[./a-zA-Z0-9]`, with the exception of Modular Crypt Format which prefixes a `$digit$`.
Returns the hashed password as a string, which will be composed of characters from the same alphabet as the salt.
Since a few *crypt(3)* extensions allow different values, with different sizes in the *salt*, it is recommended to use the full crypted password as salt when checking for a password.
Modifié dans la version 3.3 : Accept `crypt.METHOD_*` values in addition to strings for *salt*.

crypt.**mksalt**(*method=None*, *, *rounds=None*)
Return a randomly generated salt of the specified method. If no *method* is given, the strongest method available as returned by *methods()* is used.
The return value is a string suitable for passing as the *salt* argument to *crypt()*.
rounds specifies the number of rounds for `METHOD_SHA256`, `METHOD_SHA512` and `METHOD_BLOWFISH`. For `METHOD_SHA256` and `METHOD_SHA512` it must be an integer between

`1000` and `999_999_999`, the default is `5000`. For `METHOD_BLOWFISH` it must be a power of two between `16` (2^4) and `2_147_483_648` (2^{31}), the default is `4096` (2^{12}).

Nouveau dans la version 3.3.

Modifié dans la version 3.7 : Added the *rounds* parameter.

36.5.4 Exemples

A simple example illustrating typical use (a constant-time comparison operation is needed to limit exposure to timing attacks. *hmac.compare_digest()* is suitable for this purpose) :

```
import pwd
import crypt
import getpass
from hmac import compare_digest as compare_hash

def login():
    username = input('Python login: ')
    cryptedpasswd = pwd.getpwnam(username)[1]
    if cryptedpasswd:
        if cryptedpasswd == 'x' or cryptedpasswd == '*':
            raise ValueError('no support for shadow passwords')
        cleartext = getpass.getpass()
        return compare_hash(crypt.crypt(cleartext, cryptedpasswd), cryptedpasswd)
    else:
        return True
```

To generate a hash of a password using the strongest available method and check it against the original :

```
import crypt
from hmac import compare_digest as compare_hash

hashed = crypt.crypt(plaintext)
if not compare_hash(hashed, crypt.crypt(plaintext, hashed)):
    raise ValueError("hashed version doesn't validate against original")
```

36.6 `termios` — Le style POSIX le contrôle TTY

Ce module fournit une interface aux appels POSIX pour le contrôle des E/S TTY. Pour une description complète de ces appels, voir la page du manuel UNIX *termios(3)*. C'est disponible uniquement pour les versions Unix qui supportent le style POSIX *termios* et les contrôles d'entrées/sorties TTY configurés à l'installation.

Toutes les fonctions de ce module prennent un descripteur de fichier *fd* comme premier argument. Ça peut être un descripteur de fichiers entier, tel que le retourne `sys.stdin.fileno()`, ou un *file object*, tel que `sys.stdin`.

Ce module définit aussi toutes les constantes nécessaires pour travailler avec les fonctions fournies ici ; elles ont les mêmes noms que leurs équivalents en C. Pour plus d'informations sur l'utilisation de ces terminaux, veuillez vous référer à votre documentation système.

Le module définit les fonctions suivantes :

`termios.`**`tcgetattr`**(*fd*)

Retourne une liste contenant les attributs TTY pour le descripteur de fichier *fd*, tel que : `[iflag, oflag, cflag, lflag, ispeed, ospeed, cc]` où *cc* est une liste de caractères spéciaux TTY (chacun est une chaine de caractère de longueur 1, à l'exception des éléments ayant les indices `VMIN` et `VTIME`, ceux-ci sont alors des entiers quand ces champs sont définis). L'interprétation des options (*flags* en anglais) et des vitesses ainsi que l'indexation dans le tableau *cc* doit être fait en utilisant les constantes symboliques définies dans le module *termios*.

termios.**tcsetattr**(*fd*, *when*, *attributes*)
: Définit les attributs TTY pour le descripteur de fichiers *fd* à partir des *attributs*, qui est une liste comme celle retournée par *tcgetattr()*. L'argument *when* détermine quand les attributs sont changés : TCSANOW pour un changement immédiat, TCSADRAIN pour un changement après la transmission de toute sortie en file d'attente, ou TCSAFLUSH pour un changement après avoir transmis toute sortie en file d'attente et rejeté toutes entrée en file d'attente.

termios.**tcsendbreak**(*fd*, *duration*)
: Envoie une pause sur le descripteur de fichier *fd*. Une *duration* à zéro envoie une pause de 0,25 à 0,5 seconde ; une *duration* différente de zéro possède une signification spécifique sur chaque système.

termios.**tcdrain**(*fd*)
: Attends que toutes les sorties écrites dans le descripteur de fichier *fd* soient transmises.

termios.**tcflush**(*fd*, *queue*)
: Vide la queue de données du descripteur de fichier *fd*. Le sélecteur *queue* précise la queue : TCIFLUSH pour la queue des entrées, TCOFLUSH pour la queue des sorties, ou TCIOFLUSH pour les deux queues.

termios.**tcflow**(*fd*, *action*)
: Suspends ou reprends l'entrée ou la sortie du descripteur de fichier *fd*. L'argument *action* peut être TCOOFF pour suspendre la sortie, TCOON pour relancer la sortie, TCIOFF pour suspendre l'entrée, ou TCION pour relancer l'entrée.

Voir aussi :

Le module *tty* Fonctions utiles pour les opérations de contrôle communes dans le terminal.

36.6.1 Exemple

Voici une fonction qui demande à l'utilisateur d'entrer un mot de passe sans l'afficher. Remarquez la technique qui consiste à séparer un appel à *tcgetattr()* et une instruction try… finally pour s'assurer que les anciens attributs tty soient restaurés tels quels quoi qu'il arrive :

```
def getpass(prompt="Password: "):
    import termios, sys
    fd = sys.stdin.fileno()
    old = termios.tcgetattr(fd)
    new = termios.tcgetattr(fd)
    new[3] = new[3] & ~termios.ECHO          # lflags
    try:
        termios.tcsetattr(fd, termios.TCSADRAIN, new)
        passwd = input(prompt)
    finally:
        termios.tcsetattr(fd, termios.TCSADRAIN, old)
    return passwd
```

36.7 tty — Fonctions de gestion du terminal

Code source : Lib/tty.py

Le module *tty* expose des fonctions permettant de mettre le *tty* en mode *cbreak* ou *raw*.

Puisqu'il a besoin du module *termios*, il ne fonctionnera que sur Unix.

Le module *tty* définit les fonctions suivantes :

tty.**setraw**(*fd*, *when=termios.TCSAFLUSH*)
: Définit le mode du descripteur de fichier *fd* à *row*. Par défaut, *when* vaut termios.TCSAFLUSH, et est passé à *termios.tcsetattr()*.

tty.**setcbreak**(*fd*, *when=termios.TCSAFLUSH*)
Définit le mode du descripteur de fichier *fd* à *cbreak*. *when* vaut `termios.TCSAFLUSH` par défaut, et est passé à *termios.tcsetattr()*.

Voir aussi :

Module *termios* Interface bas niveau de gestion du terminal.

36.8 pty — Outils de manipulation de pseudo-terminaux

Code source : Lib/pty.py

Le module *pty* expose des fonctions de manipulation de pseudo-terminaux, il permet d'écrire un programme capable de démarrer un autre processus, d'écrire et de lire depuis son terminal.

La gestion de pseudo-terminaux étant très dépendante de la plateforme, ce code ne gère que Linux. (Code supposé fonctionner sur d'autres plateformes, mais sans avoir été testé).

Le module *pty* expose les fonctions suivantes :

pty.**fork**()
Fork. Connecte le terminal contrôlé par le fils à un pseudo-terminal. La valeur renvoyée est `(pid, fd)`. Notez que le fils obtient `0` comme *pid* et un *fd* non valide. Le parent obtient le *pid* du fils, et *fd* un descripteur de fichier connecté à un terminal contrôlé par le fils (et donc à l'entrée et la sortie standard du fils).

pty.**openpty**()
Ouvre une nouvelle paire de pseudo-terminaux, en utilisant si possible *os.openpty()*, ou du code émulant la fonctionnalité pour des systèmes Unix génériques. Renvoie une paire de descripteurs de fichier `(master, slave)`, pour le maître et pour l'esclave respectivement.

pty.**spawn**(*argv*[, *master_read*[, *stdin_read*]])
Crée un nouveau processus et connecte son terminal aux entrées/sorties standard du processus courant. C'est typiquement utilisé pour duper les programmes insistant sur le fait de lire depuis leur terminal.

Les fonctions *master_read* et *stdin_read* reçoivent un descripteur de fichier qu'elles doivent lire, et elles doivent toujours renvoyer une chaîne d'octets. Afin de forcer le *spawn* à faire un renvoi avant que le processus enfant ne se termine, une exception *OSError* doit être levée.

L'implémentation par défaut pour les deux fonctions lit et renvoie jusqu'à 1024 octets à chaque appel de la fonction. La fonction de rappel *master_read* reçoit le descripteur de fichier du pseudo-terminal maître pour lire la sortie du processus enfant, et *stdin_read* reçoit le descripteur de fichier 0, pour lire l'entrée standard du processus parent.

Le renvoi d'une chaîne d'octets vide à partir de l'un ou l'autre des rappels est interprété comme une condition de fin de fichier (EOF), et ce rappel ne sera pas appelé après cela. Si *stdin_read* signale EOF, le terminal de contrôle ne peut plus communiquer avec le processus parent OU le processus enfant. À moins que le processus enfant ne quitte sans aucune entrée, *spawn* sera lancé dans une boucle infinie. Si *master_read* indique la fin de fichier, on aura le même comportement (sur Linux au moins).

Si les deux fonctions de rappel indiquent la fin de fichier (*EOF*), alors *spawn* ne fera probablement jamais de renvoi, à moins que *select* ne lance une erreur sur votre plateforme lors du passage de trois listes vides. Il s'agit d'un bogue, renseigné dans https://bugs.python.org/issue26228.

Modifié dans la version 3.4 : *spawn()* renvoie maintenant la valeur renvoyée par *os.waitpid()* sur le processus fils.

36.8.1 Exemple

Le programme suivant se comporte comme la commande Unix *script(1)*, utilisant un pseudo-terminal pour enregistrer toutes les entrées et sorties d'une session dans un fichier *typescript*.

```
import argparse
import os
import pty
import sys
import time

parser = argparse.ArgumentParser()
parser.add_argument('-a', dest='append', action='store_true')
parser.add_argument('-p', dest='use_python', action='store_true')
parser.add_argument('filename', nargs='?', default='typescript')
options = parser.parse_args()

shell = sys.executable if options.use_python else os.environ.get('SHELL', 'sh')
filename = options.filename
mode = 'ab' if options.append else 'wb'

with open(filename, mode) as script:
    def read(fd):
        data = os.read(fd, 1024)
        script.write(data)
        return data

    print('Script started, file is', filename)
    script.write(('Script started on %s\n' % time.asctime()).encode())

    pty.spawn(shell, read)

    script.write(('Script done on %s\n' % time.asctime()).encode())
    print('Script done, file is', filename)
```

36.9 fcntl --- The fcntl and ioctl system calls

This module performs file control and I/O control on file descriptors. It is an interface to the `fcntl()` and `ioctl()` Unix routines. For a complete description of these calls, see *fcntl(2)* and *ioctl(2)* Unix manual pages.

All functions in this module take a file descriptor *fd* as their first argument. This can be an integer file descriptor, such as returned by `sys.stdin.fileno()`, or an *io.IOBase* object, such as `sys.stdin` itself, which provides a *fileno()* that returns a genuine file descriptor.

Modifié dans la version 3.3 : Operations in this module used to raise an *IOError* where they now raise an *OSError*.

Le module définit les fonctions suivantes :

`fcntl.`**`fcntl`**(*fd*, *cmd*, *arg=0*)

Perform the operation *cmd* on file descriptor *fd* (file objects providing a *fileno()* method are accepted as well). The values used for *cmd* are operating system dependent, and are available as constants in the *fcntl* module, using the same names as used in the relevant C header files. The argument *arg* can either be an integer value, or a *bytes* object. With an integer value, the return value of this function is the integer return value of the C `fcntl()` call. When the argument is bytes it represents a binary structure, e.g. created by *struct.pack()*. The binary data is copied to a buffer whose address is passed to the C `fcntl()` call. The return value after a successful call is the contents of the buffer, converted to a *bytes* object. The length of the returned object will be the same as the length of the *arg* argument. This is limited to 1024 bytes. If the information returned in the buffer by the operating system is larger than 1024 bytes, this is most likely to result in a segmentation violation or a more subtle data corruption.

If the `fcntl()` fails, an *OSError* is raised.

`fcntl.`**`ioctl`**(*fd*, *request*, *arg=0*, *mutate_flag=True*)

This function is identical to the *fcntl()* function, except that the argument handling is even more complicated.

The *request* parameter is limited to values that can fit in 32-bits. Additional constants of interest for use as the *request* argument can be found in the *termios* module, under the same names as used in the relevant C header files.

The parameter *arg* can be one of an integer, an object supporting the read-only buffer interface (like *bytes*) or an object supporting the read-write buffer interface (like *bytearray*).

In all but the last case, behaviour is as for the *fcntl()* function.

If a mutable buffer is passed, then the behaviour is determined by the value of the *mutate_flag* parameter.

If it is false, the buffer's mutability is ignored and behaviour is as for a read-only buffer, except that the 1024 byte limit mentioned above is avoided -- so long as the buffer you pass is at least as long as what the operating system wants to put there, things should work.

If *mutate_flag* is true (the default), then the buffer is (in effect) passed to the underlying *ioctl()* system call, the latter's return code is passed back to the calling Python, and the buffer's new contents reflect the action of the *ioctl()*. This is a slight simplification, because if the supplied buffer is less than 1024 bytes long it is first copied into a static buffer 1024 bytes long which is then passed to *ioctl()* and copied back into the supplied buffer.

If the `ioctl()` fails, an *OSError* exception is raised.

Un exemple :

```
>>> import array, fcntl, struct, termios, os
>>> os.getpgrp()
13341
>>> struct.unpack('h', fcntl.ioctl(0, termios.TIOCGPGRP, "  "))[0]
13341
>>> buf = array.array('h', [0])
>>> fcntl.ioctl(0, termios.TIOCGPGRP, buf, 1)
0
>>> buf
array('h', [13341])
```

`fcntl.`**`flock`**(*fd*, *operation*)

Perform the lock operation *operation* on file descriptor *fd* (file objects providing a *fileno()* method are accepted as well). See the Unix manual *flock(2)* for details. (On some systems, this function is emulated using `fcntl()`.)

If the `flock()` fails, an *OSError* exception is raised.

`fcntl.`**`lockf`**(*fd*, *cmd*, *len=0*, *start=0*, *whence=0*)

This is essentially a wrapper around the *fcntl()* locking calls. *fd* is the file descriptor of the file to lock or unlock, and *cmd* is one of the following values :

— `LOCK_UN` -- unlock
— `LOCK_SH` -- acquire a shared lock
— `LOCK_EX` -- acquire an exclusive lock

When *cmd* is `LOCK_SH` or `LOCK_EX`, it can also be bitwise ORed with `LOCK_NB` to avoid blocking on lock acquisition. If `LOCK_NB` is used and the lock cannot be acquired, an *OSError* will be raised and the exception will have an *errno* attribute set to `EACCES` or `EAGAIN` (depending on the operating system ; for portability, check for both values). On at least some systems, `LOCK_EX` can only be used if the file descriptor refers to a file opened for writing.

len is the number of bytes to lock, *start* is the byte offset at which the lock starts, relative to *whence*, and *whence* is as with *io.IOBase.seek()*, specifically :

— `0` -- relative to the start of the file (*os.SEEK_SET*)
— `1` -- relative to the current buffer position (*os.SEEK_CUR*)
— `2` -- relative to the end of the file (*os.SEEK_END*)

The default for *start* is 0, which means to start at the beginning of the file. The default for *len* is 0 which means to lock to the end of the file. The default for *whence* is also 0.

Examples (all on a SVR4 compliant system) :

```
import struct, fcntl, os

f = open(...)
rv = fcntl.fcntl(f, fcntl.F_SETFL, os.O_NDELAY)

lockdata = struct.pack('hhllhh', fcntl.F_WRLCK, 0, 0, 0, 0, 0)
rv = fcntl.fcntl(f, fcntl.F_SETLKW, lockdata)
```

Note that in the first example the return value variable *rv* will hold an integer value ; in the second example it will hold a *bytes* object. The structure lay-out for the *lockdata* variable is system dependent --- therefore using the *flock()* call may be better.

Voir aussi :

Module *os* If the locking flags *O_SHLOCK* and *O_EXLOCK* are present in the *os* module (on BSD only), the *os.open()* function provides an alternative to the *lockf()* and *flock()* functions.

36.10 pipes — Interface au *pipelines* shell

Code source : Lib/pipes.py

Le module *pipes* définit une classe permettant d'abstraire le concept de *pipeline* --- une séquence de convertisseurs d'un fichier vers un autre.

Du fait que le module utilise les lignes de commandes **/bin/sh**, un shell POSIX ou compatible est requis pour *os.system()* et *os.popen()*.

Le module *pipes* définit la classe suivante :

class pipes.**Template**
Une abstraction d'un *pipeline*.

Exemple :

```
>>> import pipes
>>> t = pipes.Template()
>>> t.append('tr a-z A-Z', '--')
>>> f = t.open('pipefile', 'w')
>>> f.write('hello world')
>>> f.close()
>>> open('pipefile').read()
'HELLO WORLD'
```

36.10.1 L'Objet *Template*

Les méthodes de l'objet *Template* :

Template.**reset**()
Réinitialise un modèle de *pipeline* à son état initial.

Template.**clone**()
Renvoie un nouveau modèle de *pipeline*, équivalent.

Template.**debug**(*flag*)
Si *flag* est vrai, active le débogage. Sinon, le désactive. Quand le débogage est actif, les commandes à exécuter seront affichée et le shell est pourvu de la commande `set -x` afin d'être plus verbeux.

Template.**append**(*cmd*, *kind*)
Ajoute une nouvelle action à la fin. La variable *cmd* doit être une commande *bourne shell* valide. La variable *kind* est composée de deux lettres.

La première lettre peut soit être `'-'` (qui signifie que la commande lit sa sortie standard), soit `'f'` (qui signifie que la commande lit un fichier donné par la ligne de commande), soit `'.'` (qui signifie que la commande ne lit pas d'entrée, et donc doit être la première.)

De même, la seconde lettre peut soit être `'-'` (qui signifie que la commande écrit sur la sortie standard), soit `'f'` (qui signifie que la commande écrit sur un fichier donné par la ligne de commande), soit `'.'` (qui signifie que la commande n'écrit rien, et donc doit être la dernière.)

Template.**prepend**(*cmd*, *kind*)
Ajoute une nouvelle action au début. Voir *append()* pour plus d'explications sur les arguments.

Template.**open**(*file*, *mode*)
Renvoie un objet *file-like*, ouvert à *file*, mais permettant d'écrire vers le *pipeline* ou de lire depuis celui-ci. À noter que seulement un des deux ('r' ou 'w') peut être donné.

Template.**copy**(*infile*, *outfile*)
Copie *infile* vers *outfile* au travers du *pipe*.

36.11 resource --- Resource usage information

This module provides basic mechanisms for measuring and controlling system resources utilized by a program.

Symbolic constants are used to specify particular system resources and to request usage information about either the current process or its children.

An *OSError* is raised on syscall failure.

exception resource.**error**
A deprecated alias of *OSError*.

Modifié dans la version 3.3 : Following **PEP 3151**, this class was made an alias of *OSError*.

36.11.1 Resource Limits

Resources usage can be limited using the *setrlimit()* function described below. Each resource is controlled by a pair of limits : a soft limit and a hard limit. The soft limit is the current limit, and may be lowered or raised by a process over time. The soft limit can never exceed the hard limit. The hard limit can be lowered to any value greater than the soft limit, but not raised. (Only processes with the effective UID of the super-user can raise a hard limit.)

The specific resources that can be limited are system dependent. They are described in the *getrlimit(2)* man page. The resources listed below are supported when the underlying operating system supports them ; resources which cannot be checked or controlled by the operating system are not defined in this module for those platforms.

resource.**RLIM_INFINITY**
Constant used to represent the limit for an unlimited resource.

resource.**getrlimit**(*resource*)
Returns a tuple `(soft, hard)` with the current soft and hard limits of *resource*. Raises *ValueError* if an invalid resource is specified, or *error* if the underlying system call fails unexpectedly.

resource.**setrlimit**(*resource*, *limits*)
Sets new limits of consumption of *resource*. The *limits* argument must be a tuple `(soft, hard)` of two integers describing the new limits. A value of *RLIM_INFINITY* can be used to request a limit that is unlimited.

Raises *ValueError* if an invalid resource is specified, if the new soft limit exceeds the hard limit, or if a process tries to raise its hard limit. Specifying a limit of *RLIM_INFINITY* when the hard or system limit for that resource is not unlimited will result in a *ValueError*. A process with the effective UID of super-user

can request any valid limit value, including unlimited, but *ValueError* will still be raised if the requested limit exceeds the system imposed limit.

`setrlimit` may also raise *error* if the underlying system call fails.

`resource.`**`prlimit`**(*pid*, *resource*[, *limits*])

Combines *setrlimit()* and *getrlimit()* in one function and supports to get and set the resources limits of an arbitrary process. If *pid* is 0, then the call applies to the current process. *resource* and *limits* have the same meaning as in *setrlimit()*, except that *limits* is optional.

When *limits* is not given the function returns the *resource* limit of the process *pid*. When *limits* is given the *resource* limit of the process is set and the former resource limit is returned.

Raises *ProcessLookupError* when *pid* can't be found and *PermissionError* when the user doesn't have `CAP_SYS_RESOURCE` for the process.

Disponibilité : Linux 2.6.36 et ultérieures avec *glibc* 2.13 et ultérieures.

Nouveau dans la version 3.4.

These symbols define resources whose consumption can be controlled using the *setrlimit()* and *getrlimit()* functions described below. The values of these symbols are exactly the constants used by C programs.

The Unix man page for *getrlimit(2)* lists the available resources. Note that not all systems use the same symbol or same value to denote the same resource. This module does not attempt to mask platform differences --- symbols not defined for a platform will not be available from this module on that platform.

`resource.`**`RLIMIT_CORE`**

The maximum size (in bytes) of a core file that the current process can create. This may result in the creation of a partial core file if a larger core would be required to contain the entire process image.

`resource.`**`RLIMIT_CPU`**

The maximum amount of processor time (in seconds) that a process can use. If this limit is exceeded, a `SIGXCPU` signal is sent to the process. (See the *signal* module documentation for information about how to catch this signal and do something useful, e.g. flush open files to disk.)

`resource.`**`RLIMIT_FSIZE`**

The maximum size of a file which the process may create.

`resource.`**`RLIMIT_DATA`**

The maximum size (in bytes) of the process's heap.

`resource.`**`RLIMIT_STACK`**

The maximum size (in bytes) of the call stack for the current process. This only affects the stack of the main thread in a multi-threaded process.

`resource.`**`RLIMIT_RSS`**

The maximum resident set size that should be made available to the process.

`resource.`**`RLIMIT_NPROC`**

The maximum number of processes the current process may create.

`resource.`**`RLIMIT_NOFILE`**

The maximum number of open file descriptors for the current process.

`resource.`**`RLIMIT_OFILE`**

The BSD name for *RLIMIT_NOFILE*.

`resource.`**`RLIMIT_MEMLOCK`**

The maximum address space which may be locked in memory.

`resource.`**`RLIMIT_VMEM`**

The largest area of mapped memory which the process may occupy.

`resource.`**`RLIMIT_AS`**

The maximum area (in bytes) of address space which may be taken by the process.

`resource.`**`RLIMIT_MSGQUEUE`**

The number of bytes that can be allocated for POSIX message queues.

Disponibilité : Linux 2.6.8 et ultérieures.

Nouveau dans la version 3.4.

`resource.`**`RLIMIT_NICE`**
The ceiling for the process's nice level (calculated as 20 - rlim_cur).

Disponibilité : Linux 2.6.12 et ultérieures.

Nouveau dans la version 3.4.

`resource.`**`RLIMIT_RTPRIO`**
The ceiling of the real-time priority.

Disponibilité : Linux 2.6.12 et ultérieures.

Nouveau dans la version 3.4.

`resource.`**`RLIMIT_RTTIME`**
The time limit (in microseconds) on CPU time that a process can spend under real-time scheduling without making a blocking syscall.

Disponibilité : Linux 2.6.25 et ultérieures.

Nouveau dans la version 3.4.

`resource.`**`RLIMIT_SIGPENDING`**
The number of signals which the process may queue.

Disponibilité : Linux 2.6.8 et ultérieures.

Nouveau dans la version 3.4.

`resource.`**`RLIMIT_SBSIZE`**
The maximum size (in bytes) of socket buffer usage for this user. This limits the amount of network memory, and hence the amount of mbufs, that this user may hold at any time.

Disponibilité : FreeBSD 9 et ultérieures.

Nouveau dans la version 3.4.

`resource.`**`RLIMIT_SWAP`**
The maximum size (in bytes) of the swap space that may be reserved or used by all of this user id's processes. This limit is enforced only if bit 1 of the vm.overcommit sysctl is set. Please see *`tuning(7)`* for a complete description of this sysctl.

Disponibilité : FreeBSD 9 et ultérieures.

Nouveau dans la version 3.4.

`resource.`**`RLIMIT_NPTS`**
The maximum number of pseudo-terminals created by this user id.

Disponibilité : FreeBSD 9 et ultérieures.

Nouveau dans la version 3.4.

36.11.2 Resource Usage

These functions are used to retrieve resource usage information :

`resource.`**`getrusage`**(*who*)
This function returns an object that describes the resources consumed by either the current process or its children, as specified by the *who* parameter. The *who* parameter should be specified using one of the `RUSAGE_*` constants described below.

The fields of the return value each describe how a particular system resource has been used, e.g. amount of time spent running is user mode or number of times the process was swapped out of main memory. Some values are dependent on the clock tick internal, e.g. the amount of memory the process is using.

For backward compatibility, the return value is also accessible as a tuple of 16 elements.

The fields `ru_utime` and `ru_stime` of the return value are floating point values representing the amount of time spent executing in user mode and the amount of time spent executing in system mode, respectively. The remaining values are integers. Consult the *`getrusage(2)`* man page for detailed information about these values. A brief summary is presented here :

Index	Champ	Resource
0	ru_utime	time in user mode (float)
1	ru_stime	time in system mode (float)
2	ru_maxrss	maximum resident set size
3	ru_ixrss	shared memory size
4	ru_idrss	unshared memory size
5	ru_isrss	unshared stack size
6	ru_minflt	page faults not requiring I/O
7	ru_majflt	page faults requiring I/O
8	ru_nswap	number of swap outs
9	ru_inblock	block input operations
10	ru_oublock	block output operations
11	ru_msgsnd	messages sent
12	ru_msgrcv	messages received
13	ru_nsignals	signals received
14	ru_nvcsw	voluntary context switches
15	ru_nivcsw	involuntary context switches

This function will raise a *ValueError* if an invalid *who* parameter is specified. It may also raise *error* exception in unusual circumstances.

resource.**getpagesize**()
Returns the number of bytes in a system page. (This need not be the same as the hardware page size.)

The following RUSAGE_* symbols are passed to the *getrusage()* function to specify which processes information should be provided for.

resource.**RUSAGE_SELF**
Pass to *getrusage()* to request resources consumed by the calling process, which is the sum of resources used by all threads in the process.

resource.**RUSAGE_CHILDREN**
Pass to *getrusage()* to request resources consumed by child processes of the calling process which have been terminated and waited for.

resource.**RUSAGE_BOTH**
Pass to *getrusage()* to request resources consumed by both the current process and child processes. May not be available on all systems.

resource.**RUSAGE_THREAD**
Pass to *getrusage()* to request resources consumed by the current thread. May not be available on all systems.
Nouveau dans la version 3.2.

36.12 nis — Interface à Sun's NIS (pages jaunes)

Le module *nis* est une simple abstraction de la librairie NIS, utile pour l'administration centralisée de plusieurs hôtes.

Du fait que NIS existe seulement sur les systèmes Unix, ce module est seulement disponible pour Unix.

Le module *nis* définit les instructions suivantes :

nis.**match**(*key*, *mapname*, *domain=default_domain*)
Renvoie la valeur correspondante à *key* dans carte *mapname*, ou lève une erreur (*nis.error*) s'il n'y en a pas. Toutes les deux doivent être des chaînes, *key* doit être une chaîne ASCII. La valeur renvoyée est un dictionnaire arbitraire d'octets (pourrait contenir NULL et autres joyeusetés).
Notez que *mapname* est vérifié la première fois si c'est un alias d'un autre nom.

L'argument *domain* permet de passer outre le domaine NIS utilisé pour les recherches. Lorsqu'il n'est pas spécifié, recherche est dans le domaine NIS défaut.

nis.**cat**(*mapname*, *domain=default_domain*)
Renvoie un dictionnaire qui associe *key* à *value* tel que `match(key, mapname)==value`. Notez que les clés comme les valeurs peuvent contenir des séquences arbitraires d'octets.

Notez que *mapname* est vérifié la première fois si c'est un alias d'un autre nom.

L'argument *domain* permet de passer outre le domaine NIS utilisé pour les recherches. Lorsqu'il n'est pas spécifié, recherche est dans le domaine NIS défaut.

nis.**maps**(*domain=default_domain*)
Renvoie la liste de toutes les correspondances valides.

L'argument *domain* permet de passer outre le domaine NIS utilisé pour les recherches. Lorsqu'il n'est pas spécifié, recherche est dans le domaine NIS défaut.

nis.**get_default_domain**()
Renvoie le domaine NIS par défaut du système.

Le module *nis* définit les exceptions suivantes :

exception nis.**error**
Une erreur apparaît quand une fonction NIS renvoie un code d'erreur.

36.13 `syslog` --- Unix syslog library routines

This module provides an interface to the Unix `syslog` library routines. Refer to the Unix manual pages for a detailed description of the `syslog` facility.

This module wraps the system `syslog` family of routines. A pure Python library that can speak to a syslog server is available in the *logging.handlers* module as `SysLogHandler`.

Le module définit les fonctions suivantes :

syslog.**syslog**(*message*)
syslog.**syslog**(*priority*, *message*)
Send the string *message* to the system logger. A trailing newline is added if necessary. Each message is tagged with a priority composed of a *facility* and a *level*. The optional *priority* argument, which defaults to `LOG_INFO`, determines the message priority. If the facility is not encoded in *priority* using logical-or (`LOG_INFO | LOG_USER`), the value given in the *openlog()* call is used.

If *openlog()* has not been called prior to the call to *syslog()*, `openlog()` will be called with no arguments.

syslog.**openlog**([*ident*[, *logoption*[, *facility*]]])
Logging options of subsequent *syslog()* calls can be set by calling *openlog()*. *syslog()* will call *openlog()* with no arguments if the log is not currently open.

The optional *ident* keyword argument is a string which is prepended to every message, and defaults to `sys.argv[0]` with leading path components stripped. The optional *logoption* keyword argument (default is 0) is a bit field -- see below for possible values to combine. The optional *facility* keyword argument (default is `LOG_USER`) sets the default facility for messages which do not have a facility explicitly encoded.

Modifié dans la version 3.2 : In previous versions, keyword arguments were not allowed, and *ident* was required. The default for *ident* was dependent on the system libraries, and often was `python` instead of the name of the Python program file.

syslog.**closelog**()
Reset the syslog module values and call the system library `closelog()`.

This causes the module to behave as it does when initially imported. For example, *openlog()* will be called on the first *syslog()* call (if *openlog()* hasn't already been called), and *ident* and other *openlog()* parameters are reset to defaults.

syslog.**setlogmask**(*maskpri*)
Set the priority mask to *maskpri* and return the previous mask value. Calls to *syslog()* with a priority level not set in *maskpri* are ignored. The default is to log all priorities. The function LOG_MASK(pri) calculates the mask for the individual priority *pri*. The function LOG_UPTO(pri) calculates the mask for all priorities up to and including *pri*.

The module defines the following constants :

Priority levels (high to low) : LOG_EMERG, LOG_ALERT, LOG_CRIT, LOG_ERR, LOG_WARNING, LOG_NOTICE, LOG_INFO, LOG_DEBUG.

Facilities : LOG_KERN, LOG_USER, LOG_MAIL, LOG_DAEMON, LOG_AUTH, LOG_LPR, LOG_NEWS, LOG_UUCP, LOG_CRON, LOG_SYSLOG, LOG_LOCAL0 to LOG_LOCAL7, and, if defined in <syslog.h>, LOG_AUTHPRIV.

Log options : LOG_PID, LOG_CONS, LOG_NDELAY, and, if defined in <syslog.h>, LOG_ODELAY, LOG_NOWAIT, and LOG_PERROR.

36.13.1 Exemples

Simple example

A simple set of examples :

```
import syslog

syslog.syslog('Processing started')
if error:
    syslog.syslog(syslog.LOG_ERR, 'Processing started')
```

An example of setting some log options, these would include the process ID in logged messages, and write the messages to the destination facility used for mail logging :

```
syslog.openlog(logoption=syslog.LOG_PID, facility=syslog.LOG_MAIL)
syslog.syslog('E-mail processing initiated...')
```

CHAPITRE 37

Modules remplacés

Les modules documentés ici sont obsolètes et ne sont gardés que pour la rétro-compatibilité. Ils ont été remplacés par d'autres modules.

37.1 `optparse` --- Parser for command line options

Code source : Lib/optparse.py

Obsolète depuis la version 3.2 : The *optparse* module is deprecated and will not be developed further ; development will continue with the *argparse* module.

optparse is a more convenient, flexible, and powerful library for parsing command-line options than the old *getopt* module. *optparse* uses a more declarative style of command-line parsing : you create an instance of *OptionParser*, populate it with options, and parse the command line. *optparse* allows users to specify options in the conventional GNU/POSIX syntax, and additionally generates usage and help messages for you.

Here's an example of using *optparse* in a simple script :

```
from optparse import OptionParser
...
parser = OptionParser()
parser.add_option("-f", "--file", dest="filename",
                  help="write report to FILE", metavar="FILE")
parser.add_option("-q", "--quiet",
                  action="store_false", dest="verbose", default=True,
                  help="don't print status messages to stdout")

(options, args) = parser.parse_args()
```

With these few lines of code, users of your script can now do the "usual thing" on the command-line, for example :

```
<yourscript> --file=outfile -q
```

As it parses the command line, *optparse* sets attributes of the `options` object returned by `parse_args()` based on user-supplied command-line values. When `parse_args()` returns from parsing this command line, `options.filename` will be `"outfile"` and `options.verbose` will be `False`. *optparse* supports

both long and short options, allows short options to be merged together, and allows options to be associated with their arguments in a variety of ways. Thus, the following command lines are all equivalent to the above example :

```
<yourscript> -f outfile --quiet
<yourscript> --quiet --file outfile
<yourscript> -q -foutfile
<yourscript> -qfoutfile
```

Additionally, users can run one of

```
<yourscript> -h
<yourscript> --help
```

and *optparse* will print out a brief summary of your script's options :

```
Usage: <yourscript> [options]

Options:
  -h, --help            show this help message and exit
  -f FILE, --file=FILE  write report to FILE
  -q, --quiet           don't print status messages to stdout
```

where the value of *yourscript* is determined at runtime (normally from `sys.argv[0]`).

37.1.1 Background

optparse was explicitly designed to encourage the creation of programs with straightforward, conventional command-line interfaces. To that end, it supports only the most common command-line syntax and semantics conventionally used under Unix. If you are unfamiliar with these conventions, read this section to acquaint yourself with them.

Terminology

argument a string entered on the command-line, and passed by the shell to `execl()` or `execv()`. In Python, arguments are elements of `sys.argv[1:]` (`sys.argv[0]` is the name of the program being executed). Unix shells also use the term "word".

It is occasionally desirable to substitute an argument list other than `sys.argv[1:]`, so you should read "argument" as "an element of `sys.argv[1:]`, or of some other list provided as a substitute for `sys.argv[1:]`".

option an argument used to supply extra information to guide or customize the execution of a program. There are many different syntaxes for options; the traditional Unix syntax is a hyphen ("-") followed by a single letter, e.g. `-x` or `-F`. Also, traditional Unix syntax allows multiple options to be merged into a single argument, e.g. `-x -F` is equivalent to `-xF`. The GNU project introduced `--` followed by a series of hyphen-separated words, e.g. `--file` or `--dry-run`. These are the only two option syntaxes provided by *optparse*.

Some other option syntaxes that the world has seen include :

- a hyphen followed by a few letters, e.g. `-pf` (this is *not* the same as multiple options merged into a single argument)
- a hyphen followed by a whole word, e.g. `-file` (this is technically equivalent to the previous syntax, but they aren't usually seen in the same program)
- a plus sign followed by a single letter, or a few letters, or a word, e.g. `+f`, `+rgb`
- a slash followed by a letter, or a few letters, or a word, e.g. `/f`, `/file`

These option syntaxes are not supported by *optparse*, and they never will be. This is deliberate : the first three are non-standard on any environment, and the last only makes sense if you're exclusively targeting VMS, MS-DOS, and/or Windows.

option argument an argument that follows an option, is closely associated with that option, and is consumed from the argument list when that option is. With *optparse*, option arguments may either be in a separate argument from their option :

```
-f foo
--file foo
```

or included in the same argument :

```
-ffoo
--file=foo
```

Typically, a given option either takes an argument or it doesn't. Lots of people want an "optional option arguments" feature, meaning that some options will take an argument if they see it, and won't if they don't. This is somewhat controversial, because it makes parsing ambiguous : if `-a` takes an optional argument and `-b` is another option entirely, how do we interpret `-ab` ? Because of this ambiguity, *optparse* does not support this feature.

argument positionnel something leftover in the argument list after options have been parsed, i.e. after options and their arguments have been parsed and removed from the argument list.

required option an option that must be supplied on the command-line ; note that the phrase "required option" is self-contradictory in English. *optparse* doesn't prevent you from implementing required options, but doesn't give you much help at it either.

For example, consider this hypothetical command-line :

```
prog -v --report report.txt foo bar
```

`-v` and `--report` are both options. Assuming that `--report` takes one argument, `report.txt` is an option argument. `foo` and `bar` are positional arguments.

What are options for ?

Options are used to provide extra information to tune or customize the execution of a program. In case it wasn't clear, options are usually *optional*. A program should be able to run just fine with no options whatsoever. (Pick a random program from the Unix or GNU toolsets. Can it run without any options at all and still make sense ? The main exceptions are `find`, `tar`, and `dd`---all of which are mutant oddballs that have been rightly criticized for their non-standard syntax and confusing interfaces.)

Lots of people want their programs to have "required options". Think about it. If it's required, then it's *not optional* ! If there is a piece of information that your program absolutely requires in order to run successfully, that's what positional arguments are for.

As an example of good command-line interface design, consider the humble `cp` utility, for copying files. It doesn't make much sense to try to copy files without supplying a destination and at least one source. Hence, `cp` fails if you run it with no arguments. However, it has a flexible, useful syntax that does not require any options at all :

```
cp SOURCE DEST
cp SOURCE ... DEST-DIR
```

You can get pretty far with just that. Most `cp` implementations provide a bunch of options to tweak exactly how the files are copied : you can preserve mode and modification time, avoid following symlinks, ask before clobbering existing files, etc. But none of this distracts from the core mission of `cp`, which is to copy either one file to another, or several files to another directory.

What are positional arguments for ?

Positional arguments are for those pieces of information that your program absolutely, positively requires to run.

A good user interface should have as few absolute requirements as possible. If your program requires 17 distinct pieces of information in order to run successfully, it doesn't much matter *how* you get that information from the user---most people will give up and walk away before they successfully run the program. This applies whether the user interface is a command-line, a configuration file, or a GUI : if you make that many demands on your users, most of them will simply give up.

In short, try to minimize the amount of information that users are absolutely required to supply---use sensible defaults whenever possible. Of course, you also want to make your programs reasonably flexible. That's what options are for. Again, it doesn't matter if they are entries in a config file, widgets in the "Preferences" dialog of a GUI, or command-line options---the more options you implement, the more flexible your program is, and the more complicated its implementation becomes. Too much flexibility has drawbacks as well, of course ; too many options can overwhelm users and make your code much harder to maintain.

37.1.2 Tutoriel

While *optparse* is quite flexible and powerful, it's also straightforward to use in most cases. This section covers the code patterns that are common to any *optparse*-based program.

First, you need to import the OptionParser class ; then, early in the main program, create an OptionParser instance :

```
from optparse import OptionParser
...
parser = OptionParser()
```

Then you can start defining options. The basic syntax is :

```
parser.add_option(opt_str, ...,
                  attr=value, ...)
```

Each option has one or more option strings, such as `-f` or `--file`, and several option attributes that tell *optparse* what to expect and what to do when it encounters that option on the command line.

Typically, each option will have one short option string and one long option string, e.g. :

```
parser.add_option("-f", "--file", ...)
```

You're free to define as many short option strings and as many long option strings as you like (including zero), as long as there is at least one option string overall.

The option strings passed to *OptionParser.add_option()* are effectively labels for the option defined by that call. For brevity, we will frequently refer to *encountering an option* on the command line ; in reality, *optparse* encounters *option strings* and looks up options from them.

Once all of your options are defined, instruct *optparse* to parse your program's command line :

```
(options, args) = parser.parse_args()
```

(If you like, you can pass a custom argument list to `parse_args()`, but that's rarely necessary : by default it uses `sys.argv[1:]`.)

`parse_args()` returns two values :

- `options`, an object containing values for all of your options---e.g. if `--file` takes a single string argument, then `options.file` will be the filename supplied by the user, or `None` if the user did not supply that option
- `args`, the list of positional arguments leftover after parsing options

This tutorial section only covers the four most important option attributes : *action*, *type*, *dest* (destination), and *help*. Of these, *action* is the most fundamental.

Understanding option actions

Actions tell *optparse* what to do when it encounters an option on the command line. There is a fixed set of actions hard-coded into *optparse*; adding new actions is an advanced topic covered in section *Extending optparse*. Most actions tell *optparse* to store a value in some variable---for example, take a string from the command line and store it in an attribute of `options`.

If you don't specify an option action, *optparse* defaults to `store`.

The store action

The most common option action is `store`, which tells *optparse* to take the next argument (or the remainder of the current argument), ensure that it is of the correct type, and store it to your chosen destination.

Par exemple :

```
parser.add_option("-f", "--file",
                  action="store", type="string", dest="filename")
```

Now let's make up a fake command line and ask *optparse* to parse it :

```
args = ["-f", "foo.txt"]
(options, args) = parser.parse_args(args)
```

When *optparse* sees the option string `-f`, it consumes the next argument, `foo.txt`, and stores it in `options.filename`. So, after this call to `parse_args()`, `options.filename` is `"foo.txt"`.

Some other option types supported by *optparse* are `int` and `float`. Here's an option that expects an integer argument :

```
parser.add_option("-n", type="int", dest="num")
```

Note that this option has no long option string, which is perfectly acceptable. Also, there's no explicit action, since the default is `store`.

Let's parse another fake command-line. This time, we'll jam the option argument right up against the option : since `-n42` (one argument) is equivalent to `-n 42` (two arguments), the code

```
(options, args) = parser.parse_args(["-n42"])
print(options.num)
```

affichera `42`.

If you don't specify a type, *optparse* assumes `string`. Combined with the fact that the default action is `store`, that means our first example can be a lot shorter :

```
parser.add_option("-f", "--file", dest="filename")
```

If you don't supply a destination, *optparse* figures out a sensible default from the option strings : if the first long option string is `--foo-bar`, then the default destination is `foo_bar`. If there are no long option strings, *optparse* looks at the first short option string : the default destination for `-f` is `f`.

optparse also includes the built-in `complex` type. Adding types is covered in section *Extending optparse*.

Handling boolean (flag) options

Flag options---set a variable to true or false when a particular option is seen---are quite common. *optparse* supports them with two separate actions, `store_true` and `store_false`. For example, you might have a `verbose` flag that is turned on with `-v` and off with `-q` :

```
parser.add_option("-v", action="store_true", dest="verbose")
parser.add_option("-q", action="store_false", dest="verbose")
```

Here we have two different options with the same destination, which is perfectly OK. (It just means you have to be a bit careful when setting default values---see below.)

When *optparse* encounters `-v` on the command line, it sets `options.verbose` to `True`; when it encounters `-q`, `options.verbose` is set to `False`.

Other actions

Some other actions supported by *optparse* are :

"store_const" store a constant value

"append" append this option's argument to a list

"count" increment a counter by one

"callback" call a specified function

These are covered in section *Reference Guide*, Reference Guide and section *Option Callbacks*.

Valeurs par défaut

All of the above examples involve setting some variable (the "destination") when certain command-line options are seen. What happens if those options are never seen ? Since we didn't supply any defaults, they are all set to `None`. This is usually fine, but sometimes you want more control. *optparse* lets you supply a default value for each destination, which is assigned before the command line is parsed.

First, consider the verbose/quiet example. If we want *optparse* to set `verbose` to `True` unless `-q` is seen, then we can do this :

```
parser.add_option("-v", action="store_true", dest="verbose", default=True)
parser.add_option("-q", action="store_false", dest="verbose")
```

Since default values apply to the *destination* rather than to any particular option, and these two options happen to have the same destination, this is exactly equivalent :

```
parser.add_option("-v", action="store_true", dest="verbose")
parser.add_option("-q", action="store_false", dest="verbose", default=True)
```

Consider this :

```
parser.add_option("-v", action="store_true", dest="verbose", default=False)
parser.add_option("-q", action="store_false", dest="verbose", default=True)
```

Again, the default value for `verbose` will be `True` : the last default value supplied for any particular destination is the one that counts.

A clearer way to specify default values is the `set_defaults()` method of OptionParser, which you can call at any time before calling `parse_args()` :

```
parser.set_defaults(verbose=True)
parser.add_option(...)
(options, args) = parser.parse_args()
```

As before, the last value specified for a given option destination is the one that counts. For clarity, try to use one method or the other of setting default values, not both.

Generating help

optparse's ability to generate help and usage text automatically is useful for creating user-friendly command-line interfaces. All you have to do is supply a *help* value for each option, and optionally a short usage message for your whole program. Here's an OptionParser populated with user-friendly (documented) options :

```
usage = "usage: %prog [options] arg1 arg2"
parser = OptionParser(usage=usage)
parser.add_option("-v", "--verbose",
                  action="store_true", dest="verbose", default=True,
                  help="make lots of noise [default]")
parser.add_option("-q", "--quiet",
                  action="store_false", dest="verbose",
                  help="be vewwy quiet (I'm hunting wabbits)")
parser.add_option("-f", "--filename",
                  metavar="FILE", help="write output to FILE")
parser.add_option("-m", "--mode",
                  default="intermediate",
                  help="interaction mode: novice, intermediate, "
                       "or expert [default: %default]")
```

If *optparse* encounters either `-h` or `--help` on the command-line, or if you just call `parser.print_help()`, it prints the following to standard output :

```
Usage: <yourscript> [options] arg1 arg2

Options:
  -h, --help            show this help message and exit
  -v, --verbose         make lots of noise [default]
  -q, --quiet           be vewwy quiet (I'm hunting wabbits)
  -f FILE, --filename=FILE
                        write output to FILE
  -m MODE, --mode=MODE  interaction mode: novice, intermediate, or
                        expert [default: intermediate]
```

(If the help output is triggered by a help option, *optparse* exits after printing the help text.)

There's a lot going on here to help *optparse* generate the best possible help message :

— the script defines its own usage message :

```
usage = "usage: %prog [options] arg1 arg2"
```

optparse expands `%prog` in the usage string to the name of the current program, i.e. `os.path.basename(sys.argv[0])`. The expanded string is then printed before the detailed option help.
If you don't supply a usage string, *optparse* uses a bland but sensible default : `"Usage: %prog [options]"`, which is fine if your script doesn't take any positional arguments.

— every option defines a help string, and doesn't worry about line-wrapping---*optparse* takes care of wrapping lines and making the help output look good.

— options that take a value indicate this fact in their automatically-generated help message, e.g. for the "mode" option :

```
-m MODE, --mode=MODE
```

Here, "MODE" is called the meta-variable : it stands for the argument that the user is expected to supply to `-m`/`--mode`. By default, *optparse* converts the destination variable name to uppercase and uses that for the meta-variable. Sometimes, that's not what you want---for example, the `--filename` option explicitly sets `metavar="FILE"`, resulting in this automatically-generated option description :

```
-f FILE, --filename=FILE
```

This is important for more than just saving space, though : the manually written help text uses the meta-variable `FILE` to clue the user in that there's a connection between the semi-formal syntax `-f FILE` and the informal semantic description "write output to FILE". This is a simple but effective way to make your help text a lot clearer and more useful for end users.

— options that have a default value can include `%default` in the help string---*optparse* will replace it with *str()* of the option's default value. If an option has no default value (or the default value is `None`), `%default` expands to `none`.

Grouping Options

When dealing with many options, it is convenient to group these options for better help output. An *OptionParser* can contain several option groups, each of which can contain several options.

An option group is obtained using the class *OptionGroup* :

class optparse.**OptionGroup**(*parser*, *title*, *description=None*)

where

— parser is the *OptionParser* instance the group will be inserted in to

— title is the group title

— description, optional, is a long description of the group

OptionGroup inherits from `OptionContainer` (like *OptionParser*) and so the `add_option()` method can be used to add an option to the group.

Once all the options are declared, using the *OptionParser* method `add_option_group()` the group is added to the previously defined parser.

Continuing with the parser defined in the previous section, adding an *OptionGroup* to a parser is easy :

```
group = OptionGroup(parser, "Dangerous Options",
                    "Caution: use these options at your own risk.  "
                    "It is believed that some of them bite.")
group.add_option("-g", action="store_true", help="Group option.")
parser.add_option_group(group)
```

This would result in the following help output :

```
Usage: <yourscript> [options] arg1 arg2

Options:
  -h, --help            show this help message and exit
  -v, --verbose         make lots of noise [default]
  -q, --quiet           be vewwy quiet (I'm hunting wabbits)
  -f FILE, --filename=FILE
                        write output to FILE
  -m MODE, --mode=MODE  interaction mode: novice, intermediate, or
                        expert [default: intermediate]

  Dangerous Options:
    Caution: use these options at your own risk.  It is believed that some
    of them bite.

    -g                  Group option.
```

A bit more complete example might involve using more than one group : still extending the previous example :

```
group = OptionGroup(parser, "Dangerous Options",
                    "Caution: use these options at your own risk.  "
                    "It is believed that some of them bite.")
group.add_option("-g", action="store_true", help="Group option.")
parser.add_option_group(group)

group = OptionGroup(parser, "Debug Options")
group.add_option("-d", "--debug", action="store_true",
                 help="Print debug information")
group.add_option("-s", "--sql", action="store_true",
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
                  help="Print all SQL statements executed")
group.add_option("-e", action="store_true", help="Print every action done")
parser.add_option_group(group)
```

that results in the following output :

```
Usage: <yourscript> [options] arg1 arg2

Options:
  -h, --help            show this help message and exit
  -v, --verbose         make lots of noise [default]
  -q, --quiet           be vewwy quiet (I'm hunting wabbits)
  -f FILE, --filename=FILE
                        write output to FILE
  -m MODE, --mode=MODE  interaction mode: novice, intermediate, or expert
                        [default: intermediate]

  Dangerous Options:
    Caution: use these options at your own risk.  It is believed that some
    of them bite.

    -g                  Group option.

  Debug Options:
    -d, --debug         Print debug information
    -s, --sql           Print all SQL statements executed
    -e                  Print every action done
```

Another interesting method, in particular when working programmatically with option groups is :

`OptionParser.`**`get_option_group`**`(`*opt_str*`)`
Return the *OptionGroup* to which the short or long option string *opt_str* (e.g. `'-o'` or `'--option'`) belongs. If there's no such *OptionGroup*, return `None`.

Printing a version string

Similar to the brief usage string, *optparse* can also print a version string for your program. You have to supply the string as the `version` argument to OptionParser :

```
parser = OptionParser(usage="%prog [-f] [-q]", version="%prog 1.0")
```

`%prog` is expanded just like it is in `usage`. Apart from that, `version` can contain anything you like. When you supply it, *optparse* automatically adds a `--version` option to your parser. If it encounters this option on the command line, it expands your `version` string (by replacing `%prog`), prints it to stdout, and exits.

For example, if your script is called `/usr/bin/foo` :

```
$ /usr/bin/foo --version
foo 1.0
```

The following two methods can be used to print and get the `version` string :

`OptionParser.`**`print_version`**`(`*file=None*`)`
Print the version message for the current program (`self.version`) to *file* (default stdout). As with *print_usage()*, any occurrence of `%prog` in `self.version` is replaced with the name of the current program. Does nothing if `self.version` is empty or undefined.

`OptionParser.`**`get_version`**`()`
Same as *print_version()* but returns the version string instead of printing it.

How optparse handles errors

There are two broad classes of errors that *optparse* has to worry about : programmer errors and user errors. Programmer errors are usually erroneous calls to *OptionParser.add_option()*, e.g. invalid option strings, unknown option attributes, missing option attributes, etc. These are dealt with in the usual way : raise an exception (either optparse.OptionError or *TypeError*) and let the program crash.

Handling user errors is much more important, since they are guaranteed to happen no matter how stable your code is. *optparse* can automatically detect some user errors, such as bad option arguments (passing -n 4x where -n takes an integer argument), missing arguments (-n at the end of the command line, where -n takes an argument of any type). Also, you can call OptionParser.error() to signal an application-defined error condition :

```
(options, args) = parser.parse_args()
...
if options.a and options.b:
    parser.error("options -a and -b are mutually exclusive")
```

In either case, *optparse* handles the error the same way : it prints the program's usage message and an error message to standard error and exits with error status 2.

Consider the first example above, where the user passes 4x to an option that takes an integer :

```
$ /usr/bin/foo -n 4x
Usage: foo [options]

foo: error: option -n: invalid integer value: '4x'
```

Or, where the user fails to pass a value at all :

```
$ /usr/bin/foo -n
Usage: foo [options]

foo: error: -n option requires an argument
```

optparse-generated error messages take care always to mention the option involved in the error ; be sure to do the same when calling OptionParser.error() from your application code.

If *optparse*'s default error-handling behaviour does not suit your needs, you'll need to subclass OptionParser and override its exit() and/or error() methods.

Putting it all together

Here's what *optparse*-based scripts usually look like :

```
from optparse import OptionParser
...
def main():
    usage = "usage: %prog [options] arg"
    parser = OptionParser(usage)
    parser.add_option("-f", "--file", dest="filename",
                      help="read data from FILENAME")
    parser.add_option("-v", "--verbose",
                      action="store_true", dest="verbose")
    parser.add_option("-q", "--quiet",
                      action="store_false", dest="verbose")
    ...
    (options, args) = parser.parse_args()
    if len(args) != 1:
        parser.error("incorrect number of arguments")
    if options.verbose:
        print("reading %s..." % options.filename)
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
    ...

if __name__ == "__main__":
    main()
```

37.1.3 Reference Guide

Creating the parser

The first step in using *optparse* is to create an OptionParser instance.

class optparse.**OptionParser**(...)

The OptionParser constructor has no required arguments, but a number of optional keyword arguments. You should always pass them as keyword arguments, i.e. do not rely on the order in which the arguments are declared.

usage (default : "%prog [options]") The usage summary to print when your program is run incorrectly or with a help option. When *optparse* prints the usage string, it expands `%prog` to `os.path.basename(sys.argv[0])` (or to `prog` if you passed that keyword argument). To suppress a usage message, pass the special value `optparse.SUPPRESS_USAGE`.

option_list (default : []) A list of Option objects to populate the parser with. The options in `option_list` are added after any options in `standard_option_list` (a class attribute that may be set by OptionParser subclasses), but before any version or help options. Deprecated ; use *add_option()* after creating the parser instead.

option_class (default : optparse.Option) Class to use when adding options to the parser in *add_option()*.

version (default : None) A version string to print when the user supplies a version option. If you supply a true value for `version`, *optparse* automatically adds a version option with the single option string `--version`. The substring `%prog` is expanded the same as for `usage`.

conflict_handler (default : "error") Specifies what to do when options with conflicting option strings are added to the parser ; see section *Conflicts between options*.

description (default : None) A paragraph of text giving a brief overview of your program. *optparse* reformats this paragraph to fit the current terminal width and prints it when the user requests help (after `usage`, but before the list of options).

formatter (default : a new IndentedHelpFormatter) An instance of optparse.HelpFormatter that will be used for printing help text. *optparse* provides two concrete classes for this purpose : IndentedHelpFormatter and TitledHelpFormatter.

add_help_option (default : True) If true, *optparse* will add a help option (with option strings `-h` and `--help`) to the parser.

prog The string to use when expanding `%prog` in `usage` and `version` instead of `os.path.basename(sys.argv[0])`.

epilog (default : None) A paragraph of help text to print after the option help.

Populating the parser

There are several ways to populate the parser with options. The preferred way is by using *OptionParser.add_option()*, as shown in section *Tutoriel*. `add_option()` can be called in one of two ways :

- pass it an Option instance (as returned by `make_option()`)
- pass it any combination of positional and keyword arguments that are acceptable to `make_option()` (i.e., to the Option constructor), and it will create the Option instance for you

The other alternative is to pass a list of pre-constructed Option instances to the OptionParser constructor, as in :

```
option_list = [
    make_option("-f", "--filename",
                action="store", type="string", dest="filename"),
    make_option("-q", "--quiet",
                action="store_false", dest="verbose"),
    ]
parser = OptionParser(option_list=option_list)
```

(`make_option()` is a factory function for creating Option instances ; currently it is an alias for the Option constructor. A future version of *optparse* may split Option into several classes, and `make_option()` will pick the right class to instantiate. Do not instantiate Option directly.)

Defining options

Each Option instance represents a set of synonymous command-line option strings, e.g. `-f` and `--file`. You can specify any number of short or long option strings, but you must specify at least one overall option string.

The canonical way to create an `Option` instance is with the `add_option()` method of *OptionParser*.

`OptionParser.`**`add_option`**`(`*option*`)`
`OptionParser.`**`add_option`**`(`**opt_str*, *attr=value*, *...*`)`

To define an option with only a short option string :

```
parser.add_option("-f", attr=value, ...)
```

And to define an option with only a long option string :

```
parser.add_option("--foo", attr=value, ...)
```

The keyword arguments define attributes of the new Option object. The most important option attribute is *action*, and it largely determines which other attributes are relevant or required. If you pass irrelevant option attributes, or fail to pass required ones, *optparse* raises an `OptionError` exception explaining your mistake.

An option's *action* determines what *optparse* does when it encounters this option on the command-line. The standard option actions hard-coded into *optparse* are :

`"store"` store this option's argument (default)

`"store_const"` store a constant value

`"store_true"` store `True`

`"store_false"` store `False`

`"append"` append this option's argument to a list

`"append_const"` append a constant value to a list

`"count"` increment a counter by one

`"callback"` call a specified function

`"help"` print a usage message including all options and the documentation for them

(If you don't supply an action, the default is `"store"`. For this action, you may also supply *type* and *dest* option attributes ; see *Standard option actions*.)

As you can see, most actions involve storing or updating a value somewhere. *optparse* always creates a special object for this, conventionally called `options` (it happens to be an instance of `optparse.Values`). Option arguments (and various other values) are stored as attributes of this object, according to the *dest* (destination) option attribute.

For example, when you call

```
parser.parse_args()
```

one of the first things *optparse* does is create the `options` object :

```
options = Values()
```

If one of the options in this parser is defined with

```
parser.add_option("-f", "--file", action="store", type="string", dest="filename")
```

and the command-line being parsed includes any of the following :

```
-ffoo
-f foo
--file=foo
--file foo
```

then *optparse*, on seeing this option, will do the equivalent of

```
options.filename = "foo"
```

The *type* and *dest* option attributes are almost as important as *action*, but *action* is the only one that makes sense for *all* options.

Option attributes

The following option attributes may be passed as keyword arguments to *OptionParser.add_option()*. If you pass an option attribute that is not relevant to a particular option, or fail to pass a required option attribute, *optparse* raises OptionError.

Option.**action**
(default : "store")
Determines *optparse*'s behaviour when this option is seen on the command line; the available options are documented *here*.

Option.**type**
(default : "string")
The argument type expected by this option (e.g., "string" or "int"); the available option types are documented *here*.

Option.**dest**
(default : derived from option strings)
If the option's action implies writing or modifying a value somewhere, this tells *optparse* where to write it : *dest* names an attribute of the options object that *optparse* builds as it parses the command line.

Option.**default**
The value to use for this option's destination if the option is not seen on the command line. See also *OptionParser.set_defaults()*.

Option.**nargs**
(default : 1)
How many arguments of type *type* should be consumed when this option is seen. If > 1, *optparse* will store a tuple of values to *dest*.

Option.**const**
For actions that store a constant value, the constant value to store.

Option.**choices**
For options of type "choice", the list of strings the user may choose from.

Option.**callback**
For options with action "callback", the callable to call when this option is seen. See section *Option Callbacks* for detail on the arguments passed to the callable.

Option.**callback_args**

`Option.`**`callback_kwargs`**
Additional positional and keyword arguments to pass to `callback` after the four standard callback arguments.

`Option.`**`help`**
Help text to print for this option when listing all available options after the user supplies a *`help`* option (such as `--help`). If no help text is supplied, the option will be listed without help text. To hide this option, use the special value `optparse.SUPPRESS_HELP`.

`Option.`**`metavar`**
(default : derived from option strings)
Stand-in for the option argument(s) to use when printing help text. See section *Tutoriel* for an example.

Standard option actions

The various option actions all have slightly different requirements and effects. Most actions have several relevant option attributes which you may specify to guide *`optparse`*'s behaviour ; a few have required attributes, which you must specify for any option using that action.

— `"store"` [relevant : *`type`*, *`dest`*, *`nargs`*, *`choices`*]
The option must be followed by an argument, which is converted to a value according to *`type`* and stored in *`dest`*. If *`nargs`* > 1, multiple arguments will be consumed from the command line ; all will be converted according to *`type`* and stored to *`dest`* as a tuple. See the *Standard option types* section.
If *`choices`* is supplied (a list or tuple of strings), the type defaults to `"choice"`.
If *`type`* is not supplied, it defaults to `"string"`.
If *`dest`* is not supplied, *`optparse`* derives a destination from the first long option string (e.g., `--foo-bar` implies `foo_bar`). If there are no long option strings, *`optparse`* derives a destination from the first short option string (e.g., `-f` implies `f`).
Exemple :

```
parser.add_option("-f")
parser.add_option("-p", type="float", nargs=3, dest="point")
```

As it parses the command line

```
-f foo.txt -p 1 -3.5 4 -fbar.txt
```

`optparse` will set

```
options.f = "foo.txt"
options.point = (1.0, -3.5, 4.0)
options.f = "bar.txt"
```

— `"store_const"` [required : *`const`* ; relevant : *`dest`*]
The value *`const`* is stored in *`dest`*.
Exemple :

```
parser.add_option("-q", "--quiet",
                  action="store_const", const=0, dest="verbose")
parser.add_option("-v", "--verbose",
                  action="store_const", const=1, dest="verbose")
parser.add_option("--noisy",
                  action="store_const", const=2, dest="verbose")
```

If `--noisy` is seen, *`optparse`* will set

```
options.verbose = 2
```

— `"store_true"` [relevant : *`dest`*]
A special case of `"store_const"` that stores `True` to *`dest`*.

— `"store_false"` [relevant : *`dest`*]
Like `"store_true"`, but stores `False`.
Exemple :

```
parser.add_option("--clobber", action="store_true", dest="clobber")
parser.add_option("--no-clobber", action="store_false", dest="clobber")
```

— "append" [relevant : *type*, *dest*, *nargs*, *choices*]
The option must be followed by an argument, which is appended to the list in *dest*. If no default value for *dest* is supplied, an empty list is automatically created when *optparse* first encounters this option on the command-line. If *nargs* > 1, multiple arguments are consumed, and a tuple of length *nargs* is appended to *dest*.
The defaults for *type* and *dest* are the same as for the "store" action.
Exemple :

```
parser.add_option("-t", "--tracks", action="append", type="int")
```

If -t3 is seen on the command-line, *optparse* does the equivalent of :

```
options.tracks = []
options.tracks.append(int("3"))
```

If, a little later on, --tracks=4 is seen, it does :

```
options.tracks.append(int("4"))
```

The append action calls the append method on the current value of the option. This means that any default value specified must have an append method. It also means that if the default value is non-empty, the default elements will be present in the parsed value for the option, with any values from the command line appended after those default values :

```
>>> parser.add_option("--files", action="append", default=['~/.mypkg/defaults
↪'])
>>> opts, args = parser.parse_args(['--files', 'overrides.mypkg'])
>>> opts.files
['~/.mypkg/defaults', 'overrides.mypkg']
```

— "append_const" [required : *const* ; relevant : *dest*]
Like "store_const", but the value *const* is appended to *dest* ; as with "append", *dest* defaults to None, and an empty list is automatically created the first time the option is encountered.
— "count" [relevant : *dest*]
Increment the integer stored at *dest*. If no default value is supplied, *dest* is set to zero before being incremented the first time.
Exemple :

```
parser.add_option("-v", action="count", dest="verbosity")
```

The first time -v is seen on the command line, *optparse* does the equivalent of :

```
options.verbosity = 0
options.verbosity += 1
```

Every subsequent occurrence of -v results in

```
options.verbosity += 1
```

— "callback" [required : *callback* ; relevant : *type*, *nargs*, *callback_args*, *callback_kwargs*]
Call the function specified by *callback*, which is called as

```
func(option, opt_str, value, parser, *args, **kwargs)
```

See section *Option Callbacks* for more detail.
— "help"
Prints a complete help message for all the options in the current option parser. The help message is constructed from the usage string passed to OptionParser's constructor and the *help* string passed to every option.
If no *help* string is supplied for an option, it will still be listed in the help message. To omit an option entirely, use the special value optparse.SUPPRESS_HELP.
optparse automatically adds a *help* option to all OptionParsers, so you do not normally need to create

one.
Exemple :

```
from optparse import OptionParser, SUPPRESS_HELP

# usually, a help option is added automatically, but that can
# be suppressed using the add_help_option argument
parser = OptionParser(add_help_option=False)

parser.add_option("-h", "--help", action="help")
parser.add_option("-v", action="store_true", dest="verbose",
                  help="Be moderately verbose")
parser.add_option("--file", dest="filename",
                  help="Input file to read data from")
parser.add_option("--secret", help=SUPPRESS_HELP)
```

If *optparse* sees either `-h` or `--help` on the command line, it will print something like the following help message to stdout (assuming `sys.argv[0]` is `"foo.py"`) :

```
Usage: foo.py [options]

Options:
  -h, --help        Show this help message and exit
  -v                Be moderately verbose
  --file=FILENAME   Input file to read data from
```

After printing the help message, *optparse* terminates your process with `sys.exit(0)`.

— `"version"`
Prints the version number supplied to the OptionParser to stdout and exits. The version number is actually formatted and printed by the `print_version()` method of OptionParser. Generally only relevant if the `version` argument is supplied to the OptionParser constructor. As with *help* options, you will rarely create `version` options, since *optparse* automatically adds them when needed.

Standard option types

optparse has five built-in option types : `"string"`, `"int"`, `"choice"`, `"float"` and `"complex"`. If you need to add new option types, see section *Extending optparse*.

Arguments to string options are not checked or converted in any way : the text on the command line is stored in the destination (or passed to the callback) as-is.

Integer arguments (type `"int"`) are parsed as follows :
- — if the number starts with `0x`, it is parsed as a hexadecimal number
- — if the number starts with `0`, it is parsed as an octal number
- — if the number starts with `0b`, it is parsed as a binary number
- — otherwise, the number is parsed as a decimal number

The conversion is done by calling *int()* with the appropriate base (2, 8, 10, or 16). If this fails, so will *optparse*, although with a more useful error message.

`"float"` and `"complex"` option arguments are converted directly with *float()* and *complex()*, with similar error-handling.

`"choice"` options are a subtype of `"string"` options. The *choices* option attribute (a sequence of strings) defines the set of allowed option arguments. `optparse.check_choice()` compares user-supplied option arguments against this master list and raises `OptionValueError` if an invalid string is given.

Analyse des arguments

The whole point of creating and populating an OptionParser is to call its `parse_args()` method :

```
(options, args) = parser.parse_args(args=None, values=None)
```

where the input parameters are

args the list of arguments to process (default : `sys.argv[1:]`)

values an `optparse.Values` object to store option arguments in (default : a new instance of `Values`) -- if you give an existing object, the option defaults will not be initialized on it

and the return values are

options the same object that was passed in as `values`, or the optparse.Values instance created by *optparse*

args the leftover positional arguments after all options have been processed

The most common usage is to supply neither keyword argument. If you supply `values`, it will be modified with repeated *setattr()* calls (roughly one for every option argument stored to an option destination) and returned by `parse_args()`.

If `parse_args()` encounters any errors in the argument list, it calls the OptionParser's `error()` method with an appropriate end-user error message. This ultimately terminates your process with an exit status of 2 (the traditional Unix exit status for command-line errors).

Querying and manipulating your option parser

The default behavior of the option parser can be customized slightly, and you can also poke around your option parser and see what's there. OptionParser provides several methods to help you out :

`OptionParser.`**`disable_interspersed_args`**`()`
Set parsing to stop on the first non-option. For example, if `-a` and `-b` are both simple options that take no arguments, *optparse* normally accepts this syntax :

```
prog -a arg1 -b arg2
```

and treats it as equivalent to

```
prog -a -b arg1 arg2
```

To disable this feature, call *disable_interspersed_args()*. This restores traditional Unix syntax, where option parsing stops with the first non-option argument.

Use this if you have a command processor which runs another command which has options of its own and you want to make sure these options don't get confused. For example, each command might have a different set of options.

`OptionParser.`**`enable_interspersed_args`**`()`
Set parsing to not stop on the first non-option, allowing interspersing switches with command arguments. This is the default behavior.

`OptionParser.`**`get_option`**`(`*opt_str*`)`
Returns the Option instance with the option string *opt_str*, or `None` if no options have that option string.

`OptionParser.`**`has_option`**`(`*opt_str*`)`
Return `True` if the OptionParser has an option with option string *opt_str* (e.g., `-q` or `--verbose`).

`OptionParser.`**`remove_option`**`(`*opt_str*`)`
If the *OptionParser* has an option corresponding to *opt_str*, that option is removed. If that option provided any other option strings, all of those option strings become invalid. If *opt_str* does not occur in any option belonging to this *OptionParser*, raises *ValueError*.

Conflicts between options

If you're not careful, it's easy to define options with conflicting option strings :

```
parser.add_option("-n", "--dry-run", ...)
...
parser.add_option("-n", "--noisy", ...)
```

(This is particularly true if you've defined your own OptionParser subclass with some standard options.)

Every time you add an option, *optparse* checks for conflicts with existing options. If it finds any, it invokes the current conflict-handling mechanism. You can set the conflict-handling mechanism either in the constructor :

```
parser = OptionParser(..., conflict_handler=handler)
```

or with a separate call :

```
parser.set_conflict_handler(handler)
```

The available conflict handlers are :

"error" (default) assume option conflicts are a programming error and raise `OptionConflictError`

"resolve" resolve option conflicts intelligently (see below)

As an example, let's define an *OptionParser* that resolves conflicts intelligently and add conflicting options to it :

```
parser = OptionParser(conflict_handler="resolve")
parser.add_option("-n", "--dry-run", ..., help="do no harm")
parser.add_option("-n", "--noisy", ..., help="be noisy")
```

At this point, *optparse* detects that a previously-added option is already using the `-n` option string. Since `conflict_handler` is `"resolve"`, it resolves the situation by removing `-n` from the earlier option's list of option strings. Now `--dry-run` is the only way for the user to activate that option. If the user asks for help, the help message will reflect that :

```
Options:
  --dry-run     do no harm
  ...
  -n, --noisy   be noisy
```

It's possible to whittle away the option strings for a previously-added option until there are none left, and the user has no way of invoking that option from the command-line. In that case, *optparse* removes that option completely, so it doesn't show up in help text or anywhere else. Carrying on with our existing OptionParser :

```
parser.add_option("--dry-run", ..., help="new dry-run option")
```

At this point, the original `-n`/`--dry-run` option is no longer accessible, so *optparse* removes it, leaving this help text :

```
Options:
  ...
  -n, --noisy   be noisy
  --dry-run     new dry-run option
```

Nettoyage

OptionParser instances have several cyclic references. This should not be a problem for Python's garbage collector, but you may wish to break the cyclic references explicitly by calling `destroy()` on your OptionParser once you are done with it. This is particularly useful in long-running applications where large object graphs are reachable from your OptionParser.

Other methods

OptionParser supports several other public methods :

`OptionParser.`**`set_usage`**`(`*usage*`)`
Set the usage string according to the rules described above for the `usage` constructor keyword argument. Passing `None` sets the default usage string ; use `optparse.SUPPRESS_USAGE` to suppress a usage message.

`OptionParser.`**`print_usage`**`(`*file=None*`)`
Print the usage message for the current program (`self.usage`) to *file* (default stdout). Any occurrence of the string `%prog` in `self.usage` is replaced with the name of the current program. Does nothing if `self.usage` is empty or not defined.

`OptionParser.`**`get_usage`**`()`
Same as *`print_usage()`* but returns the usage string instead of printing it.

`OptionParser.`**`set_defaults`**`(`*dest=value, ...*`)`
Set default values for several option destinations at once. Using *`set_defaults()`* is the preferred way to set default values for options, since multiple options can share the same destination. For example, if several "mode" options all set the same destination, any one of them can set the default, and the last one wins :

```
parser.add_option("--advanced", action="store_const",
                  dest="mode", const="advanced",
                  default="novice")     # overridden below
parser.add_option("--novice", action="store_const",
                  dest="mode", const="novice",
                  default="advanced")   # overrides above setting
```

To avoid this confusion, use *`set_defaults()`* :

```
parser.set_defaults(mode="advanced")
parser.add_option("--advanced", action="store_const",
                  dest="mode", const="advanced")
parser.add_option("--novice", action="store_const",
                  dest="mode", const="novice")
```

37.1.4 Option Callbacks

When *`optparse`*'s built-in actions and types aren't quite enough for your needs, you have two choices : extend *`optparse`* or define a callback option. Extending *`optparse`* is more general, but overkill for a lot of simple cases. Quite often a simple callback is all you need.

There are two steps to defining a callback option :

— define the option itself using the `"callback"` action
— write the callback ; this is a function (or method) that takes at least four arguments, as described below

Defining a callback option

As always, the easiest way to define a callback option is by using the *OptionParser.add_option()* method. Apart from *action*, the only option attribute you must specify is `callback`, the function to call :

```
parser.add_option("-c", action="callback", callback=my_callback)
```

`callback` is a function (or other callable object), so you must have already defined `my_callback()` when you create this callback option. In this simple case, *optparse* doesn't even know if `-c` takes any arguments, which usually means that the option takes no arguments---the mere presence of `-c` on the command-line is all it needs to know. In some circumstances, though, you might want your callback to consume an arbitrary number of command-line arguments. This is where writing callbacks gets tricky ; it's covered later in this section.

optparse always passes four particular arguments to your callback, and it will only pass additional arguments if you specify them via *callback_args* and *callback_kwargs*. Thus, the minimal callback function signature is :

```
def my_callback(option, opt, value, parser):
```

The four arguments to a callback are described below.

There are several other option attributes that you can supply when you define a callback option :

type has its usual meaning : as with the `"store"` or `"append"` actions, it instructs *optparse* to consume one argument and convert it to *type*. Rather than storing the converted value(s) anywhere, though, *optparse* passes it to your callback function.

nargs also has its usual meaning : if it is supplied and > 1, *optparse* will consume *nargs* arguments, each of which must be convertible to *type*. It then passes a tuple of converted values to your callback.

callback_args a tuple of extra positional arguments to pass to the callback

callback_kwargs a dictionary of extra keyword arguments to pass to the callback

How callbacks are called

All callbacks are called as follows :

```
func(option, opt_str, value, parser, *args, **kwargs)
```

where

option is the Option instance that's calling the callback

opt_str is the option string seen on the command-line that's triggering the callback. (If an abbreviated long option was used, `opt_str` will be the full, canonical option string---e.g. if the user puts `--foo` on the command-line as an abbreviation for `--foobar`, then `opt_str` will be `"--foobar"`.)

value is the argument to this option seen on the command-line. *optparse* will only expect an argument if *type* is set ; the type of `value` will be the type implied by the option's type. If *type* for this option is `None` (no argument expected), then `value` will be `None`. If *nargs* > 1, `value` will be a tuple of values of the appropriate type.

parser is the OptionParser instance driving the whole thing, mainly useful because you can access some other interesting data through its instance attributes :

parser.largs the current list of leftover arguments, ie. arguments that have been consumed but are neither options nor option arguments. Feel free to modify `parser.largs`, e.g. by adding more arguments to it. (This list will become `args`, the second return value of `parse_args()`.)

parser.rargs the current list of remaining arguments, ie. with `opt_str` and `value` (if applicable) removed, and only the arguments following them still there. Feel free to modify `parser.rargs`, e.g. by consuming more arguments.

parser.values the object where option values are by default stored (an instance of optparse.OptionValues). This lets callbacks use the same mechanism as the rest of *optparse* for storing option values ; you don't need to mess around with globals or closures. You can also access or modify the value(s) of any options already encountered on the command-line.

args is a tuple of arbitrary positional arguments supplied via the *callback_args* option attribute.

kwargs is a dictionary of arbitrary keyword arguments supplied via *callback_kwargs*.

Raising errors in a callback

The callback function should raise `OptionValueError` if there are any problems with the option or its argument(s). *optparse* catches this and terminates the program, printing the error message you supply to stderr. Your message should be clear, concise, accurate, and mention the option at fault. Otherwise, the user will have a hard time figuring out what they did wrong.

Callback example 1 : trivial callback

Here's an example of a callback option that takes no arguments, and simply records that the option was seen :

```
def record_foo_seen(option, opt_str, value, parser):
    parser.values.saw_foo = True

parser.add_option("--foo", action="callback", callback=record_foo_seen)
```

Of course, you could do that with the `"store_true"` action.

Callback example 2 : check option order

Here's a slightly more interesting example : record the fact that `-a` is seen, but blow up if it comes after `-b` in the command-line.

```
def check_order(option, opt_str, value, parser):
    if parser.values.b:
        raise OptionValueError("can't use -a after -b")
    parser.values.a = 1
...
parser.add_option("-a", action="callback", callback=check_order)
parser.add_option("-b", action="store_true", dest="b")
```

Callback example 3 : check option order (generalized)

If you want to re-use this callback for several similar options (set a flag, but blow up if `-b` has already been seen), it needs a bit of work : the error message and the flag that it sets must be generalized.

```
def check_order(option, opt_str, value, parser):
    if parser.values.b:
        raise OptionValueError("can't use %s after -b" % opt_str)
    setattr(parser.values, option.dest, 1)
...
parser.add_option("-a", action="callback", callback=check_order, dest='a')
parser.add_option("-b", action="store_true", dest="b")
parser.add_option("-c", action="callback", callback=check_order, dest='c')
```

Callback example 4 : check arbitrary condition

Of course, you could put any condition in there---you're not limited to checking the values of already-defined options. For example, if you have options that should not be called when the moon is full, all you have to do is this :

```
def check_moon(option, opt_str, value, parser):
    if is_moon_full():
        raise OptionValueError("%s option invalid when moon is full"
                               % opt_str)
    setattr(parser.values, option.dest, 1)
...
parser.add_option("--foo",
                  action="callback", callback=check_moon, dest="foo")
```

(The definition of `is_moon_full()` is left as an exercise for the reader.)

Callback example 5 : fixed arguments

Things get slightly more interesting when you define callback options that take a fixed number of arguments. Specifying that a callback option takes arguments is similar to defining a `"store"` or `"append"` option : if you define *type*, then the option takes one argument that must be convertible to that type ; if you further define *nargs*, then the option takes *nargs* arguments.

Here's an example that just emulates the standard `"store"` action :

```
def store_value(option, opt_str, value, parser):
    setattr(parser.values, option.dest, value)
...
parser.add_option("--foo",
                  action="callback", callback=store_value,
                  type="int", nargs=3, dest="foo")
```

Note that *optparse* takes care of consuming 3 arguments and converting them to integers for you ; all you have to do is store them. (Or whatever ; obviously you don't need a callback for this example.)

Callback example 6 : variable arguments

Things get hairy when you want an option to take a variable number of arguments. For this case, you must write a callback, as *optparse* doesn't provide any built-in capabilities for it. And you have to deal with certain intricacies of conventional Unix command-line parsing that *optparse* normally handles for you. In particular, callbacks should implement the conventional rules for bare `--` and `-` arguments :

- — either `--` or `-` can be option arguments
- — bare `--` (if not the argument to some option) : halt command-line processing and discard the `--`
- — bare `-` (if not the argument to some option) : halt command-line processing but keep the `-` (append it to `parser.largs`)

If you want an option that takes a variable number of arguments, there are several subtle, tricky issues to worry about. The exact implementation you choose will be based on which trade-offs you're willing to make for your application (which is why *optparse* doesn't support this sort of thing directly).

Nevertheless, here's a stab at a callback for an option with variable arguments :

```
def vararg_callback(option, opt_str, value, parser):
    assert value is None
    value = []

    def floatable(str):
        try:
            float(str)
            return True
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
        except ValueError:
            return False

    for arg in parser.rargs:
        # stop on --foo like options
        if arg[:2] == "--" and len(arg) > 2:
            break
        # stop on -a, but not on -3 or -3.0
        if arg[:1] == "-" and len(arg) > 1 and not floatable(arg):
            break
        value.append(arg)

    del parser.rargs[:len(value)]
    setattr(parser.values, option.dest, value)

...
parser.add_option("-c", "--callback", dest="vararg_attr",
                  action="callback", callback=vararg_callback)
```

37.1.5 Extending `optparse`

Since the two major controlling factors in how *optparse* interprets command-line options are the action and type of each option, the most likely direction of extension is to add new actions and new types.

Adding new types

To add new types, you need to define your own subclass of *optparse*'s `Option` class. This class has a couple of attributes that define *optparse*'s types : *TYPES* and *TYPE_CHECKER*.

`Option.`**`TYPES`**
: A tuple of type names ; in your subclass, simply define a new tuple *TYPES* that builds on the standard one.

`Option.`**`TYPE_CHECKER`**
: A dictionary mapping type names to type-checking functions. A type-checking function has the following signature :

```
def check_mytype(option, opt, value)
```

where `option` is an `Option` instance, `opt` is an option string (e.g., `-f`), and `value` is the string from the command line that must be checked and converted to your desired type. `check_mytype()` should return an object of the hypothetical type `mytype`. The value returned by a type-checking function will wind up in the OptionValues instance returned by `OptionParser.parse_args()`, or be passed to a callback as the `value` parameter.

Your type-checking function should raise `OptionValueError` if it encounters any problems. `OptionValueError` takes a single string argument, which is passed as-is to *OptionParser*'s `error()` method, which in turn prepends the program name and the string `"error:"` and prints everything to stderr before terminating the process.

Here's a silly example that demonstrates adding a `"complex"` option type to parse Python-style complex numbers on the command line. (This is even sillier than it used to be, because *optparse* 1.3 added built-in support for complex numbers, but never mind.)

First, the necessary imports :

```
from copy import copy
from optparse import Option, OptionValueError
```

You need to define your type-checker first, since it's referred to later (in the *TYPE_CHECKER* class attribute of your Option subclass) :

```
def check_complex(option, opt, value):
    try:
        return complex(value)
    except ValueError:
        raise OptionValueError(
            "option %s: invalid complex value: %r" % (opt, value))
```

Finally, the Option subclass :

```
class MyOption (Option):
    TYPES = Option.TYPES + ("complex",)
    TYPE_CHECKER = copy(Option.TYPE_CHECKER)
    TYPE_CHECKER["complex"] = check_complex
```

(If we didn't make a *copy()* of *Option.TYPE_CHECKER*, we would end up modifying the *TYPE_CHECKER* attribute of *optparse*'s Option class. This being Python, nothing stops you from doing that except good manners and common sense.)

That's it ! Now you can write a script that uses the new option type just like any other *optparse*-based script, except you have to instruct your OptionParser to use MyOption instead of Option :

```
parser = OptionParser(option_class=MyOption)
parser.add_option("-c", type="complex")
```

Alternately, you can build your own option list and pass it to OptionParser ; if you don't use `add_option()` in the above way, you don't need to tell OptionParser which option class to use :

```
option_list = [MyOption("-c", action="store", type="complex", dest="c")]
parser = OptionParser(option_list=option_list)
```

Adding new actions

Adding new actions is a bit trickier, because you have to understand that *optparse* has a couple of classifications for actions :

"store" actions actions that result in *optparse* storing a value to an attribute of the current OptionValues instance ; these options require a *dest* attribute to be supplied to the Option constructor.

"typed" actions actions that take a value from the command line and expect it to be of a certain type ; or rather, a string that can be converted to a certain type. These options require a *type* attribute to the Option constructor.

These are overlapping sets : some default "store" actions are `"store"`, `"store_const"`, `"append"`, and `"count"`, while the default "typed" actions are `"store"`, `"append"`, and `"callback"`.

When you add an action, you need to categorize it by listing it in at least one of the following class attributes of Option (all are lists of strings) :

`Option.`**ACTIONS**
All actions must be listed in ACTIONS.

`Option.`**STORE_ACTIONS**
"store" actions are additionally listed here.

`Option.`**TYPED_ACTIONS**
"typed" actions are additionally listed here.

`Option.`**ALWAYS_TYPED_ACTIONS**
Actions that always take a type (i.e. whose options always take a value) are additionally listed here. The only effect of this is that *optparse* assigns the default type, `"string"`, to options with no explicit type whose action is listed in *ALWAYS_TYPED_ACTIONS*.

In order to actually implement your new action, you must override Option's `take_action()` method and add a case that recognizes your action.

For example, let's add an "extend" action. This is similar to the standard "append" action, but instead of taking a single value from the command-line and appending it to an existing list, "extend" will take multiple values in a single comma-delimited string, and extend an existing list with them. That is, if --names is an "extend" option of type "string", the command line

```
--names=foo,bar --names blah --names ding,dong
```

would result in a list

```
["foo", "bar", "blah", "ding", "dong"]
```

Again we define a subclass of Option :

```
class MyOption(Option):

    ACTIONS = Option.ACTIONS + ("extend",)
    STORE_ACTIONS = Option.STORE_ACTIONS + ("extend",)
    TYPED_ACTIONS = Option.TYPED_ACTIONS + ("extend",)
    ALWAYS_TYPED_ACTIONS = Option.ALWAYS_TYPED_ACTIONS + ("extend",)

    def take_action(self, action, dest, opt, value, values, parser):
        if action == "extend":
            lvalue = value.split(",")
            values.ensure_value(dest, []).extend(lvalue)
        else:
            Option.take_action(
                self, action, dest, opt, value, values, parser)
```

Features of note :

- "extend" both expects a value on the command-line and stores that value somewhere, so it goes in both *STORE_ACTIONS* and *TYPED_ACTIONS*.
- to ensure that *optparse* assigns the default type of "string" to "extend" actions, we put the "extend" action in *ALWAYS_TYPED_ACTIONS* as well.
- MyOption.take_action() implements just this one new action, and passes control back to Option.take_action() for the standard *optparse* actions.
- values is an instance of the optparse_parser.Values class, which provides the very useful ensure_value() method. ensure_value() is essentially *getattr()* with a safety valve; it is called as

  ```
  values.ensure_value(attr, value)
  ```

  If the attr attribute of values doesn't exist or is None, then ensure_value() first sets it to value, and then returns 'value. This is very handy for actions like "extend", "append", and "count", all of which accumulate data in a variable and expect that variable to be of a certain type (a list for the first two, an integer for the latter). Using ensure_value() means that scripts using your action don't have to worry about setting a default value for the option destinations in question; they can just leave the default as None and ensure_value() will take care of getting it right when it's needed.

37.2 imp --- Access the import internals

Source code : Lib/imp.py

Obsolète depuis la version 3.4 : The *imp* module is deprecated in favor of *importlib*.

This module provides an interface to the mechanisms used to implement the import statement. It defines the following constants and functions :

imp.**get_magic**()
Return the magic string value used to recognize byte-compiled code files (`.pyc` files). (This value may be different for each Python version.)

Obsolète depuis la version 3.4 : Use *importlib.util.MAGIC_NUMBER* instead.

imp.**get_suffixes**()
Return a list of 3-element tuples, each describing a particular type of module. Each triple has the form `(suffix, mode, type)`, where *suffix* is a string to be appended to the module name to form the filename to search for, *mode* is the mode string to pass to the built-in *open()* function to open the file (this can be `'r'` for text files or `'rb'` for binary files), and *type* is the file type, which has one of the values *PY_SOURCE*, *PY_COMPILED*, or *C_EXTENSION*, described below.

Obsolète depuis la version 3.3 : Use the constants defined on *importlib.machinery* instead.

imp.**find_module**(*name*[, *path*])
Try to find the module *name*. If *path* is omitted or `None`, the list of directory names given by `sys.path` is searched, but first a few special places are searched : the function tries to find a built-in module with the given name (*C_BUILTIN*), then a frozen module (*PY_FROZEN*), and on some systems some other places are looked in as well (on Windows, it looks in the registry which may point to a specific file).

Otherwise, *path* must be a list of directory names ; each directory is searched for files with any of the suffixes returned by *get_suffixes()* above. Invalid names in the list are silently ignored (but all list items must be strings).

If search is successful, the return value is a 3-element tuple `(file, pathname, description)` :

file is an open *file object* positioned at the beginning, *pathname* is the pathname of the file found, and *description* is a 3-element tuple as contained in the list returned by *get_suffixes()* describing the kind of module found.

If the module is built-in or frozen then *file* and *pathname* are both `None` and the *description* tuple contains empty strings for its suffix and mode ; the module type is indicated as given in parentheses above. If the search is unsuccessful, *ImportError* is raised. Other exceptions indicate problems with the arguments or environment.

If the module is a package, *file* is `None`, *pathname* is the package path and the last item in the *description* tuple is *PKG_DIRECTORY*.

This function does not handle hierarchical module names (names containing dots). In order to find *P.M*, that is, submodule *M* of package *P*, use *find_module()* and *load_module()* to find and load package *P*, and then use *find_module()* with the *path* argument set to `P.__path__`. When *P* itself has a dotted name, apply this recipe recursively.

Obsolète depuis la version 3.3 : Use *importlib.util.find_spec()* instead unless Python 3.3 compatibility is required, in which case use *importlib.find_loader()*. For example usage of the former case, see the *Exemples* section of the *importlib* documentation.

imp.**load_module**(*name*, *file*, *pathname*, *description*)
Load a module that was previously found by *find_module()* (or by an otherwise conducted search yielding compatible results). This function does more than importing the module : if the module was already imported, it will reload the module ! The *name* argument indicates the full module name (including the package name, if this is a submodule of a package). The *file* argument is an open file, and *pathname* is the corresponding file name ; these can be `None` and `''`, respectively, when the module is a package or not being loaded from a file. The *description* argument is a tuple, as would be returned by *get_suffixes()*, describing what kind of module must be loaded.

If the load is successful, the return value is the module object ; otherwise, an exception (usually *ImportError*) is raised.

Important : the caller is responsible for closing the *file* argument, if it was not `None`, even when an exception is raised. This is best done using a `try` ... `finally` statement.

Obsolète depuis la version 3.3 : If previously used in conjunction with *imp.find_module()* then consider using *importlib.import_module()*, otherwise use the loader returned by the replacement you chose for *imp.find_module()*. If you called *imp.load_module()* and related functions directly with file path arguments then use a combination of *importlib.util.spec_from_file_location()* and *importlib.util.module_from_spec()*. See the *Exemples* section of the *importlib* documentation for details of the various approaches.

imp.**new_module**(*name*)

Return a new empty module object called *name*. This object is *not* inserted in sys.modules.

Obsolète depuis la version 3.4 : Use *importlib.util.module_from_spec()* instead.

imp.**reload**(*module*)

Reload a previously imported *module*. The argument must be a module object, so it must have been successfully imported before. This is useful if you have edited the module source file using an external editor and want to try out the new version without leaving the Python interpreter. The return value is the module object (the same as the *module* argument).

When reload(module) is executed :

— Python modules' code is recompiled and the module-level code reexecuted, defining a new set of objects which are bound to names in the module's dictionary. The init function of extension modules is not called a second time.

— As with all other objects in Python the old objects are only reclaimed after their reference counts drop to zero.

— The names in the module namespace are updated to point to any new or changed objects.

— Other references to the old objects (such as names external to the module) are not rebound to refer to the new objects and must be updated in each namespace where they occur if that is desired.

There are a number of other caveats :

When a module is reloaded, its dictionary (containing the module's global variables) is retained. Redefinitions of names will override the old definitions, so this is generally not a problem. If the new version of a module does not define a name that was defined by the old version, the old definition remains. This feature can be used to the module's advantage if it maintains a global table or cache of objects --- with a try statement it can test for the table's presence and skip its initialization if desired :

```
try:
    cache
except NameError:
    cache = {}
```

It is legal though generally not very useful to reload built-in or dynamically loaded modules, except for *sys*, *__main__* and *builtins*. In many cases, however, extension modules are not designed to be initialized more than once, and may fail in arbitrary ways when reloaded.

If a module imports objects from another module using from ... import ..., calling *reload()* for the other module does not redefine the objects imported from it --- one way around this is to re-execute the from statement, another is to use import and qualified names (*module*.*name*) instead.

If a module instantiates instances of a class, reloading the module that defines the class does not affect the method definitions of the instances --- they continue to use the old class definition. The same is true for derived classes.

Modifié dans la version 3.3 : Relies on both __name__ and __loader__ being defined on the module being reloaded instead of just __name__.

Obsolète depuis la version 3.4 : Use *importlib.reload()* instead.

The following functions are conveniences for handling **PEP 3147** byte-compiled file paths.

Nouveau dans la version 3.2.

imp.**cache_from_source**(*path*, *debug_override=None*)

Return the **PEP 3147** path to the byte-compiled file associated with the source *path*. For example, if *path* is /foo/bar/baz.py the return value would be /foo/bar/__pycache__/baz.cpython-32.pyc for Python 3.2. The cpython-32 string comes from the current magic tag (see *get_tag()* ; if sys.implementation.cache_tag is not defined then *NotImplementedError* will be raised). By passing in True or False for *debug_override* you can override the system's value for __debug__, leading to optimized bytecode.

path need not exist.

Modifié dans la version 3.3 : If sys.implementation.cache_tag is None, then *NotImplementedError* is raised.

Obsolète depuis la version 3.4 : Use *importlib.util.cache_from_source()* instead.

Modifié dans la version 3.5 : The *debug_override* parameter no longer creates a .pyo file.

imp.**source_from_cache**(*path*)
Given the *path* to a **PEP 3147** file name, return the associated source code file path. For example, if *path* is `/foo/bar/__pycache__/baz.cpython-32.pyc` the returned path would be `/foo/bar/baz.py`. *path* need not exist, however if it does not conform to **PEP 3147** format, a *ValueError* is raised. If `sys.implementation.cache_tag` is not defined, *NotImplementedError* is raised.

Modifié dans la version 3.3 : Raise *NotImplementedError* when `sys.implementation.cache_tag` is not defined.

Obsolète depuis la version 3.4 : Use *importlib.util.source_from_cache()* instead.

imp.**get_tag**()
Return the **PEP 3147** magic tag string matching this version of Python's magic number, as returned by *get_magic()*.

Obsolète depuis la version 3.4 : Use `sys.implementation.cache_tag` directly starting in Python 3.3.

The following functions help interact with the import system's internal locking mechanism. Locking semantics of imports are an implementation detail which may vary from release to release. However, Python ensures that circular imports work without any deadlocks.

imp.**lock_held**()
Return `True` if the global import lock is currently held, else `False`. On platforms without threads, always return `False`.

On platforms with threads, a thread executing an import first holds a global import lock, then sets up a per-module lock for the rest of the import. This blocks other threads from importing the same module until the original import completes, preventing other threads from seeing incomplete module objects constructed by the original thread. An exception is made for circular imports, which by construction have to expose an incomplete module object at some point.

Modifié dans la version 3.3 : The locking scheme has changed to per-module locks for the most part. A global import lock is kept for some critical tasks, such as initializing the per-module locks.

Obsolète depuis la version 3.4.

imp.**acquire_lock**()
Acquire the interpreter's global import lock for the current thread. This lock should be used by import hooks to ensure thread-safety when importing modules.

Once a thread has acquired the import lock, the same thread may acquire it again without blocking ; the thread must release it once for each time it has acquired it.

On platforms without threads, this function does nothing.

Modifié dans la version 3.3 : The locking scheme has changed to per-module locks for the most part. A global import lock is kept for some critical tasks, such as initializing the per-module locks.

Obsolète depuis la version 3.4.

imp.**release_lock**()
Release the interpreter's global import lock. On platforms without threads, this function does nothing.

Modifié dans la version 3.3 : The locking scheme has changed to per-module locks for the most part. A global import lock is kept for some critical tasks, such as initializing the per-module locks.

Obsolète depuis la version 3.4.

The following constants with integer values, defined in this module, are used to indicate the search result of *find_module()*.

imp.**PY_SOURCE**
The module was found as a source file.

Obsolète depuis la version 3.3.

imp.**PY_COMPILED**
The module was found as a compiled code object file.

Obsolète depuis la version 3.3.

imp.**C_EXTENSION**
The module was found as dynamically loadable shared library.

Obsolète depuis la version 3.3.

imp.**PKG_DIRECTORY**
The module was found as a package directory.
Obsolète depuis la version 3.3.

imp.**C_BUILTIN**
The module was found as a built-in module.
Obsolète depuis la version 3.3.

imp.**PY_FROZEN**
The module was found as a frozen module.
Obsolète depuis la version 3.3.

class imp.**NullImporter**(*path_string*)
The *NullImporter* type is a **PEP 302** import hook that handles non-directory path strings by failing to find any modules. Calling this type with an existing directory or empty string raises *ImportError*. Otherwise, a *NullImporter* instance is returned.
Instances have only one method :
find_module(*fullname*[, *path*])
This method always returns None, indicating that the requested module could not be found.
Modifié dans la version 3.3 : None is inserted into sys.path_importer_cache instead of an instance of *NullImporter*.
Obsolète depuis la version 3.4 : Insert None into sys.path_importer_cache instead.

37.2.1 Exemples

The following function emulates what was the standard import statement up to Python 1.4 (no hierarchical module names). (This *implementation* wouldn't work in that version, since *find_module()* has been extended and *load_module()* has been added in 1.4.)

```
import imp
import sys

def __import__(name, globals=None, locals=None, fromlist=None):
    # Fast path: see if the module has already been imported.
    try:
        return sys.modules[name]
    except KeyError:
        pass

    # If any of the following calls raises an exception,
    # there's a problem we can't handle -- let the caller handle it.

    fp, pathname, description = imp.find_module(name)

    try:
        return imp.load_module(name, fp, pathname, description)
    finally:
        # Since we may exit via an exception, close fp explicitly.
        if fp:
            fp.close()
```

CHAPITRE 38

Modules non Documentés

Voici un rapide survol des modules actuellement non documentés, mais qui devraient l'être. N'hésitez pas à contribuer à leur documentation ! (En anglais, par mail, à docs@python.org.)

L'idée de lister les modules à documenter vient d'un message de Fredrik Lundh. Depuis, le contenu de ce chapitre à pu être mis à jour.

38.1 Modules spécifiques à une plateforme

Ces modules sont utilisés pour implémenter le module *os.path*, et n'ont pas plus de documentation. Le besoin de les documenter ne se fait pas réellement sentir.

ntpath --- Implémentation de *os.path* pour les plateformes Win32 et Win64.

posixpath --- Implementation du module *os.path* pour les systèmes POSIX.

ANNEXE A

Glossaire

>>> L'invite de commande utilisée par défaut dans l'interpréteur interactif. On la voit souvent dans des exemples de code qui peuvent être exécutés interactivement dans l'interpréteur.

... L'invite de commande utilisée par défaut dans l'interpréteur interactif lorsqu'on entre un bloc de code indenté, dans des délimiteurs fonctionnant par paires (parenthèses, crochets, accolades, triple guillemets), ou après un avoir spécifié un décorateur.

2to3 Outil qui essaie de convertir du code pour Python 2.x en code pour Python 3.x en gérant la plupart des incompatibilités qui peuvent être détectées en analysant la source et parcourant son arbre syntaxique.

2to3 est disponible dans la bibliothèque standard sous le nom de `lib2to3`; un point d'entrée indépendant est fourni via `Tools/scripts/2to3`. Cf. *2to3 — Traduction automatique de code en Python 2 vers Python 3*.

classe de base abstraite Les classes de base abstraites (ABC, suivant l'abréviation anglaise *Abstract Base Class*) complètent le *duck-typing* en fournissant un moyen de définir des interfaces pour les cas où d'autres techniques comme `hasattr()` seraient inélégantes ou subtilement fausses (par exemple avec les méthodes magiques). Les ABC introduisent des sous-classes virtuelles qui n'héritent pas d'une classe mais qui sont quand même reconnues par `isinstance()` ou `issubclass()` (voir la documentation du module `abc`). Python contient de nombreuses ABC pour les structures de données (dans le module `collections.abc`), les nombres (dans le module `numbers`), les flux (dans le module `io`) et les chercheurs-chargeurs du système d'importation (dans le module `importlib.abc`). Vous pouvez créer vos propres ABC avec le module `abc`.

annotation Étiquette associée à une variable, un attribut de classe, un paramètre de fonction ou une valeur de retour. Elle est utilisée par convention comme *type hint*.

Les annotations de variables locales ne sont pas accessibles au moment de l'exécution, mais les annotations de variables globales, d'attributs de classe et de fonctions sont stockées dans l'attribut spécial `__annotations__` des modules, classes et fonctions, respectivement.

Voir *variable annotation*, *function annotation*, **PEP 484** et **PEP 526**, qui décrivent cette fonctionnalité.

argument Valeur, donnée à une *fonction* ou à une *méthode* lors de son appel. Il existe deux types d'arguments :

— *argument nommé* : un argument précédé d'un identifiant (comme `name=`) ou un dictionnaire précédé de `**`, lors d'un appel de fonction. Par exemple, `3` et `5` sont tous les deux des arguments nommés dans l'appel à `complex()` ici :

```
complex(real=3, imag=5)
complex(**{'real': 3, 'imag': 5})
```

— *argument positionnel* : un argument qui n'est pas nommé. Les arguments positionnels apparaissent au début de la liste des arguments, ou donnés sous forme d'un *itérable* précédé par `*`. Par exemple, `3` et `5` sont tous les deux des arguments positionnels dans les appels suivants :

```
complex(3, 5)
complex(*(3, 5))
```

Les arguments se retrouvent dans le corps de la fonction appelée parmi les variables locales. Voir la section calls à propos des règles dictant cette affectation. Syntaxiquement, toute expression est acceptée comme argument, et c'est la valeur résultante de l'expression qui sera affectée à la variable locale.

Voir aussi *parameter* dans le glossaire, la question Différence entre argument et paramètre de la FAQ et la **PEP 362**.

gestionnaire de contexte asynchrone (*asynchronous context manager* en anglais) Objet contrôlant l'environnement à l'intérieur d'une instruction `with` en définissant les méthodes `__aenter__()` et `__aexit__()`. A été Introduit par la **PEP 492**.

générateur asynchrone Fonction qui renvoie un *asynchronous generator iterator*. Cela ressemble à une coroutine définie par `async def`, sauf qu'elle contient une ou des expressions `yield` produisant ainsi uns série de valeurs utilisables dans une boucle `async for`.

Générateur asynchrone fait généralement référence à une fonction, mais peut faire référence à un *itérateur de générateur asynchrone* dans certains contextes. Dans les cas où le sens voulu n'est pas clair, utiliser l'ensemble des termes lève l'ambiguïté.

Un générateur asynchrone peut contenir des expressions `await` ainsi que des instructions `async for`, et `async with`.

itérateur de générateur asynchrone Objet créé par une fonction *asynchronous generator*.

C'est un *asynchronous iterator* qui, lorsqu'il est appelé via la méthode `__anext__()` renvoie un objet *awaitable* qui exécute le corps de la fonction du générateur asynchrone jusqu'au prochain `yield`.

Chaque `yield` suspend temporairement l'exécution, en gardant en mémoire l'endroit et l'état de l'exécution (ce qui inclut les variables locales et les *try* en cours). Lorsque l'exécution de l'itérateur de générateur asynchrone reprend avec un nouvel *awaitable* renvoyé par `__anext__()`, elle repart de là où elle s'était arrêtée. Voir la **PEP 492** et la **PEP 525**.

itérable asynchrone Objet qui peut être utilisé dans une instruction `async for`. Sa méthode `__aiter__()` doit renvoyer un *asynchronous iterator*. A été introduit par la **PEP 492**.

itérateur asynchrone Objet qui implémente les méthodes `__aiter__()` et `__anext__()`. `__anext__` doit renvoyer un objet *awaitable*. Tant que la méthode `__anext__()` produit des objets *awaitable*, le `async for` appelant les consomme. L'itérateur asynchrone lève une exception *`StopAsyncIteration`* pour signifier la fin de l'itération. A été introduit par la **PEP 492**.

attribut Valeur associée à un objet et désignée par son nom via une notation utilisant des points. Par exemple, si un objet *o* possède un attribut *a*, il sera référencé par *o.a*.

awaitable Objet pouvant être utilisé dans une expression `await`. Ce peut être une *coroutine* ou un objet avec une méthode `__await__()`. Voir aussi la **PEP 492**.

BDFL Dictateur bienveillant à vie (*Benevolent Dictator For Life* en anglais). Pseudonyme de Guido van Rossum, le créateur de Python.

fichier binaire Un *file object* capable de lire et d'écrire des *bytes-like objects*. Des fichiers binaires sont, par exemple, les fichiers ouverts en mode binaire (`'rb'`, `'wb'`, ou `'rb+'`), `sys.stdin.buffer`, `sys.stdout.buffer`, les instances de *`io.BytesIO`* ou de *`gzip.GzipFile`*.

Consultez *fichier texte*, un objet fichier capable de lire et d'écrire des objets *`str`*.

objet octet-compatible Un objet gérant les bufferobjects et pouvant exporter un tampon (*buffer* en anglais) C-*contiguous*. Cela inclut les objets *`bytes`*, *`bytearray`* et *`array.array`*, ainsi que beaucoup d'objets *`memoryview`*. Les objets bytes-compatibles peuvent être utilisés pour diverses opérations sur des données binaires, comme la compression, la sauvegarde dans un fichier binaire ou l'envoi sur le réseau.

Certaines opérations nécessitent de travailler sur des données binaires variables. La documentation parle de ceux-ci comme des *read-write bytes-like objects*. Par exemple, *`bytearray`* ou une *`memoryview`* d'un *`bytearray`* en font partie. D'autres opérations nécessitent de travailler sur des données binaires stockées dans des objets immuables (*"read-only bytes-like objects"*), par exemples *`bytes`* ou *`memoryview`* d'un objet `byte`.

code intermédiaire (*bytecode*) Le code source, en Python, est compilé en un code intermédiaire (*bytecode* en anglais), la représentation interne à CPython d'un programme Python. Le code intermédiaire est mis en cache dans un fichier `.pyc` de manière à ce qu'une seconde exécution soit plus rapide (la compilation en code intermédiaire a déjà été faite). On dit que ce *langage intermédiaire* est exécuté sur une *virtual machine* qui exécute

des instructions machine pour chaque instruction du code intermédiaire. Notez que le code intermédiaire n'a pas vocation à fonctionner sur différentes machines virtuelles Python ou à être stable entre différentes versions de Python.

La documentation du *module dis* fournit une liste des instructions du code intermédiaire.

classe Modèle pour créer des objets définis par l'utilisateur. Une définition de classe (*class*) contient normalement des définitions de méthodes qui agissent sur les instances de la classe.

variable de classe Une variable définie dans une classe et destinée à être modifiée uniquement au niveau de la classe (c'est-à-dire, pas dans une instance de la classe).

coercition Conversion implicite d'une instance d'un type vers un autre lors d'une opération dont les deux opérandes doivent être de même type. Par exemple `int(3.15)` convertit explicitement le nombre à virgule flottante en nombre entier `3`. Mais dans l'opération `3 + 4.5`, les deux opérandes sont d'un type différent (un entier et un nombre à virgule flottante), alors qu'ils doivent avoir le même type pour être additionnés (sinon une exception *TypeError* serait levée). Sans coercition, tous les opérandes, même de types compatibles, devraient être convertis (on parle aussi de *cast*) explicitement par le développeur, par exemple : `float(3) + 4.5` au lieu du simple `3 + 4.5`.

nombre complexe Extension des nombres réels familiers, dans laquelle tous les nombres sont exprimés sous la forme d'une somme d'une partie réelle et d'une partie imaginaire. Les nombres imaginaires sont les nombres réels multipliés par l'unité imaginaire (la racine carrée de `-1`, souvent écrite `i` en mathématiques ou `j` par les ingénieurs). Python comprend nativement les nombres complexes, écrits avec cette dernière notation : la partie imaginaire est écrite avec un suffixe `j`, exemple, `3+1j`. Pour utiliser les équivalents complexes de *math*, utilisez *cmath*. Les nombres complexes sont un concept assez avancé en mathématiques. Si vous ne connaissez pas ce concept, vous pouvez tranquillement les ignorer.

gestionnaire de contexte Objet contrôlant l'environnement à l'intérieur d'un bloc `with` en définissant les méthodes `__enter__()` et `__exit__()`. Consultez la **PEP 343**.

variable de contexte Une variable qui peut avoir des valeurs différentes en fonction de son contexte. Cela est similaire au stockage par fil d'exécution (*Thread Local Storage* en anglais) dans lequel chaque fil d'exécution peut avoir une valeur différente pour une variable. Toutefois, avec les variables de contexte, il peut y avoir plusieurs contextes dans un fil d'exécution et l'utilisation principale pour les variables de contexte est de garder une trace des variables dans les tâches asynchrones concourantes. Voir *contextvars*.

contigu Un tampon (*buffer* en anglais) est considéré comme contigu s'il est soit *C-contigu* soit *Fortran-contigu*. Les tampons de dimension zéro sont C-contigus et Fortran-contigus. Pour un tableau à une dimension, ses éléments doivent être placés en mémoire l'un à côté de l'autre, dans l'ordre croissant de leur indice, en commençant à zéro. Pour qu'un tableau multidimensionnel soit C-contigu, le dernier indice doit être celui qui varie le plus rapidement lors du parcours de ses éléments dans l'ordre de leur adresse mémoire. À l'inverse, dans les tableaux Fortran-contigu, c'est le premier indice qui doit varier le plus rapidement.

coroutine Coroutines are a more generalized form of subroutines. Subroutines are entered at one point and exited at another point. Coroutines can be entered, exited, and resumed at many different points. They can be implemented with the `async def` statement. See also **PEP 492**.

fonction coroutine Fonction qui renvoie un objet *coroutine*. Une fonction coroutine peut être définie par l'instruction `async def` et peut contenir les mots clés `await`, `async for` ainsi que `async with`. A été introduit par la **PEP 492**.

CPython L'implémentation canonique du langage de programmation Python, tel que distribué sur python.org. Le terme "CPython" est utilisé dans certains contextes lorsqu'il est nécessaire de distinguer cette implémentation des autres comme *Jython* ou *IronPython*.

décorateur Fonction dont la valeur de retour est une autre fonction. Un décorateur est habituellement utilisé pour transformer une fonction via la syntaxe `@wrapper`, dont les exemples typiques sont : *classmethod()* et *staticmethod()*.

La syntaxe des décorateurs est simplement du sucre syntaxique, les définitions des deux fonctions suivantes sont sémantiquement équivalentes :

```
def f(...):
    ...
f = staticmethod(f)

@staticmethod
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
def f(...):
    ...
```

Quoique moins fréquemment utilisé, le même concept existe pour les classes. Consultez la documentation définitions de fonctions et définitions de classes pour en savoir plus sur les décorateurs.

descripteur N'importe quel objet définissant les méthodes `__get__()`, `__set__()`, ou `__delete__()`. Lorsque l'attribut d'une classe est un descripteur, son comportement spécial est déclenché lors de la recherche des attributs. Normalement, lorsque vous écrivez *a.b* pour obtenir, affecter ou effacer un attribut, Python recherche l'objet nommé *b* dans le dictionnaire de la classe de *a*. Mais si *b* est un descripteur, c'est la méthode de ce descripteur qui est alors appelée. Comprendre les descripteurs est requis pour avoir une compréhension approfondie de Python, ils sont la base de nombre de ses caractéristiques notamment les fonctions, méthodes, propriétés, méthodes de classes, méthodes statiques et les références aux classes parentes.

Pour plus d'informations sur les méthodes des descripteurs, consultez descriptors.

dictionnaire Structure de donnée associant des clés à des valeurs. Les clés peuvent être n'importe quel objet possédant les méthodes `__hash__()` et `__eq__()`. En Perl, les dictionnaires sont appelés "*hash*".

vue de dictionnaire Objets retournés par les méthodes `dict.keys()`, `dict.values()` et `dict.items()`. Ils fournissent des vues dynamiques des entrées du dictionnaire, ce qui signifie que lorsque le dictionnaire change, la vue change. Pour transformer une vue en vraie liste, utilisez `list(dictview)`. Voir *Les vues de dictionnaires*.

***docstring* (chaîne de documentation)** Première chaîne littérale qui apparaît dans l'expression d'une classe, fonction, ou module. Bien qu'ignorée à l'exécution, elle est reconnue par le compilateur et placée dans l'attribut `__doc__` de la classe, de la fonction ou du module. Comme cette chaîne est disponible par introspection, c'est l'endroit idéal pour documenter l'objet.

duck-typing Style de programmation qui ne prend pas en compte le type d'un objet pour déterminer s'il respecte une interface, mais qui appelle simplement la méthode ou l'attribut (*Si ça a un bec et que ça cancane, ça doit être un canard*, *duck* signifie canard en anglais). En se concentrant sur les interfaces plutôt que les types, du code bien construit améliore sa flexibilité en autorisant des substitutions polymorphiques. Le *duck-typing* évite de vérifier les types via `type()` ou `isinstance()`, Notez cependant que le *duck-typing* peut travailler de pair avec les *classes de base abstraites*. À la place, le *duck-typing* utilise plutôt `hasattr()` ou la programmation *EAFP*.

EAFP Il est plus simple de demander pardon que demander la permission (*Easier to Ask for Forgiveness than Permission* en anglais). Ce style de développement Python fait l'hypothèse que le code est valide et traite les exceptions si cette hypothèse s'avère fausse. Ce style, propre et efficace, est caractérisé par la présence de beaucoup de mots clés `try` et `except`. Cette technique de programmation contraste avec le style *LBYL* utilisé couramment dans les langages tels que C.

expression Suite logique de termes et chiffres conformes à la syntaxe Python dont l'évaluation fournit une valeur. En d'autres termes, une expression est une suite d'éléments tels que des noms, opérateurs, littéraux, accès d'attributs, méthodes ou fonctions qui aboutissent à une valeur. Contrairement à beaucoup d'autres langages, les différentes constructions du langage ne sont pas toutes des expressions. On trouve également des *instructions* qui ne peuvent pas être utilisées comme expressions, tel que `while`. Les affectations sont également des instructions et non des expressions.

module d'extension Module écrit en C ou C++, utilisant l'API C de Python pour interagir avec Python et le code de l'utilisateur.

f-string Chaîne littérale préfixée de `'f'` ou `'F'`. Les "f-strings" sont un raccourci pour formatted string literals. Voir la **PEP 498**.

objet fichier Objet exposant une ressource via une API orientée fichier (avec les méthodes `read()` ou `write()`). En fonction de la manière dont il a été créé, un objet fichier peut interfacer l'accès à un fichier sur le disque ou à un autre type de stockage ou de communication (typiquement l'entrée standard, la sortie standard, un tampon en mémoire, un connecteur réseau…). Les objets fichiers sont aussi appelés *file-like-objects* ou *streams*.

Il existe en réalité trois catégories de fichiers objets : les *fichiers binaires* bruts, les *fichiers binaires* avec tampon (*buffer*) et les *fichiers textes*. Leurs interfaces sont définies dans le module `io`. Le moyen le plus simple et direct de créer un objet fichier est d'utiliser la fonction `open()`.

objet fichier-compatible Synonyme de *objet fichier*.

chercheur Objet qui essaie de trouver un *chargeur* pour le module en cours d'importation.

Depuis Python 3.3, il existe deux types de chercheurs : les *chercheurs dans les méta-chemins* à utiliser avec `sys.meta_path`; les *chercheurs d'entrée dans path* à utiliser avec `sys.path_hooks`.

Voir les **PEP 302**, **PEP 420** et **PEP 451** pour plus de détails.

division entière Division mathématique arrondissant à l'entier inférieur. L'opérateur de la division entière est `//`. Par exemple l'expression `11 // 4` vaut `2`, contrairement à `11 / 4` qui vaut `2.75`. Notez que `(-11) // 4` vaut `-3` car l'arrondi se fait à l'entier inférieur. Voir la **PEP 328**.

fonction Suite d'instructions qui renvoie une valeur à son appelant. On peut lui passer des *arguments* qui pourront être utilisés dans le corps de la fonction. Voir aussi *paramètre*, *méthode* et function.

annotation de fonction *annotation* d'un paramètre de fonction ou valeur de retour.

Les annotations de fonctions sont généralement utilisées pour des *indications de types* : par exemple, cette fonction devrait prendre deux arguments `int` et devrait également avoir une valeur de retour de type `int` :

```
def sum_two_numbers(a: int, b: int) -> int:
   return a + b
```

L'annotation syntaxique de la fonction est expliquée dans la section function.

Voir *variable annotation* et **PEP 484**, qui décrivent cette fonctionnalité.

__future__ Pseudo-module que les développeurs peuvent utiliser pour activer de nouvelles fonctionnalités du langage qui ne sont pas compatibles avec l'interpréteur utilisé.

En important le module `__future__` et en affichant ses variables, vous pouvez voir à quel moment une nouvelle fonctionnalité a été rajoutée dans le langage et quand elle devient le comportement par défaut :

```
>>> import __future__
>>> __future__.division
_Feature((2, 2, 0, 'alpha', 2), (3, 0, 0, 'alpha', 0), 8192)
```

ramasse-miettes (*garbage collection* en anglais) Mécanisme permettant de libérer de la mémoire lorsqu'elle n'est plus utilisée. Python utilise un ramasse-miettes par comptage de référence et un ramasse-miettes cyclique capable de détecter et casser les références circulaires. Le ramasse-miettes peut être contrôlé en utilisant le module `gc`.

générateur Fonction qui renvoie un *itérateur de générateur*. Cela ressemble à une fonction normale, en dehors du fait qu'elle contient une ou des expressions `yield` produisant une série de valeurs utilisable dans une boucle *for* ou récupérées une à une via la fonction `next()`.

Fait généralement référence à une fonction générateur mais peut faire référence à un *itérateur de générateur* dans certains contextes. Dans les cas où le sens voulu n'est pas clair, utiliser les termes complets lève l'ambigüité.

itérateur de générateur Objet créé par une fonction *générateur*.

Chaque `yield` suspend temporairement l'exécution, en se rappelant l'endroit et l'état de l'exécution (y compris les variables locales et les *try* en cours). Lorsque l'itérateur de générateur reprend, il repart là où il en était (contrairement à une fonction qui prendrait un nouveau départ à chaque invocation).

expression génératrice Expression qui donne un itérateur. Elle ressemble à une expression normale, suivie d'une clause `for` définissant une variable de boucle, un intervalle et une clause `if` optionnelle. Toute cette expression génère des valeurs pour la fonction qui l'entoure :

```
>>> sum(i*i for i in range(10))         # sum of squares 0, 1, 4, ... 81
285
```

fonction générique Fonction composée de plusieurs fonctions implémentant les mêmes opérations pour différents types. L'implémentation à utiliser est déterminée lors de l'appel par l'algorithme de répartition.

Voir aussi *single dispatch*, le décorateur `functools.singledispatch()` et la **PEP 443**.

GIL Voir *global interpreter lock*.

verrou global de l'interpréteur (*global interpreter lock* en anglais) Mécanisme utilisé par l'interpréteur *CPython* pour s'assurer qu'un seul fil d'exécution (*thread* en anglais) n'exécute le *bytecode* à la fois. Cela simplifie l'implémentation de CPython en rendant le modèle objet (incluant des parties critiques comme la classe native `dict`) implicitement protégé contre les accès concourants. Verrouiller l'interpréteur entier rend plus facile

l'implémentation de multiples fils d'exécution (*multi-thread* en anglais), au détriment malheureusement de beaucoup du parallélisme possible sur les machines ayant plusieurs processeurs.

Cependant, certains modules d'extension, standards ou non, sont conçus de manière à libérer le GIL lorsqu'ils effectuent des tâches lourdes tel que la compression ou le hachage. De la même manière, le GIL est toujours libéré lors des entrées / sorties.

Les tentatives précédentes d'implémenter un interpréteur Python avec une granularité de verrouillage plus fine ont toutes échouées, à cause de leurs mauvaises performances dans le cas d'un processeur unique. Il est admis que corriger ce problème de performance induit mènerait à une implémentation beaucoup plus compliquée et donc plus coûteuse à maintenir.

***pyc* utilisant le hachage** Un fichier de cache de code intermédiaire (*bytecode* en anglais) qui utilise le hachage plutôt que l'heure de dernière modification du fichier source correspondant pour déterminer sa validité. Voir pyc-invalidation.

hachable Un objet est *hachable* s'il a une empreinte (*hash*) qui ne change jamais (il doit donc implémenter une méthode `__hash__()`) et s'il peut être comparé à d'autres objets (avec la méthode `__eq__()`). Les objets hachables dont la comparaison par `__eq__` est vraie doivent avoir la même empreinte.

La hachabilité permet à un objet d'être utilisé comme clé de dictionnaire ou en tant que membre d'un ensemble (type *set*), car ces structures de données utilisent ce *hash*.

La plupart des types immuables natifs de Python sont hachables, mais les conteneurs muables (comme les listes ou les dictionnaires) ne le sont pas ; les conteneurs immuables (comme les n-uplets ou les ensembles gelés) ne sont hachables que si leurs éléments sont hachables. Les instances de classes définies par les utilisateurs sont hachables par défaut. Elles sont toutes considérées différentes (sauf avec elles-mêmes) et leur valeur de hachage est calculée à partir de leur `id()`.

IDLE Environnement de développement intégré pour Python. IDLE est un éditeur basique et un interpréteur livré avec la distribution standard de Python.

immuable Objet dont la valeur ne change pas. Les nombres, les chaînes et les n-uplets sont immuables. Ils ne peuvent être modifiés. Un nouvel objet doit être créé si une valeur différente doit être stockée. Ils jouent un rôle important quand une valeur de *hash* constante est requise, typiquement en clé de dictionnaire.

chemin des importations Liste de *entrées* dans lesquelles le *chercheur basé sur les chemins* cherche les modules à importer. Typiquement, lors d'une importation, cette liste vient de `sys.path` ; pour les sous-paquets, elle peut aussi venir de l'attribut `__path__` du paquet parent.

importer Processus rendant le code Python d'un module disponible dans un autre.

importateur Objet qui trouve et charge un module, en même temps un *chercheur* et un *chargeur*.

interactif Python a un interpréteur interactif, ce qui signifie que vous pouvez écrire des expressions et des instructions à l'invite de l'interpréteur. L'interpréteur Python va les exécuter immédiatement et vous en présenter le résultat. Démarrez juste `python` (probablement depuis le menu principal de votre ordinateur). C'est un moyen puissant pour tester de nouvelles idées ou étudier de nouveaux modules (souvenez-vous de `help(x)`).

interprété Python est un langage interprété, en opposition aux langages compilés, bien que la frontière soit floue en raison de la présence d'un compilateur en code intermédiaire. Cela signifie que les fichiers sources peuvent être exécutés directement, sans avoir à compiler un fichier exécutable intermédiaire. Les langages interprétés ont généralement un cycle de développement / débogage plus court que les langages compilés. Cependant, ils s'exécutent généralement plus lentement. Voir aussi *interactif*.

arrêt de l'interpréteur Lorsqu'on lui demande de s'arrêter, l'interpréteur Python entre dans une phase spéciale où il libère graduellement les ressources allouées, comme les modules ou quelques structures de données internes. Il fait aussi quelques appels au *ramasse-miettes*. Cela peut déclencher l'exécution de code dans des destructeurs ou des fonctions de rappels de *weakrefs*. Le code exécuté lors de l'arrêt peut rencontrer des exceptions puisque les ressources auxquelles il fait appel sont susceptibles de ne plus fonctionner, (typiquement les modules des bibliothèques ou le mécanisme de *warning*).

La principale raison d'arrêt de l'interpréteur est que le module `__main__` ou le script en cours d'exécution a terminé de s'exécuter.

itérable Objet capable de renvoyer ses éléments un à un. Par exemple, tous les types séquence (comme `list`, `str`, et `tuple`), quelques autres types comme `dict`, *objets fichiers* ou tout objet d'une classe ayant une méthode `__iter__()` ou `__getitem__()` qui implémente la sémantique d'une *Sequence*.

Les itérables peuvent être utilisés dans des boucles `for` et à beaucoup d'autres endroits où une séquence est requise (`zip()`, `map()`…). Lorsqu'un itérable est passé comme argument à la fonction native `iter()`,

celle-ci fournit en retour un itérateur sur cet itérable. Cet itérateur n'est valable que pour une seule passe sur le jeu de valeurs. Lors de l'utilisation d'itérables, il n'est habituellement pas nécessaire d'appeler *iter()* ou de s'occuper soi-même des objets itérateurs. L'instruction `for` le fait automatiquement pour vous, créant une variable temporaire anonyme pour garder l'itérateur durant la boucle. Voir aussi *itérateur*, *séquence* et *générateur*.

itérateur Objet représentant un flux de donnée. Des appels successifs à la méthode *__next__()* de l'itérateur (ou le passer à la fonction native *next()*) donne successivement les objets du flux. Lorsque plus aucune donnée n'est disponible, une exception *StopIteration* est levée. À ce point, l'itérateur est épuisé et tous les appels suivants à sa méthode `__next__()` lèveront encore une exception *StopIteration*. Les itérateurs doivent avoir une méthode `__iter__()` qui renvoie l'objet itérateur lui-même, de façon à ce que chaque itérateur soit aussi itérable et puisse être utilisé dans la plupart des endroits où d'autres itérables sont attendus. Une exception notable est un code qui tente plusieurs itérations complètes. Un objet conteneur, (tel que *list*) produit un nouvel itérateur neuf à chaque fois qu'il est passé à la fonction *iter()* ou s'il est utilisé dans une boucle `for`. Faire ceci sur un itérateur donnerait simplement le même objet itérateur épuisé utilisé dans son itération précédente, le faisant ressembler à un conteneur vide.

Vous trouverez davantage d'informations dans *Les types itérateurs*.

fonction clé Une fonction clé est un objet appelable qui renvoie une valeur à fins de tri ou de classement. Par exemple, la fonction *locale.strxfrm()* est utilisée pour générer une clé de classement prenant en compte les conventions de classement spécifiques aux paramètres régionaux courants.

Plusieurs outils dans Python acceptent des fonctions clés pour déterminer comment les éléments sont classés ou groupés. On peut citer les fonctions *min()*, *max()*, *sorted()*, *list.sort()*, *heapq.merge()*, *heapq.nsmallest()*, *heapq.nlargest()* et *itertools.groupby()*.

Il existe plusieurs moyens de créer une fonction clé. Par exemple, la méthode *str.lower()* peut servir de fonction clé pour effectuer des recherches insensibles à la casse. Aussi, il est possible de créer des fonctions clés avec des expressions `lambda`, comme `lambda r: (r[0], r[2])`. Vous noterez que le module *operator* propose des constructeurs de fonctions clefs : *attrgetter()*, *itemgetter()* et *methodcaller()*. Voir Comment Trier pour des exemples de création et d'utilisation de fonctions clefs.

argument nommé Voir *argument*.

lambda Fonction anonyme sous la forme d'une *expression* et ne contenant qu'une seule expression, exécutée lorsque la fonction est appelée. La syntaxe pour créer des fonctions lambda est : `lambda [parameters]: expression`

LBYL Regarde avant de sauter, (*Look before you leap* en anglais). Ce style de programmation consiste à vérifier des conditions avant d'effectuer des appels ou des accès. Ce style contraste avec le style *EAFP* et se caractérise par la présence de beaucoup d'instructions `if`.

Dans un environnement avec plusieurs fils d'exécution (*multi-threaded* en anglais), le style *LBYL* peut engendrer un séquencement critique (*race condition* en anglais) entre le "regarde" et le "sauter". Par exemple, le code `if key in mapping: return mapping[key]` peut échouer si un autre fil d'exécution supprime la clé *key* du *mapping* après le test mais avant l'accès. Ce problème peut être résolu avec des verrous (*locks*) ou avec l'approche EAFP.

list Un type natif de *sequence* dans Python. En dépit de son nom, une `list` ressemble plus à un tableau (*array* dans la plupart des langages) qu'à une liste chaînée puisque les accès se font en O(1).

liste en compréhension (ou liste en intension) Écriture concise pour manipuler tout ou partie des éléments d'une séquence et renvoyer une liste contenant les résultats. `result = ['{:#04x}'.format(x) for x in range(256) if x % 2 == 0]` génère la liste composée des nombres pairs de 0 à 255 écrits sous formes de chaînes de caractères et en hexadécimal (`0x...`). La clause `if` est optionnelle. Si elle est omise, tous les éléments du `range(256)` seront utilisés.

chargeur Objet qui charge un module. Il doit définir une méthode nommée `load_module()`. Un chargeur est typiquement donné par un *chercheur*. Voir la **PEP 302** pour plus de détails et `importlib.ABC.Loader` pour sa *classe de base abstraite*.

méthode magique Un synonyme informel de *special method*.

tableau de correspondances (*mapping* en anglais) Conteneur permettant de rechercher des éléments à partir de clés et implémentant les méthodes spécifiées dans les *classes de base abstraites* *collections.abc.Mapping* ou *collections.abc.MutableMapping*. Les classes suivantes sont des exemples de tableaux de correspondances : *dict*, *collections.defaultdict*, *collections.OrderedDict* et *collections.Counter*.

chercheur dans les méta-chemins Un *chercheur* renvoyé par une recherche dans `sys.meta_path`. Les chercheurs dans les méta-chemins ressemblent, mais sont différents des *chercheurs d'entrée dans path*.

Voir `importlib.abc.MetaPathFinder` pour les méthodes que les chercheurs dans les méta-chemins doivent implémenter.

métaclasse Classe d'une classe. Les définitions de classe créent un nom pour la classe, un dictionnaire de classe et une liste de classes parentes. La métaclasse a pour rôle de réunir ces trois paramètres pour construire la classe. La plupart des langages orientés objet fournissent une implémentation par défaut. La particularité de Python est la possibilité de créer des métaclasses personnalisées. La plupart des utilisateurs n'auront jamais besoin de cet outil, mais lorsque le besoin survient, les métaclasses offrent des solutions élégantes et puissantes. Elles sont utilisées pour journaliser les accès à des propriétés, rendre sûrs les environnements *multi-threads*, suivre la création d'objets, implémenter des singletons et bien d'autres tâches.

Plus d'informations sont disponibles dans : metaclasses.

méthode Fonction définie à l'intérieur d'une classe. Lorsqu'elle est appelée comme un attribut d'une instance de cette classe, la méthode reçoit l'instance en premier *argument* (qui, par convention, est habituellement nommé `self`). Voir *function* et *nested scope*.

ordre de résolution des méthodes L'ordre de résolution des méthodes (*MRO* pour *Method Resolution Order* en anglais) est, lors de la recherche d'un attribut dans les classes parentes, la façon dont l'interpréteur Python classe ces classes parentes. Voir The Python 2.3 Method Resolution Order pour plus de détails sur l'algorithme utilisé par l'interpréteur Python depuis la version 2.3.

module Objet utilisé pour organiser une portion unitaire de code en Python. Les modules ont un espace de nommage et peuvent contenir n'importe quels objets Python. Charger des modules est appelé *importer*.

Voir aussi *paquet*.

spécificateur de module Espace de nommage contenant les informations, relatives à l'importation, utilisées pour charger un module. C'est une instance de la classe `importlib.machinery.ModuleSpec`.

MRO Voir *ordre de résolution des méthodes*.

muable Un objet muable peut changer de valeur tout en gardant le même `id()`. Voir aussi *immuable*.

n-uplet nommé The term "named tuple" applies to any type or class that inherits from tuple and whose indexable elements are also accessible using named attributes. The type or class may have other features as well.

Several built-in types are named tuples, including the values returned by `time.localtime()` and `os.stat()`. Another example is `sys.float_info` :

```
>>> sys.float_info[1]                    # indexed access
1024
>>> sys.float_info.max_exp               # named field access
1024
>>> isinstance(sys.float_info, tuple)    # kind of tuple
True
```

Some named tuples are built-in types (such as the above examples). Alternatively, a named tuple can be created from a regular class definition that inherits from `tuple` and that defines named fields. Such a class can be written by hand or it can be created with the factory function `collections.namedtuple()`. The latter technique also adds some extra methods that may not be found in hand-written or built-in named tuples.

espace de nommage L'endroit où une variable est stockée. Les espaces de nommage sont implémentés avec des dictionnaires. Il existe des espaces de nommage globaux, natifs ou imbriqués dans les objets (dans les méthodes). Les espaces de nommage favorisent la modularité car ils permettent d'éviter les conflits de noms. Par exemple, les fonctions `builtins.open` et `os.open()` sont différenciées par leurs espaces de nom. Les espaces de nommage aident aussi à la lisibilité et la maintenabilité en rendant clair quel module implémente une fonction. Par exemple, écrire `random.seed()` ou `itertools.islice()` affiche clairement que ces fonctions sont implémentées respectivement dans les modules `random` et `itertools`.

paquet-espace de nommage Un *paquet* tel que défini dans la **PEP 421** qui ne sert qu'à contenir des sous-paquets. Les paquets-espace de nommage peuvent n'avoir aucune représentation physique et, plus spécifiquement, ne sont pas comme un *paquet classique* puisqu'ils n'ont pas de fichier `__init__.py`.

Voir aussi *module*.

portée imbriquée Possibilité de faire référence à une variable déclarée dans une définition englobante. Typiquement, une fonction définie à l'intérieur d'une autre fonction a accès aux variables de cette dernière. Souvenez-vous cependant que cela ne fonctionne que pour accéder à des variables, pas pour les assigner. Les variables locales sont lues et assignées dans l'espace de nommage le plus proche. Tout comme les variables globales qui sont stockés dans l'espace de nommage global, le mot clef `nonlocal` permet d'écrire dans l'espace de nommage dans lequel est déclarée la variable.

nouvelle classe Ancien nom pour l'implémentation actuelle des classes, pour tous les objets. Dans les anciennes versions de Python, seules les nouvelles classes pouvaient utiliser les nouvelles fonctionnalités telles que `__slots__`, les descripteurs, les propriétés, `__getattribute__()`, les méthodes de classe et les méthodes statiques.

objet N'importe quelle donnée comportant des états (sous forme d'attributs ou d'une valeur) et un comportement (des méthodes). C'est aussi (`object`) l'ancêtre commun à absolument toutes les *nouvelles classes*.

paquet *module* Python qui peut contenir des sous-modules ou des sous-paquets. Techniquement, un paquet est un module qui possède un attribut `__path__`.

Voir aussi *paquet classique* et *namespace package*.

paramètre Entité nommée dans la définition d'une *fonction* (ou méthode), décrivant un *argument* (ou dans certains cas des arguments) que la fonction accepte. Il existe cinq sortes de paramètres :

— *positional-or-keyword* : l'argument peut être passé soit par sa *position*, soit en tant que *argument nommé*. C'est le type de paramètre par défaut. Par exemple, *foo* et *bar* dans l'exemple suivant :

```
def func(foo, bar=None): ...
```

— *positional-only* : l'argument ne peut être donné que par sa position. Python n'a pas de syntaxe pour déclarer de tels paramètres, cependant des fonctions natives, comme `abs()`, en utilisent.

— *keyword-only* : l'argument ne peut être fourni que nommé. Les paramètres *keyword-only* peuvent être définis en utilisant un seul paramètre *var-positional*, ou en ajoutant une étoile (`*`) seule dans la liste des paramètres avant eux. Par exemple, *kw_only1* et *kw_only2* dans le code suivant :

```
def func(arg, *, kw_only1, kw_only2): ...
```

— *var-positional* : une séquence d'arguments positionnels peut être fournie (en plus de tous les arguments positionnels déjà acceptés par d'autres paramètres). Un tel paramètre peut être défini en préfixant son nom par une `*`. Par exemple *args* ci-après :

```
def func(*args, **kwargs): ...
```

— *var-keyword* : une quantité arbitraire d'arguments peut être passée, chacun étant nommé (en plus de tous les arguments nommés déjà acceptés par d'autres paramètres). Un tel paramètre est défini en préfixant le nom du paramètre par `**`. Par exemple, *kwargs* ci-dessus.

Les paramètres peuvent spécifier des arguments obligatoires ou optionnels, ainsi que des valeurs par défaut pour les arguments optionnels.

Voir aussi *argument* dans le glossaire, la question sur la différence entre les arguments et les paramètres dans la FAQ, la classe `inspect.Parameter`, la section function et la **PEP 362**.

entrée de chemin Emplacement dans le *chemin des importations* (*import path* en anglais, d'où le *path*) que le *chercheur basé sur les chemins* consulte pour trouver des modules à importer.

chercheur de chemins *chercheur* renvoyé par un appelable sur un `sys.path_hooks` (c'est-à-dire un *point d'entrée pour la recherche dans path*) qui sait où trouver des modules lorsqu'on lui donne une *entrée de path*.

Voir `importlib.abc.PathEntryFinder` pour les méthodes qu'un chercheur d'entrée dans *path* doit implémenter.

point d'entrée pour la recherche dans *path* Appelable dans la liste `sys.path_hook` qui donne un *chercheur d'entrée dans path* s'il sait où trouver des modules pour une *entrée dans path* donnée.

chercheur basé sur les chemins L'un des *chercheurs dans les méta-chemins* par défaut qui cherche des modules dans un *chemin des importations*.

objet simili-chemin Objet représentant un chemin du système de fichiers. Un objet simili-chemin est un objet `str` ou un objet `bytes` représentant un chemin ou un objet implémentant le protocole `os.PathLike`. Un objet qui accepte le protocole `os.PathLike` peut être converti en un chemin `str` ou `bytes` du système de fichiers en appelant la fonction `os.fspath()`. `os.fsdecode()` et `os.fsencode()` peuvent être utilisées, respectivement, pour garantir un résultat de type `str` ou `bytes` à la place. A été Introduit par la **PEP 519**.

PEP *Python Enhancement Proposal* (Proposition d'amélioration Python). Un PEP est un document de conception fournissant des informations à la communauté Python ou décrivant une nouvelle fonctionnalité pour Python, ses processus ou son environnement. Les PEP doivent fournir une spécification technique concise et une justification des fonctionnalités proposées.

Les PEPs sont censés être les principaux mécanismes pour proposer de nouvelles fonctionnalités majeures, pour recueillir les commentaires de la communauté sur une question et pour documenter les décisions de conception qui sont intégrées en Python. L'auteur du PEP est responsable de l'établissement d'un consensus au sein de la communauté et de documenter les opinions contradictoires.

Voir **PEP 1**.

portion Jeu de fichiers dans un seul dossier (pouvant être stocké sous forme de fichier zip) qui contribue à l'espace de nommage d'un paquet, tel que défini dans la **PEP 420**.

argument positionnel Voir *argument*.

API provisoire Une API provisoire est une API qui n'offre aucune garantie de rétrocompatibilité (la bibliothèque standard exige la rétrocompatibilité). Bien que des changements majeurs d'une telle interface ne soient pas attendus, tant qu'elle est étiquetée provisoire, des changements cassant la rétrocompatibilité (y compris sa suppression complète) peuvent survenir si les développeurs principaux le jugent nécessaire. Ces modifications ne surviendront que si de sérieux problèmes sont découverts et qu'ils n'avaient pas été identifiés avant l'ajout de l'API.

Même pour les API provisoires, les changements cassant la rétrocompatibilité sont considérés comme des "solutions de dernier recours". Tout ce qui est possible sera fait pour tenter de résoudre les problèmes en conservant la rétrocompatibilité.

Ce processus permet à la bibliothèque standard de continuer à évoluer avec le temps, sans se bloquer longtemps sur des erreurs d'architecture. Voir la **PEP 411** pour plus de détails.

paquet provisoire Voir *provisional API*.

Python 3000 Surnom donné à la série des Python 3.x (très vieux surnom donné à l'époque où Python 3 représentait un futur lointain). Aussi abrégé *Py3k*.

Pythonique Idée, ou bout de code, qui colle aux idiomes de Python plutôt qu'aux concepts communs rencontrés dans d'autres langages. Par exemple, il est idiomatique en Python de parcourir les éléments d'un itérable en utilisant `for`. Beaucoup d'autres langages n'ont pas cette possibilité, donc les gens qui ne sont pas habitués à Python utilisent parfois un compteur numérique à la place :

```
for i in range(len(food)):
    print(food[i])
```

Plutôt qu'utiliser la méthode, plus propre et élégante, donc *Pythonique* :

```
for piece in food:
    print(piece)
```

nom qualifié Nom, comprenant des points, montrant le "chemin" de l'espace de nommage global d'un module vers une classe, fonction ou méthode définie dans ce module, tel que défini dans la **PEP 3155**. Pour les fonctions et classes de premier niveau, le nom qualifié est le même que le nom de l'objet :

```
>>> class C:
...     class D:
...         def meth(self):
...             pass
...
>>> C.__qualname__
'C'
>>> C.D.__qualname__
'C.D'
>>> C.D.meth.__qualname__
'C.D.meth'
```

Lorsqu'il est utilisé pour nommer des modules, le *nom qualifié complet* (*fully qualified name - FQN* en anglais) signifie le chemin complet (séparé par des points) vers le module, incluant tous les paquets parents. Par exemple : `email.mime.text` :

```
>>> import email.mime.text
>>> email.mime.text.__name__
'email.mime.text'
```

nombre de références Nombre de références à un objet. Lorsque le nombre de références à un objet descend à zéro, l'objet est désalloué. Le comptage de référence n'est généralement pas visible dans le code Python, mais c'est un élément clé de l'implémentation *CPython*. Le module `sys` définit une fonction `getrefcount()` que les développeurs peuvent utiliser pour obtenir le nombre de références à un objet donné.

paquet classique *paquet* traditionnel, tel qu'un dossier contenant un fichier `__init__.py`.

Voir aussi *paquet-espace de nommage*.

`__slots__` Déclaration dans une classe qui économise de la mémoire en pré-allouant de l'espace pour les attributs des instances et qui élimine le dictionnaire (des attributs) des instances. Bien que populaire, cette technique est difficile à maîtriser et devrait être réservée à de rares cas où un grand nombre d'instances dans une application devient un sujet critique pour la mémoire.

séquence *itérable* qui offre un accès efficace à ses éléments par un indice sous forme de nombre entier via la méthode spéciale `__getitem__()` et qui définit une méthode `__len__()` donnant sa taille. Voici quelques séquences natives : `list`, `str`, `tuple`, et `bytes`. Notez que `dict` possède aussi une méthode `__getitem__()` et une méthode `__len__()`, mais il est considéré comme un *mapping* plutôt qu'une séquence, car ses accès se font par une clé arbitraire *immuable* plutôt qu'un nombre entier.

La classe abstraite de base `collections.abc.Sequence` définit une interface plus riche qui va au-delà des simples `__getitem__()` et `__len__()`, en ajoutant `count()`, `index()`, `__contains__()` et `__reversed__()`. Les types qui implémentent cette interface étendue peuvent s'enregistrer explicitement en utilisant `register()`.

distribution simple Forme de distribution, comme les *fonction génériques*, où l'implémentation est choisie en fonction du type d'un seul argument.

tranche (*slice* en anglais), un objet contenant habituellement une portion de *séquence*. Une tranche est créée en utilisant la notation `[]` avec des `:` entre les nombres lorsque plusieurs sont fournis, comme dans `variable_name[1:3:5]`. Cette notation utilise des objets `slice` en interne.

méthode spéciale (*special method* en anglais) Méthode appelée implicitement par Python pour exécuter une opération sur un type, comme une addition. De telles méthodes ont des noms commençant et terminant par des doubles tirets bas. Les méthodes spéciales sont documentées dans specialnames.

instruction Une instruction (*statement* en anglais) est un composant d'un "bloc" de code. Une instruction est soit une *expression*, soit une ou plusieurs constructions basées sur un mot-clé, comme `if`, `while` ou `for`.

encodage de texte Codec (codeur-décodeur) qui convertit des chaînes de caractères Unicode en octets (classe *bytes*).

fichier texte *file object* capable de lire et d'écrire des objets `str`. Souvent, un fichier texte (*text file* en anglais) accède en fait à un flux de donnée en octets et gère l'*text encoding* automatiquement. Des exemples de fichiers textes sont les fichiers ouverts en mode texte (`'r'` ou `'w'`), `sys.stdin`, `sys.stdout` et les instances de `io.StringIO`.

Voir aussi *binary file* pour un objet fichier capable de lire et d'écrire *bytes-like objects*.

chaîne entre triple guillemets Chaîne qui est délimitée par trois guillemets simples (`'`) ou trois guillemets doubles (`"`). Bien qu'elle ne fournisse aucune fonctionnalité qui ne soit pas disponible avec une chaîne entre guillemets, elle est utile pour de nombreuses raisons. Elle vous autorise à insérer des guillemets simples et doubles dans une chaîne sans avoir à les protéger et elle peut s'étendre sur plusieurs lignes sans avoir à terminer chaque ligne par un `\`. Elle est ainsi particulièrement utile pour les chaînes de documentation (*docstrings*).

type Le type d'un objet Python détermine quel genre d'objet c'est. Tous les objets ont un type. Le type d'un objet peut être obtenu via son attribut `__class__` ou via `type(obj)`.

alias de type Synonyme d'un type, créé en affectant le type à un identifiant.

Les alias de types sont utiles pour simplifier les *indications de types*. Par exemple :

```
from typing import List, Tuple

def remove_gray_shades(
        colors: List[Tuple[int, int, int]]) -> List[Tuple[int, int, int]]:
    pass
```

pourrait être rendu plus lisible comme ceci :

```
from typing import List, Tuple

Color = Tuple[int, int, int]

def remove_gray_shades(colors: List[Color]) -> List[Color]:
    pass
```

Voir *typing* et **PEP 484**, qui décrivent cette fonctionnalité.

indication de type Le *annotation* qui spécifie le type attendu pour une variable, un attribut de classe, un paramètre de fonction ou une valeur de retour.

Les indications de type sont facultatives et ne sont pas indispensables à l'interpréteur Python, mais elles sont utiles aux outils d'analyse de type statique et aident les IDE à compléter et à réusiner (*code refactoring* en anglais) le code.

Les indicateurs de type de variables globales, d'attributs de classe et de fonctions, mais pas de variables locales, peuvent être consultés en utilisant *typing.get_type_hints()*.

Voir *typing* et **PEP 484**, qui décrivent cette fonctionnalité.

retours à la ligne universels Une manière d'interpréter des flux de texte dans lesquels sont reconnues toutes les fins de ligne suivantes : la convention Unix `'\n'`, la convention Windows `'\r\n'` et l'ancienne convention Macintosh `'\r'`. Voir la **PEP 278** et la **PEP 3116**, ainsi que la fonction *bytes.splitlines()* pour d'autres usages.

annotation de variable *annotation* d'une variable ou d'un attribut de classe.

Lorsque vous annotez une variable ou un attribut de classe, l'affectation est facultative :

```
class C:
    field: 'annotation'
```

Les annotations de variables sont généralement utilisées pour des *indications de types* : par exemple, cette variable devrait prendre des valeurs de type *int* :

```
count: int = 0
```

La syntaxe d'annotation de la variable est expliquée dans la section annassign.

Reportez-vous à *function annotation*, à la **PEP 484** et à la **PEP 526** qui décrivent cette fonctionnalité.

environnement virtuel Environnement d'exécution isolé (en mode coopératif) qui permet aux utilisateurs de Python et aux applications d'installer et de mettre à jour des paquets sans interférer avec d'autres applications Python fonctionnant sur le même système.

Voir aussi *venv*.

machine virtuelle Ordinateur défini entièrement par du logiciel. La machine virtuelle (*virtual machine*) de Python exécute le *bytecode* produit par le compilateur de *bytecode*.

Le zen de Python Liste de principes et de préceptes utiles pour comprendre et utiliser le langage. Cette liste peut être obtenue en tapant "`import this`" dans une invite Python interactive.

ANNEXE B

À propos de ces documents

Ces documents sont générés à partir de sources en reStructuredText par Sphinx, un analyseur de documents spécialement conçu pour la documentation Python.

Le développement de la documentation et de ses outils est entièrement basé sur le volontariat, tout comme Python. Si vous voulez contribuer, allez voir la page reporting-bugs qui contient des informations pour vous y aider. Les nouveaux volontaires sont toujours les bienvenus !

Merci beaucoup à :

— Fred L. Drake, Jr., créateur des outils originaux de la documentation Python et rédacteur de la plupart de son contenu ;
— le projet Docutils pour avoir créé *reStructuredText* et la suite d'outils *Docutils* ;
— Fredrik Lundh pour son projet Alternative Python Reference, dont Sphinx a pris beaucoup de bonnes idées.

B.1 Contributeurs de la documentation Python

De nombreuses personnes ont contribué au langage Python, à sa bibliothèque standard et à sa documentation. Consultez Misc/ACKS dans les sources de la distribution Python pour avoir une liste partielle des contributeurs.

Ce n'est que grâce aux suggestions et contributions de la communauté Python que Python a une documentation si merveilleuse — Merci !

ANNEXE C

Histoire et licence

C.1 Histoire du logiciel

Python a été créé au début des années 1990 par Guido van Rossum, au Stichting Mathematisch Centrum (CWI, voir https://www.cwi.nl/) au Pays-Bas en tant que successeur d'un langage appelé ABC. Guido est l'auteur principal de Python, bien qu'il inclut de nombreuses contributions de la part d'autres personnes.

En 1995, Guido continua son travail sur Python au Corporation for National Research Initiatives (CNRI, voir https://www.cnri.reston.va.us/) de Reston, en Viriginie, d'où il diffusa plusieurs versions du logiciel.

In May 2000, Guido and the Python core development team moved to BeOpen.com to form the BeOpen PythonLabs team. In October of the same year, the PythonLabs team moved to Digital Creations (now Zope Corporation ; see https://www.zope.org/). In 2001, the Python Software Foundation (PSF, see https://www.python.org/psf/) was formed, a non-profit organization created specifically to own Python-related Intellectual Property. Zope Corporation is a sponsoring member of the PSF.

Toutes les versions de Python sont Open Source (voir https://www.opensource.org/ pour la définition d'Open Source). Historiquement, la plupart, mais pas toutes, des versions de Python ont également été compatible avec la GPL, le tableau ci-dessous résume les différentes versions.

Version	Dérivé de	Année	Propriétaire	Compatible avec la GPL ?
0.9.0 à 1.2	n/a	1991-1995	CWI	oui
1.3 à 1.5.2	1.2	1995-1999	CNRI	oui
1.6	1.5.2	2000	CNRI	non
2.0	1.6	2000	BeOpen.com	non
1.6.1	1.6	2001	CNRI	non
2.1	2.0+1.6.1	2001	PSF	non
2.0.1	2.0+1.6.1	2001	PSF	oui
2.1.1	2.1+2.0.1	2001	PSF	oui
2.1.2	2.1.1	2002	PSF	oui
2.1.3	2.1.2	2002	PSF	oui
2.2 et ultérieure	2.1.1	2001-maintenant	PSF	oui

Note : Compatible GPL ne signifie pas que nous distribuons Python sous licence GPL. Toutes les licences Python, excepté la licence GPL, vous permettent la distribution d'une version modifiée sans rendre open source ces change-

ments. La licence « compatible GPL » rend possible la diffusion de Python avec un autre logiciel qui est lui, diffusé sous la licence GPL ; les licences « non-compatibles GPL » ne le peuvent pas.

Merci aux nombreux bénévoles qui ont travaillé sous la direction de Guido pour rendre ces versions possibles.

C.2 Conditions générales pour accéder à, ou utiliser, Python

C.2.1 PSF LICENSE AGREEMENT FOR PYTHON 3.7.17

```
1. This LICENSE AGREEMENT is between the Python Software Foundation␣
↪("PSF"), and
   the Individual or Organization ("Licensee") accessing and otherwise␣
↪using Python
   3.7.17 software in source or binary form and its associated␣
↪documentation.

2. Subject to the terms and conditions of this License Agreement, PSF␣
↪hereby
   grants Licensee a nonexclusive, royalty-free, world-wide license to␣
↪reproduce,
   analyze, test, perform and/or display publicly, prepare derivative␣
↪works,
   distribute, and otherwise use Python 3.7.17 alone or in any derivative
   version, provided, however, that PSF's License Agreement and PSF's␣
↪notice of
   copyright, i.e., "Copyright © 2001-2023 Python Software Foundation; All␣
↪Rights
   Reserved" are retained in Python 3.7.17 alone or in any derivative␣
↪version
   prepared by Licensee.

3. In the event Licensee prepares a derivative work that is based on or
   incorporates Python 3.7.17 or any part thereof, and wants to make the
   derivative work available to others as provided herein, then Licensee␣
↪hereby
   agrees to include in any such work a brief summary of the changes made␣
↪to Python
   3.7.17.

4. PSF is making Python 3.7.17 available to Licensee on an "AS IS" basis.
   PSF MAKES NO REPRESENTATIONS OR WARRANTIES, EXPRESS OR IMPLIED.  BY WAY␣
↪OF
   EXAMPLE, BUT NOT LIMITATION, PSF MAKES NO AND DISCLAIMS ANY␣
↪REPRESENTATION OR
   WARRANTY OF MERCHANTABILITY OR FITNESS FOR ANY PARTICULAR PURPOSE OR␣
↪THAT THE
   USE OF PYTHON 3.7.17 WILL NOT INFRINGE ANY THIRD PARTY RIGHTS.

5. PSF SHALL NOT BE LIABLE TO LICENSEE OR ANY OTHER USERS OF PYTHON 3.7.17
   FOR ANY INCIDENTAL, SPECIAL, OR CONSEQUENTIAL DAMAGES OR LOSS AS A␣
↪RESULT OF
   MODIFYING, DISTRIBUTING, OR OTHERWISE USING PYTHON 3.7.17, OR ANY␣
↪DERIVATIVE
   THEREOF, EVEN IF ADVISED OF THE POSSIBILITY THEREOF.
```

```
6. This License Agreement will automatically terminate upon a material␣
↪breach of
   its terms and conditions.

7. Nothing in this License Agreement shall be deemed to create any␣
↪relationship
   of agency, partnership, or joint venture between PSF and Licensee. ␣
↪This License
   Agreement does not grant permission to use PSF trademarks or trade name␣
↪in a
   trademark sense to endorse or promote products or services of Licensee,␣
↪or any
   third party.

8. By copying, installing or otherwise using Python 3.7.17, Licensee agrees
   to be bound by the terms and conditions of this License Agreement.
```

C.2.2 LICENCE D'UTILISATION BEOPEN.COM POUR PYTHON 2.0

LICENCE D'UTILISATION LIBRE BEOPEN PYTHON VERSION 1

```
1. This LICENSE AGREEMENT is between BeOpen.com ("BeOpen"), having an office at
   160 Saratoga Avenue, Santa Clara, CA 95051, and the Individual or Organization
   ("Licensee") accessing and otherwise using this software in source or binary
   form and its associated documentation ("the Software").

2. Subject to the terms and conditions of this BeOpen Python License Agreement,
   BeOpen hereby grants Licensee a non-exclusive, royalty-free, world-wide license
   to reproduce, analyze, test, perform and/or display publicly, prepare derivative
   works, distribute, and otherwise use the Software alone or in any derivative
   version, provided, however, that the BeOpen Python License is retained in the
   Software, alone or in any derivative version prepared by Licensee.

3. BeOpen is making the Software available to Licensee on an "AS IS" basis.
   BEOPEN MAKES NO REPRESENTATIONS OR WARRANTIES, EXPRESS OR IMPLIED.  BY WAY OF
   EXAMPLE, BUT NOT LIMITATION, BEOPEN MAKES NO AND DISCLAIMS ANY REPRESENTATION OR
   WARRANTY OF MERCHANTABILITY OR FITNESS FOR ANY PARTICULAR PURPOSE OR THAT THE
   USE OF THE SOFTWARE WILL NOT INFRINGE ANY THIRD PARTY RIGHTS.

4. BEOPEN SHALL NOT BE LIABLE TO LICENSEE OR ANY OTHER USERS OF THE SOFTWARE FOR
   ANY INCIDENTAL, SPECIAL, OR CONSEQUENTIAL DAMAGES OR LOSS AS A RESULT OF USING,
   MODIFYING OR DISTRIBUTING THE SOFTWARE, OR ANY DERIVATIVE THEREOF, EVEN IF
   ADVISED OF THE POSSIBILITY THEREOF.

5. This License Agreement will automatically terminate upon a material breach of
   its terms and conditions.

6. This License Agreement shall be governed by and interpreted in all respects
   by the law of the State of California, excluding conflict of law provisions.
   Nothing in this License Agreement shall be deemed to create any relationship of
   agency, partnership, or joint venture between BeOpen and Licensee.  This License
   Agreement does not grant permission to use BeOpen trademarks or trade names in a
   trademark sense to endorse or promote products or services of Licensee, or any
   third party.  As an exception, the "BeOpen Python" logos available at
   http://www.pythonlabs.com/logos.html may be used according to the permissions
   granted on that web page.

7. By copying, installing or otherwise using the software, Licensee agrees to be
   bound by the terms and conditions of this License Agreement.
```

C.2.3 LICENCE D'UTILISATION CNRI POUR PYTHON 1.6.1

```
1. This LICENSE AGREEMENT is between the Corporation for National Research
   Initiatives, having an office at 1895 Preston White Drive, Reston, VA 20191
   ("CNRI"), and the Individual or Organization ("Licensee") accessing and
   otherwise using Python 1.6.1 software in source or binary form and its
   associated documentation.

2. Subject to the terms and conditions of this License Agreement, CNRI hereby
   grants Licensee a nonexclusive, royalty-free, world-wide license to reproduce,
   analyze, test, perform and/or display publicly, prepare derivative works,
   distribute, and otherwise use Python 1.6.1 alone or in any derivative version,
   provided, however, that CNRI's License Agreement and CNRI's notice of copyright,
   i.e., "Copyright © 1995-2001 Corporation for National Research Initiatives; All
   Rights Reserved" are retained in Python 1.6.1 alone or in any derivative version
   prepared by Licensee.  Alternately, in lieu of CNRI's License Agreement,
   Licensee may substitute the following text (omitting the quotes): "Python 1.6.1
   is made available subject to the terms and conditions in CNRI's License
   Agreement.  This Agreement together with Python 1.6.1 may be located on the
   Internet using the following unique, persistent identifier (known as a handle):
   1895.22/1013.  This Agreement may also be obtained from a proxy server on the
   Internet using the following URL: http://hdl.handle.net/1895.22/1013."

3. In the event Licensee prepares a derivative work that is based on or
   incorporates Python 1.6.1 or any part thereof, and wants to make the derivative
   work available to others as provided herein, then Licensee hereby agrees to
   include in any such work a brief summary of the changes made to Python 1.6.1.

4. CNRI is making Python 1.6.1 available to Licensee on an "AS IS" basis.  CNRI
   MAKES NO REPRESENTATIONS OR WARRANTIES, EXPRESS OR IMPLIED.  BY WAY OF EXAMPLE,
   BUT NOT LIMITATION, CNRI MAKES NO AND DISCLAIMS ANY REPRESENTATION OR WARRANTY
   OF MERCHANTABILITY OR FITNESS FOR ANY PARTICULAR PURPOSE OR THAT THE USE OF
   PYTHON 1.6.1 WILL NOT INFRINGE ANY THIRD PARTY RIGHTS.

5. CNRI SHALL NOT BE LIABLE TO LICENSEE OR ANY OTHER USERS OF PYTHON 1.6.1 FOR
   ANY INCIDENTAL, SPECIAL, OR CONSEQUENTIAL DAMAGES OR LOSS AS A RESULT OF
   MODIFYING, DISTRIBUTING, OR OTHERWISE USING PYTHON 1.6.1, OR ANY DERIVATIVE
   THEREOF, EVEN IF ADVISED OF THE POSSIBILITY THEREOF.

6. This License Agreement will automatically terminate upon a material breach of
   its terms and conditions.

7. This License Agreement shall be governed by the federal intellectual property
   law of the United States, including without limitation the federal copyright
   law, and, to the extent such U.S. federal law does not apply, by the law of the
   Commonwealth of Virginia, excluding Virginia's conflict of law provisions.
   Notwithstanding the foregoing, with regard to derivative works based on Python
   1.6.1 that incorporate non-separable material that was previously distributed
   under the GNU General Public License (GPL), the law of the Commonwealth of
   Virginia shall govern this License Agreement only as to issues arising under or
   with respect to Paragraphs 4, 5, and 7 of this License Agreement.  Nothing in
   this License Agreement shall be deemed to create any relationship of agency,
   partnership, or joint venture between CNRI and Licensee.  This License Agreement
   does not grant permission to use CNRI trademarks or trade name in a trademark
   sense to endorse or promote products or services of Licensee, or any third
   party.

8. By clicking on the "ACCEPT" button where indicated, or by copying, installing
   or otherwise using Python 1.6.1, Licensee agrees to be bound by the terms and
   conditions of this License Agreement.
```

C.2.4 LICENCE D'UTILISATION CWI POUR PYTHON 0.9.0 à 1.2

```
Copyright © 1991 - 1995, Stichting Mathematisch Centrum Amsterdam, The
Netherlands.  All rights reserved.

Permission to use, copy, modify, and distribute this software and its
documentation for any purpose and without fee is hereby granted, provided that
the above copyright notice appear in all copies and that both that copyright
notice and this permission notice appear in supporting documentation, and that
the name of Stichting Mathematisch Centrum or CWI not be used in advertising or
publicity pertaining to distribution of the software without specific, written
prior permission.

STICHTING MATHEMATISCH CENTRUM DISCLAIMS ALL WARRANTIES WITH REGARD TO THIS
SOFTWARE, INCLUDING ALL IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS, IN NO
EVENT SHALL STICHTING MATHEMATISCH CENTRUM BE LIABLE FOR ANY SPECIAL, INDIRECT
OR CONSEQUENTIAL DAMAGES OR ANY DAMAGES WHATSOEVER RESULTING FROM LOSS OF USE,
DATA OR PROFITS, WHETHER IN AN ACTION OF CONTRACT, NEGLIGENCE OR OTHER TORTIOUS
ACTION, ARISING OUT OF OR IN CONNECTION WITH THE USE OR PERFORMANCE OF THIS
SOFTWARE.
```

C.3 Licences et remerciements pour les logiciels tiers

Cette section est une liste incomplète mais grandissante de licences et remerciements pour les logiciels tiers incorporés dans la distribution de Python.

C.3.1 Mersenne twister

Le module `_random` inclut du code construit à partir d'un téléchargement depuis http://www.math.sci.hiroshima-u.ac.jp/~m-mat/MT/MT2002/emt19937ar.html. Voici mot pour mot les commentaires du code original :

```
A C-program for MT19937, with initialization improved 2002/1/26.
Coded by Takuji Nishimura and Makoto Matsumoto.

Before using, initialize the state by using init_genrand(seed)
or init_by_array(init_key, key_length).

Copyright (C) 1997 - 2002, Makoto Matsumoto and Takuji Nishimura,
All rights reserved.

Redistribution and use in source and binary forms, with or without
modification, are permitted provided that the following conditions
are met:

 1. Redistributions of source code must retain the above copyright
    notice, this list of conditions and the following disclaimer.

 2. Redistributions in binary form must reproduce the above copyright
    notice, this list of conditions and the following disclaimer in the
    documentation and/or other materials provided with the distribution.

 3. The names of its contributors may not be used to endorse or promote
    products derived from this software without specific prior written
    permission.

THIS SOFTWARE IS PROVIDED BY THE COPYRIGHT HOLDERS AND CONTRIBUTORS
"AS IS" AND ANY EXPRESS OR IMPLIED WARRANTIES, INCLUDING, BUT NOT
LIMITED TO, THE IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
A PARTICULAR PURPOSE ARE DISCLAIMED.  IN NO EVENT SHALL THE COPYRIGHT OWNER OR
CONTRIBUTORS BE LIABLE FOR ANY DIRECT, INDIRECT, INCIDENTAL, SPECIAL,
EXEMPLARY, OR CONSEQUENTIAL DAMAGES (INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO,
PROCUREMENT OF SUBSTITUTE GOODS OR SERVICES; LOSS OF USE, DATA, OR
PROFITS; OR BUSINESS INTERRUPTION) HOWEVER CAUSED AND ON ANY THEORY OF
LIABILITY, WHETHER IN CONTRACT, STRICT LIABILITY, OR TORT (INCLUDING
NEGLIGENCE OR OTHERWISE) ARISING IN ANY WAY OUT OF THE USE OF THIS
SOFTWARE, EVEN IF ADVISED OF THE POSSIBILITY OF SUCH DAMAGE.


Any feedback is very welcome.
http://www.math.sci.hiroshima-u.ac.jp/~m-mat/MT/emt.html
email: m-mat @ math.sci.hiroshima-u.ac.jp (remove space)
```

C.3.2 Interfaces de connexion (*sockets*)

Le module *socket* utilise les fonctions `getaddrinfo()` et `getnameinfo()` codées dans des fichiers source séparés et provenant du projet WIDE : http://www.wide.ad.jp/.

```
Copyright (C) 1995, 1996, 1997, and 1998 WIDE Project.
All rights reserved.

Redistribution and use in source and binary forms, with or without
modification, are permitted provided that the following conditions
are met:
1. Redistributions of source code must retain the above copyright
   notice, this list of conditions and the following disclaimer.
2. Redistributions in binary form must reproduce the above copyright
   notice, this list of conditions and the following disclaimer in the
   documentation and/or other materials provided with the distribution.
3. Neither the name of the project nor the names of its contributors
   may be used to endorse or promote products derived from this software
   without specific prior written permission.

THIS SOFTWARE IS PROVIDED BY THE PROJECT AND CONTRIBUTORS ``AS IS'' AND
ANY EXPRESS OR IMPLIED WARRANTIES, INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, THE
IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE
ARE DISCLAIMED.  IN NO EVENT SHALL THE PROJECT OR CONTRIBUTORS BE LIABLE
FOR ANY DIRECT, INDIRECT, INCIDENTAL, SPECIAL, EXEMPLARY, OR CONSEQUENTIAL
DAMAGES (INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, PROCUREMENT OF SUBSTITUTE GOODS
OR SERVICES; LOSS OF USE, DATA, OR PROFITS; OR BUSINESS INTERRUPTION)
HOWEVER CAUSED AND ON ANY THEORY OF LIABILITY, WHETHER IN CONTRACT, STRICT
LIABILITY, OR TORT (INCLUDING NEGLIGENCE OR OTHERWISE) ARISING IN ANY WAY
OUT OF THE USE OF THIS SOFTWARE, EVEN IF ADVISED OF THE POSSIBILITY OF
SUCH DAMAGE.
```

C.3.3 Interfaces de connexion asynchrones

Les modules *asynchat* et *asyncore* contiennent la note suivante :

```
Copyright 1996 by Sam Rushing

                        All Rights Reserved

Permission to use, copy, modify, and distribute this software and
its documentation for any purpose and without fee is hereby
granted, provided that the above copyright notice appear in all
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
copies and that both that copyright notice and this permission
notice appear in supporting documentation, and that the name of Sam
Rushing not be used in advertising or publicity pertaining to
distribution of the software without specific, written prior
permission.

SAM RUSHING DISCLAIMS ALL WARRANTIES WITH REGARD TO THIS SOFTWARE,
INCLUDING ALL IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS, IN
NO EVENT SHALL SAM RUSHING BE LIABLE FOR ANY SPECIAL, INDIRECT OR
CONSEQUENTIAL DAMAGES OR ANY DAMAGES WHATSOEVER RESULTING FROM LOSS
OF USE, DATA OR PROFITS, WHETHER IN AN ACTION OF CONTRACT,
NEGLIGENCE OR OTHER TORTIOUS ACTION, ARISING OUT OF OR IN
CONNECTION WITH THE USE OR PERFORMANCE OF THIS SOFTWARE.
```

C.3.4 Gestion de témoin (*cookie*)

Le module *http.cookies* contient la note suivante :

```
Copyright 2000 by Timothy O'Malley <timo@alum.mit.edu>

               All Rights Reserved

Permission to use, copy, modify, and distribute this software
and its documentation for any purpose and without fee is hereby
granted, provided that the above copyright notice appear in all
copies and that both that copyright notice and this permission
notice appear in supporting documentation, and that the name of
Timothy O'Malley  not be used in advertising or publicity
pertaining to distribution of the software without specific, written
prior permission.

Timothy O'Malley DISCLAIMS ALL WARRANTIES WITH REGARD TO THIS
SOFTWARE, INCLUDING ALL IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY
AND FITNESS, IN NO EVENT SHALL Timothy O'Malley BE LIABLE FOR
ANY SPECIAL, INDIRECT OR CONSEQUENTIAL DAMAGES OR ANY DAMAGES
WHATSOEVER RESULTING FROM LOSS OF USE, DATA OR PROFITS,
WHETHER IN AN ACTION OF CONTRACT, NEGLIGENCE OR OTHER TORTIOUS
ACTION, ARISING OUT OF OR IN CONNECTION WITH THE USE OR
PERFORMANCE OF THIS SOFTWARE.
```

C.3.5 Traçage d'exécution

Le module *trace* contient la note suivante :

```
portions copyright 2001, Autonomous Zones Industries, Inc., all rights...
err...  reserved and offered to the public under the terms of the
Python 2.2 license.
Author: Zooko O'Whielacronx
http://zooko.com/
mailto:zooko@zooko.com

Copyright 2000, Mojam Media, Inc., all rights reserved.
Author: Skip Montanaro

Copyright 1999, Bioreason, Inc., all rights reserved.
Author: Andrew Dalke

Copyright 1995-1997, Automatrix, Inc., all rights reserved.
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
Author: Skip Montanaro

Copyright 1991-1995, Stichting Mathematisch Centrum, all rights reserved.


Permission to use, copy, modify, and distribute this Python software and
its associated documentation for any purpose without fee is hereby
granted, provided that the above copyright notice appears in all copies,
and that both that copyright notice and this permission notice appear in
supporting documentation, and that the name of neither Automatrix,
Bioreason or Mojam Media be used in advertising or publicity pertaining to
distribution of the software without specific, written prior permission.
```

C.3.6 Les fonctions UUencode et UUdecode

Le module *uu* contient la note suivante :

```
Copyright 1994 by Lance Ellinghouse
Cathedral City, California Republic, United States of America.
                    All Rights Reserved
Permission to use, copy, modify, and distribute this software and its
documentation for any purpose and without fee is hereby granted,
provided that the above copyright notice appear in all copies and that
both that copyright notice and this permission notice appear in
supporting documentation, and that the name of Lance Ellinghouse
not be used in advertising or publicity pertaining to distribution
of the software without specific, written prior permission.
LANCE ELLINGHOUSE DISCLAIMS ALL WARRANTIES WITH REGARD TO
THIS SOFTWARE, INCLUDING ALL IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND
FITNESS, IN NO EVENT SHALL LANCE ELLINGHOUSE CENTRUM BE LIABLE
FOR ANY SPECIAL, INDIRECT OR CONSEQUENTIAL DAMAGES OR ANY DAMAGES
WHATSOEVER RESULTING FROM LOSS OF USE, DATA OR PROFITS, WHETHER IN AN
ACTION OF CONTRACT, NEGLIGENCE OR OTHER TORTIOUS ACTION, ARISING OUT
OF OR IN CONNECTION WITH THE USE OR PERFORMANCE OF THIS SOFTWARE.

Modified by Jack Jansen, CWI, July 1995:
- Use binascii module to do the actual line-by-line conversion
  between ascii and binary. This results in a 1000-fold speedup. The C
  version is still 5 times faster, though.
- Arguments more compliant with Python standard
```

C.3.7 Appel de procédures distantes en XML (*RPC*, pour *Remote Procedure Call*)

Le module *xmlrpc.client* contient la note suivante :

```
    The XML-RPC client interface is

Copyright (c) 1999-2002 by Secret Labs AB
Copyright (c) 1999-2002 by Fredrik Lundh

By obtaining, using, and/or copying this software and/or its
associated documentation, you agree that you have read, understood,
and will comply with the following terms and conditions:

Permission to use, copy, modify, and distribute this software and
its associated documentation for any purpose and without fee is
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
hereby granted, provided that the above copyright notice appears in
all copies, and that both that copyright notice and this permission
notice appear in supporting documentation, and that the name of
Secret Labs AB or the author not be used in advertising or publicity
pertaining to distribution of the software without specific, written
prior permission.

SECRET LABS AB AND THE AUTHOR DISCLAIMS ALL WARRANTIES WITH REGARD
TO THIS SOFTWARE, INCLUDING ALL IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANT-
ABILITY AND FITNESS.  IN NO EVENT SHALL SECRET LABS AB OR THE AUTHOR
BE LIABLE FOR ANY SPECIAL, INDIRECT OR CONSEQUENTIAL DAMAGES OR ANY
DAMAGES WHATSOEVER RESULTING FROM LOSS OF USE, DATA OR PROFITS,
WHETHER IN AN ACTION OF CONTRACT, NEGLIGENCE OR OTHER TORTIOUS
ACTION, ARISING OUT OF OR IN CONNECTION WITH THE USE OR PERFORMANCE
OF THIS SOFTWARE.
```

C.3.8 test_epoll

Le module `test_epoll` contient la note suivante :

```
Copyright (c) 2001-2006 Twisted Matrix Laboratories.

Permission is hereby granted, free of charge, to any person obtaining
a copy of this software and associated documentation files (the
"Software"), to deal in the Software without restriction, including
without limitation the rights to use, copy, modify, merge, publish,
distribute, sublicense, and/or sell copies of the Software, and to
permit persons to whom the Software is furnished to do so, subject to
the following conditions:

The above copyright notice and this permission notice shall be
included in all copies or substantial portions of the Software.

THE SOFTWARE IS PROVIDED "AS IS", WITHOUT WARRANTY OF ANY KIND,
EXPRESS OR IMPLIED, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO THE WARRANTIES OF
MERCHANTABILITY, FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE AND
NONINFRINGEMENT. IN NO EVENT SHALL THE AUTHORS OR COPYRIGHT HOLDERS BE
LIABLE FOR ANY CLAIM, DAMAGES OR OTHER LIABILITY, WHETHER IN AN ACTION
OF CONTRACT, TORT OR OTHERWISE, ARISING FROM, OUT OF OR IN CONNECTION
WITH THE SOFTWARE OR THE USE OR OTHER DEALINGS IN THE SOFTWARE.
```

C.3.9 Select kqueue

Le module *select* contient la note suivante pour l'interface *kqueue* :

```
Copyright (c) 2000 Doug White, 2006 James Knight, 2007 Christian Heimes
All rights reserved.

Redistribution and use in source and binary forms, with or without
modification, are permitted provided that the following conditions
are met:
1. Redistributions of source code must retain the above copyright
   notice, this list of conditions and the following disclaimer.
2. Redistributions in binary form must reproduce the above copyright
   notice, this list of conditions and the following disclaimer in the
   documentation and/or other materials provided with the distribution.

THIS SOFTWARE IS PROVIDED BY THE AUTHOR AND CONTRIBUTORS ``AS IS'' AND
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
ANY EXPRESS OR IMPLIED WARRANTIES, INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, THE
IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE
ARE DISCLAIMED.  IN NO EVENT SHALL THE AUTHOR OR CONTRIBUTORS BE LIABLE
FOR ANY DIRECT, INDIRECT, INCIDENTAL, SPECIAL, EXEMPLARY, OR CONSEQUENTIAL
DAMAGES (INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, PROCUREMENT OF SUBSTITUTE GOODS
OR SERVICES; LOSS OF USE, DATA, OR PROFITS; OR BUSINESS INTERRUPTION)
HOWEVER CAUSED AND ON ANY THEORY OF LIABILITY, WHETHER IN CONTRACT, STRICT
LIABILITY, OR TORT (INCLUDING NEGLIGENCE OR OTHERWISE) ARISING IN ANY WAY
OUT OF THE USE OF THIS SOFTWARE, EVEN IF ADVISED OF THE POSSIBILITY OF
SUCH DAMAGE.
```

C.3.10 SipHash24

Le fichier `Python/pyhash.c` contient une implémentation par Marek Majkowski de l'algorithme *SipHash24* de Dan Bernstein. Il contient la note suivante :

```
<MIT License>
Copyright (c) 2013  Marek Majkowski <marek@popcount.org>

Permission is hereby granted, free of charge, to any person obtaining a copy
of this software and associated documentation files (the "Software"), to deal
in the Software without restriction, including without limitation the rights
to use, copy, modify, merge, publish, distribute, sublicense, and/or sell
copies of the Software, and to permit persons to whom the Software is
furnished to do so, subject to the following conditions:

The above copyright notice and this permission notice shall be included in
all copies or substantial portions of the Software.
</MIT License>

Original location:
   https://github.com/majek/csiphash/

Solution inspired by code from:
   Samuel Neves (supercop/crypto_auth/siphash24/little)
   djb (supercop/crypto_auth/siphash24/little2)
   Jean-Philippe Aumasson (https://131002.net/siphash/siphash24.c)
```

C.3.11 *strtod* et *dtoa*

Le fichier `Python/dtoa.c`, qui fournit les fonctions `dtoa` et `strtod` pour la conversion de *doubles* C vers et depuis les chaînes, est tiré d'un fichier du même nom par David M. Gay, actuellement disponible sur http://www.netlib.org/fp/. Le fichier original, tel que récupéré le 16 mars 2009, contient la licence suivante :

```
/****************************************************************
 *
 * The author of this software is David M. Gay.
 *
 * Copyright (c) 1991, 2000, 2001 by Lucent Technologies.
 *
 * Permission to use, copy, modify, and distribute this software for any
 * purpose without fee is hereby granted, provided that this entire notice
 * is included in all copies of any software which is or includes a copy
 * or modification of this software and in all copies of the supporting
 * documentation for such software.
 *
 * THIS SOFTWARE IS BEING PROVIDED "AS IS", WITHOUT ANY EXPRESS OR IMPLIED
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
* WARRANTY.  IN PARTICULAR, NEITHER THE AUTHOR NOR LUCENT MAKES ANY
* REPRESENTATION OR WARRANTY OF ANY KIND CONCERNING THE MERCHANTABILITY
* OF THIS SOFTWARE OR ITS FITNESS FOR ANY PARTICULAR PURPOSE.
*
************************************************************/
```

C.3.12 OpenSSL

Les modules *hashlib*, *posix*, *ssl*, et *crypt* utilisent la bibliothèque OpenSSL pour améliorer les performances, si elle est disponible via le système d'exploitation. Aussi les outils d'installation sur Windows et Mac OS X peuvent inclure une copie des bibliothèques d'OpenSSL, donc on colle une copie de la licence d'OpenSSL ici :

```
LICENSE ISSUES
==============

The OpenSSL toolkit stays under a dual license, i.e. both the conditions of
the OpenSSL License and the original SSLeay license apply to the toolkit.
See below for the actual license texts. Actually both licenses are BSD-style
Open Source licenses. In case of any license issues related to OpenSSL
please contact openssl-core@openssl.org.

OpenSSL License
---------------

  /* ====================================================================
   * Copyright (c) 1998-2008 The OpenSSL Project.  All rights reserved.
   *
   * Redistribution and use in source and binary forms, with or without
   * modification, are permitted provided that the following conditions
   * are met:
   *
   * 1. Redistributions of source code must retain the above copyright
   *    notice, this list of conditions and the following disclaimer.
   *
   * 2. Redistributions in binary form must reproduce the above copyright
   *    notice, this list of conditions and the following disclaimer in
   *    the documentation and/or other materials provided with the
   *    distribution.
   *
   * 3. All advertising materials mentioning features or use of this
   *    software must display the following acknowledgment:
   *    "This product includes software developed by the OpenSSL Project
   *    for use in the OpenSSL Toolkit. (http://www.openssl.org/)"
   *
   * 4. The names "OpenSSL Toolkit" and "OpenSSL Project" must not be used to
   *    endorse or promote products derived from this software without
   *    prior written permission. For written permission, please contact
   *    openssl-core@openssl.org.
   *
   * 5. Products derived from this software may not be called "OpenSSL"
   *    nor may "OpenSSL" appear in their names without prior written
   *    permission of the OpenSSL Project.
   *
   * 6. Redistributions of any form whatsoever must retain the following
   *    acknowledgment:
   *    "This product includes software developed by the OpenSSL Project
   *    for use in the OpenSSL Toolkit (http://www.openssl.org/)"
   *
   * THIS SOFTWARE IS PROVIDED BY THE OpenSSL PROJECT ``AS IS'' AND ANY
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
    * EXPRESSED OR IMPLIED WARRANTIES, INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, THE
    * IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR
    * PURPOSE ARE DISCLAIMED.  IN NO EVENT SHALL THE OpenSSL PROJECT OR
    * ITS CONTRIBUTORS BE LIABLE FOR ANY DIRECT, INDIRECT, INCIDENTAL,
    * SPECIAL, EXEMPLARY, OR CONSEQUENTIAL DAMAGES (INCLUDING, BUT
    * NOT LIMITED TO, PROCUREMENT OF SUBSTITUTE GOODS OR SERVICES;
    * LOSS OF USE, DATA, OR PROFITS; OR BUSINESS INTERRUPTION)
    * HOWEVER CAUSED AND ON ANY THEORY OF LIABILITY, WHETHER IN CONTRACT,
    * STRICT LIABILITY, OR TORT (INCLUDING NEGLIGENCE OR OTHERWISE)
    * ARISING IN ANY WAY OUT OF THE USE OF THIS SOFTWARE, EVEN IF ADVISED
    * OF THE POSSIBILITY OF SUCH DAMAGE.
    * ====================================================================
    *
    * This product includes cryptographic software written by Eric Young
    * (eay@cryptsoft.com).  This product includes software written by Tim
    * Hudson (tjh@cryptsoft.com).
    *
    */

Original SSLeay License
-----------------------

   /* Copyright (C) 1995-1998 Eric Young (eay@cryptsoft.com)
    * All rights reserved.
    *
    * This package is an SSL implementation written
    * by Eric Young (eay@cryptsoft.com).
    * The implementation was written so as to conform with Netscapes SSL.
    *
    * This library is free for commercial and non-commercial use as long as
    * the following conditions are aheared to.  The following conditions
    * apply to all code found in this distribution, be it the RC4, RSA,
    * lhash, DES, etc., code; not just the SSL code.  The SSL documentation
    * included with this distribution is covered by the same copyright terms
    * except that the holder is Tim Hudson (tjh@cryptsoft.com).
    *
    * Copyright remains Eric Young's, and as such any Copyright notices in
    * the code are not to be removed.
    * If this package is used in a product, Eric Young should be given attribution
    * as the author of the parts of the library used.
    * This can be in the form of a textual message at program startup or
    * in documentation (online or textual) provided with the package.
    *
    * Redistribution and use in source and binary forms, with or without
    * modification, are permitted provided that the following conditions
    * are met:
    * 1. Redistributions of source code must retain the copyright
    *    notice, this list of conditions and the following disclaimer.
    * 2. Redistributions in binary form must reproduce the above copyright
    *    notice, this list of conditions and the following disclaimer in the
    *    documentation and/or other materials provided with the distribution.
    * 3. All advertising materials mentioning features or use of this software
    *    must display the following acknowledgement:
    *    "This product includes cryptographic software written by
    *     Eric Young (eay@cryptsoft.com)"
    *    The word 'cryptographic' can be left out if the rouines from the library
    *    being used are not cryptographic related :-).
    * 4. If you include any Windows specific code (or a derivative thereof) from
    *    the apps directory (application code) you must include an acknowledgement:
    *    "This product includes software written by Tim Hudson (tjh@cryptsoft.com)"
    *
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
    * THIS SOFTWARE IS PROVIDED BY ERIC YOUNG ``AS IS'' AND
    * ANY EXPRESS OR IMPLIED WARRANTIES, INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, THE
    * IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE
    * ARE DISCLAIMED.  IN NO EVENT SHALL THE AUTHOR OR CONTRIBUTORS BE LIABLE
    * FOR ANY DIRECT, INDIRECT, INCIDENTAL, SPECIAL, EXEMPLARY, OR CONSEQUENTIAL
    * DAMAGES (INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, PROCUREMENT OF SUBSTITUTE GOODS
    * OR SERVICES; LOSS OF USE, DATA, OR PROFITS; OR BUSINESS INTERRUPTION)
    * HOWEVER CAUSED AND ON ANY THEORY OF LIABILITY, WHETHER IN CONTRACT, STRICT
    * LIABILITY, OR TORT (INCLUDING NEGLIGENCE OR OTHERWISE) ARISING IN ANY WAY
    * OUT OF THE USE OF THIS SOFTWARE, EVEN IF ADVISED OF THE POSSIBILITY OF
    * SUCH DAMAGE.
    *
    * The licence and distribution terms for any publically available version or
    * derivative of this code cannot be changed.  i.e. this code cannot simply be
    * copied and put under another distribution licence
    * [including the GNU Public Licence.]
    */
```

C.3.13 expat

Le module `pyexpat` est compilé avec une copie des sources d'*expat*, sauf si la compilation est configurée avec `--with-system-expat` :

```
Copyright (c) 1998, 1999, 2000 Thai Open Source Software Center Ltd
                               and Clark Cooper

Permission is hereby granted, free of charge, to any person obtaining
a copy of this software and associated documentation files (the
"Software"), to deal in the Software without restriction, including
without limitation the rights to use, copy, modify, merge, publish,
distribute, sublicense, and/or sell copies of the Software, and to
permit persons to whom the Software is furnished to do so, subject to
the following conditions:

The above copyright notice and this permission notice shall be included
in all copies or substantial portions of the Software.

THE SOFTWARE IS PROVIDED "AS IS", WITHOUT WARRANTY OF ANY KIND,
EXPRESS OR IMPLIED, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO THE WARRANTIES OF
MERCHANTABILITY, FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE AND NONINFRINGEMENT.
IN NO EVENT SHALL THE AUTHORS OR COPYRIGHT HOLDERS BE LIABLE FOR ANY
CLAIM, DAMAGES OR OTHER LIABILITY, WHETHER IN AN ACTION OF CONTRACT,
TORT OR OTHERWISE, ARISING FROM, OUT OF OR IN CONNECTION WITH THE
SOFTWARE OR THE USE OR OTHER DEALINGS IN THE SOFTWARE.
```

C.3.14 libffi

Le module `_ctypes` est compilé en utilisant une copie des sources de la *libffi*, sauf si la compilation est configurée avec `--with-system-libffi` :

```
Copyright (c) 1996-2008  Red Hat, Inc and others.

Permission is hereby granted, free of charge, to any person obtaining
a copy of this software and associated documentation files (the
``Software''), to deal in the Software without restriction, including
without limitation the rights to use, copy, modify, merge, publish,
distribute, sublicense, and/or sell copies of the Software, and to
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
permit persons to whom the Software is furnished to do so, subject to
the following conditions:

The above copyright notice and this permission notice shall be included
in all copies or substantial portions of the Software.

THE SOFTWARE IS PROVIDED ``AS IS'', WITHOUT WARRANTY OF ANY KIND,
EXPRESS OR IMPLIED, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO THE WARRANTIES OF
MERCHANTABILITY, FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE AND
NONINFRINGEMENT.  IN NO EVENT SHALL THE AUTHORS OR COPYRIGHT
HOLDERS BE LIABLE FOR ANY CLAIM, DAMAGES OR OTHER LIABILITY,
WHETHER IN AN ACTION OF CONTRACT, TORT OR OTHERWISE, ARISING FROM,
OUT OF OR IN CONNECTION WITH THE SOFTWARE OR THE USE OR OTHER
DEALINGS IN THE SOFTWARE.
```

C.3.15 zlib

Le module `zlib` est compilé en utilisant une copie du code source de *zlib* si la version de *zlib* trouvée sur le système est trop vieille pour être utilisée :

```
Copyright (C) 1995-2011 Jean-loup Gailly and Mark Adler

This software is provided 'as-is', without any express or implied
warranty.  In no event will the authors be held liable for any damages
arising from the use of this software.

Permission is granted to anyone to use this software for any purpose,
including commercial applications, and to alter it and redistribute it
freely, subject to the following restrictions:

1. The origin of this software must not be misrepresented; you must not
   claim that you wrote the original software. If you use this software
   in a product, an acknowledgment in the product documentation would be
   appreciated but is not required.

2. Altered source versions must be plainly marked as such, and must not be
   misrepresented as being the original software.

3. This notice may not be removed or altered from any source distribution.

Jean-loup Gailly        Mark Adler
jloup@gzip.org          madler@alumni.caltech.edu
```

C.3.16 cfuhash

L'implémentation des dictionnaires, utilisée par le module `tracemalloc` est basée sur le projet *cfuhash* :

```
Copyright (c) 2005 Don Owens
All rights reserved.

This code is released under the BSD license:

Redistribution and use in source and binary forms, with or without
modification, are permitted provided that the following conditions
are met:

  * Redistributions of source code must retain the above copyright
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
    notice, this list of conditions and the following disclaimer.

  * Redistributions in binary form must reproduce the above
    copyright notice, this list of conditions and the following
    disclaimer in the documentation and/or other materials provided
    with the distribution.

  * Neither the name of the author nor the names of its
    contributors may be used to endorse or promote products derived
    from this software without specific prior written permission.

THIS SOFTWARE IS PROVIDED BY THE COPYRIGHT HOLDERS AND CONTRIBUTORS
"AS IS" AND ANY EXPRESS OR IMPLIED WARRANTIES, INCLUDING, BUT NOT
LIMITED TO, THE IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS
FOR A PARTICULAR PURPOSE ARE DISCLAIMED. IN NO EVENT SHALL THE
COPYRIGHT OWNER OR CONTRIBUTORS BE LIABLE FOR ANY DIRECT, INDIRECT,
INCIDENTAL, SPECIAL, EXEMPLARY, OR CONSEQUENTIAL DAMAGES
(INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, PROCUREMENT OF SUBSTITUTE GOODS OR
SERVICES; LOSS OF USE, DATA, OR PROFITS; OR BUSINESS INTERRUPTION)
HOWEVER CAUSED AND ON ANY THEORY OF LIABILITY, WHETHER IN CONTRACT,
STRICT LIABILITY, OR TORT (INCLUDING NEGLIGENCE OR OTHERWISE)
ARISING IN ANY WAY OUT OF THE USE OF THIS SOFTWARE, EVEN IF ADVISED
OF THE POSSIBILITY OF SUCH DAMAGE.
```

C.3.17 libmpdec

Le module `_decimal` est construit en incluant une copie de la bibliothèque *libmpdec*, sauf si elle est compilée avec `--with-system-libmpdec` :

```
Copyright (c) 2008-2016 Stefan Krah. All rights reserved.

Redistribution and use in source and binary forms, with or without
modification, are permitted provided that the following conditions
are met:

1. Redistributions of source code must retain the above copyright
   notice, this list of conditions and the following disclaimer.

2. Redistributions in binary form must reproduce the above copyright
   notice, this list of conditions and the following disclaimer in the
   documentation and/or other materials provided with the distribution.

THIS SOFTWARE IS PROVIDED BY THE AUTHOR AND CONTRIBUTORS "AS IS" AND
ANY EXPRESS OR IMPLIED WARRANTIES, INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, THE
IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE
ARE DISCLAIMED.  IN NO EVENT SHALL THE AUTHOR OR CONTRIBUTORS BE LIABLE
FOR ANY DIRECT, INDIRECT, INCIDENTAL, SPECIAL, EXEMPLARY, OR CONSEQUENTIAL
DAMAGES (INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, PROCUREMENT OF SUBSTITUTE GOODS
OR SERVICES; LOSS OF USE, DATA, OR PROFITS; OR BUSINESS INTERRUPTION)
HOWEVER CAUSED AND ON ANY THEORY OF LIABILITY, WHETHER IN CONTRACT, STRICT
LIABILITY, OR TORT (INCLUDING NEGLIGENCE OR OTHERWISE) ARISING IN ANY WAY
OUT OF THE USE OF THIS SOFTWARE, EVEN IF ADVISED OF THE POSSIBILITY OF
SUCH DAMAGE.
```

ANNEXE D

Copyright

Python et cette documentation sont :

Voir *Histoire et licence* pour des informations complètes concernant la licence et les permissions.

Bibliographie

[Frie09] *Friedl, Jeffrey. Mastering Regular Expressions. 3rd ed., O'Reilly Media, 2009*. La troisième édition de ce livre ne couvre plus du tout Python, mais la première version explique en détails comment écrire de bonnes expressions rationnelles.

[C99] *ISO/IEC 9899 :1999*. "Langages de programmation -- C." Un texte public de ce standard est disponible à http://www.open-std.org/jtc1/sc22/wg14/www/docs/n1256.pdf.

Index des modules Python

Z

Index

Non alphabétique

A

B

C

D

E

F

G

H

I

J

K

L

M

N

O

P

Q

R

S

T

U

V

W

X

Y

Z