
Python Setup and Usage

Version 3.10.18

**Guido van Rossum
and the Python development team**

juillet 08, 2025

**Python Software Foundation
Email : docs@python.org**

Table des matières

1	Ligne de commande et environnement	3
1.1	Ligne de commande	3
1.1.1	Options de l'interface	3
1.1.2	Options génériques	5
1.1.3	Options diverses	6
1.1.4	Options à ne pas utiliser	9
1.2	Variables d'environnement	9
1.2.1	Variables en mode débogage	14
2	Utilisation de Python sur les plateformes Unix	15
2.1	Récupérer et installer la dernière version de Python	15
2.1.1	Sur Linux	15
2.1.2	Sur FreeBSD et OpenBSD	15
2.1.3	Sur OpenSolaris	16
2.2	Compiler Python	16
2.3	Fichiers et chemins liés à Python	16
2.4	Divers	17
2.5	Version personnalisée d'OpenSSL	17
3	Configurer Python	19
3.1	Options de configuration	19
3.1.1	Options générales	19
3.1.2	Options d'installation	20
3.1.3	Options de performance	21
3.1.4	Compilation de Python en mode débogage	22
3.1.5	Debug options	22
3.1.6	Linker options	23
3.1.7	Libraries options	23
3.1.8	Security Options	24
3.1.9	macOS Options	25
3.2	Python Build System	25
3.2.1	Main files of the build system	25
3.2.2	Main build steps	25
3.2.3	Main Makefile targets	26
3.2.4	C extensions	26
3.3	Compiler and linker flags	27
3.3.1	Preprocessor flags	27
3.3.2	Compiler flags	27
3.3.3	Linker flags	29
4	Utilisation de Python sur Windows	31

4.1	L'installateur complet	32
4.1.1	Étapes d'installation	32
4.1.2	Suppression de la limitation <code>MAX_PATH</code>	33
4.1.3	Installation sans l'interface utilisateur	33
4.1.4	Installation sans téléchargement	35
4.1.5	Modification d'une installation	35
4.2	Le paquet Microsoft Store	36
4.2.1	Known issues	36
4.3	Les paquets <i>nuget.org</i>	37
4.4	Le paquet intégrable	38
4.4.1	Application Python	38
4.4.2	Embarquer Python	39
4.5	Paquets alternatifs	39
4.6	Configurer Python	39
4.6.1	Digression : Définition des variables d'environnement	39
4.6.2	Trouver l'exécutable Python	40
4.7	Mode UTF-8	40
4.8	Lanceur Python pour Windows	41
4.8.1	Pour commencer	41
4.8.2	Lignes Shebang	43
4.8.3	Arguments dans les lignes <i>shebang</i>	43
4.8.4	Personnalisation	43
4.8.5	Diagnostics	45
4.9	Recherche de modules	45
4.10	Modules supplémentaires	46
4.10.1	PyWin32	46
4.10.2	cx_Freeze	47
4.11	Compiler Python sous Windows	47
4.12	Autres plateformes	47
5	Utilisation de Python sur un Mac	49
5.1	Obtenir et installer MacPython	49
5.1.1	Comment exécuter un script Python	50
5.1.2	Lancer des scripts avec une interface graphique	50
5.1.3	Configuration	50
5.2	<i>L'IDE</i>	50
5.3	Installation de paquets Python additionnels	51
5.4	Programmation d'interface graphique sur le Mac	51
5.5	Distribuer des Applications Python sur le Mac	51
5.6	Autres ressources	51
6	Éditeurs et IDEs	53
A	Glossaire	55
B	À propos de ces documents	69
B.1	Contributeurs de la documentation Python	69
C	Histoire et licence	71
C.1	Histoire du logiciel	71
C.2	Conditions générales pour accéder à, ou utiliser, Python	72
C.2.1	PSF LICENSE AGREEMENT FOR PYTHON 3.10.18	72
C.2.2	LICENCE D'UTILISATION BEOPEN.COM POUR PYTHON 2.0	73
C.2.3	LICENCE D'UTILISATION CNRI POUR PYTHON 1.6.1	74
C.2.4	LICENCE D'UTILISATION CWI POUR PYTHON 0.9.0 à 1.2	75
C.2.5	LICENCE BSD ZERO-CLAUSE POUR LE CODE DANS LA DOCUMENTATION DE PYTHON 3.10.18	75
C.3	Licences et remerciements pour les logiciels tiers	76
C.3.1	Mersenne twister	76

C.3.2	Interfaces de connexion (<i>sockets</i>)	77
C.3.3	Interfaces de connexion asynchrones	77
C.3.4	Gestion de témoin (<i>cookie</i>)	78
C.3.5	Traçage d'exécution	78
C.3.6	Les fonctions UUencode et UUdecode	79
C.3.7	Appel de procédures distantes en XML (<i>RPC</i> , pour <i>Remote Procedure Call</i>)	79
C.3.8	test_epoll	80
C.3.9	Select kqueue	80
C.3.10	SipHash24	81
C.3.11	strtod et dtoa	81
C.3.12	OpenSSL	82
C.3.13	expat	84
C.3.14	libffi	84
C.3.15	zlib	85
C.3.16	cfuhash	85
C.3.17	libmpdec	86
C.3.18	Ensemble de tests C14N du W3C	86
C.3.19	Audioop	87
D	Copyright	89
	Index	91

Cette partie de la documentation est consacrée aux informations générales au sujet de l'installation de l'environnement Python sur différentes plateformes, l'invocation de l'interpréteur et des choses qui facilitent le travail avec Python.

Ligne de commande et environnement

L'interpréteur CPython analyse la ligne de commande et l'environnement à la recherche de différents paramètres.

Particularité de l'implémentation CPython : Le format des lignes de commande utilisé par d'autres implémentations peut s'avérer différent. Voir [implementations](#) pour plus d'informations.

1.1 Ligne de commande

Quand vous invoquez Python, vous pouvez spécifier n'importe laquelle de ces options :

```
python [-bBdEhiIOqsSuvVWx?] [-c command | -m module-name | script | - ] [args]
```

Le cas d'utilisation le plus courant est, bien entendu, la simple invocation d'un script :

```
python myscript.py
```

1.1.1 Options de l'interface

L'interface de l'interpréteur ressemble à celle du shell UNIX mais fournit quelques méthodes d'invocation supplémentaires :

- Quand l'interpréteur est appelé avec l'entrée standard connectée à un périphérique tty, il lit les lignes de commande et les exécute jusqu'à ce qu'un caractère EOF (caractère fin de fichier, que vous pouvez produire avec `Ctrl-D` sous UNIX ou `Ctrl-Z`, `Enter` sous Windows) soit lu.
- Quand l'interpréteur est appelé avec un argument correspondant à un nom de fichier ou avec un fichier comme entrée standard, il lit et exécute le script contenu dans ce fichier.
- Quand l'interpréteur est appelé avec un argument correspondant à un répertoire, il lit et exécute un script d'un certain nom dans ce répertoire.
- Quand l'interpréteur est appelé avec l'option `-c commande`, il exécute la ou les instructions Python données comme *commande*. Ici *commande* peut contenir plusieurs instructions séparées par des fins de ligne. Les blancs en début de ligne ne sont pas ignorés dans les instructions Python !
- Quand l'interpréteur est appelé avec l'option `-m nom-de-module`, le module donné est recherché dans le chemin des modules Python et est exécuté en tant que script.

En mode non-interactif, toute l'entrée est analysée avant d'être exécutée.

Une option d'interface termine la liste des options consommées par l'interpréteur ; tous les arguments atterrissent dans `sys.argv` — notez que le premier élément, à l'indice zéro (`sys.argv[0]`), est une chaîne de caractères indiquant la source du programme.

-c <command>

Exécute le code Python dans *command*. *command* peut être une ou plusieurs instructions, séparées par des fins de ligne, dont les espaces en début de ligne sont significatives, comme dans le code d'un module.

Si cette option est donnée, le premier élément de `sys.argv` est "-c" et le répertoire courant est ajouté au début de `sys.path` (permettant aux modules de ce répertoire d'être importés comme des modules de premier niveau).

Lève un évènement d'audit `cpython.run_command` avec comme argument `command`.

-m <module-name>

Parcourt `sys.path` à la recherche du module donné et exécute son contenu en tant que module `__main__`.

L'argument étant un nom de *module*, vous ne devez pas fournir d'extension de fichier (`.py`). Le nom du module doit être un nom de module Python valide, absolu, mais l'implémentation peut ne pas l'imposer (par exemple, l'utilisation d'un trait d'union peut être autorisée).

Les noms de paquets sont aussi autorisés (ainsi que les paquets-espace de nommage, *namespace packages* en anglais). Quand un nom de paquet est donné à la place d'un simple module, l'interpréteur exécute `<pkg>.__main__` comme module principal. Ce comportement est délibérément identique au traitement d'un dossier ou d'un fichier zip donné en argument à l'interpréteur comme script.

Note : Cette option ne peut pas être utilisée avec les modules natifs et les modules d'extension écrits en C, étant donné qu'ils ne possèdent pas de fichiers modules en Python. Cependant, elle peut toujours être utilisée pour les modules pré-compilés, même si le fichier source original n'est pas disponible.

Si cette option est donnée, le premier élément de `sys.argv` est le chemin complet d'accès au fichier du module (pendant que le fichier est recherché, le premier élément est mis à "-m"). Comme avec l'option `-c`, le dossier courant est ajouté au début de `sys.path`.

L'option `-I` peut être utilisée pour exécuter le script en mode isolé où `sys.path` ne contient ni le dossier courant, ni le dossier `site-packages` de l'utilisateur. Toutes les variables d'environnement `PYTHON*` sont également ignorées.

De nombreux modules de la bibliothèque standard contiennent du code qui est invoqué quand ils sont exécutés comme scripts. Un exemple est le module `timeit` :

```
python -m timeit -s 'setup here' 'benchmarked code here'
python -m timeit -h # for details
```

Lève un évènement d'audit `cpython.run_command` avec comme argument `module-name`.

Voir aussi :

`runpy.run_module()` Fonctionnalité équivalente directement disponible en code Python

PEP 338 -- Exécuter des modules en tant que scripts

Modifié dans la version 3.1 : Fournir le nom d'un paquet pour exécuter un sous-module `__main__`.

Modifié dans la version 3.4 : les paquets-espaces de nommage sont aussi gérés

-

Lit les commandes depuis l'entrée standard (`sys.stdin`). Si l'entrée standard est un terminal, l'option `-i` est activée implicitement.

Si cette option est donnée, le premier élément de `sys.argv` est "-" et le dossier courant est ajouté au début de `sys.path`.

Lève un évènement d'audit `cpython.run_stdin` sans argument.

<script>

Exécute le code Python contenu dans *script*, qui doit être un chemin d'accès (absolu ou relatif) à un fichier, faisant référence à un fichier Python, à un répertoire contenant un fichier `__main__.py` ou à un fichier zip contenant un fichier `__main__.py`.

Si cette option est donnée, le premier élément de `sys.argv` est le nom du script tel que donné sur la ligne de commande.

Si le nom du script se réfère directement à un fichier Python, le répertoire contenant ce fichier est ajouté au début de `sys.path` et le fichier est exécuté en tant que module `__main__`.

Si le nom du script fait référence à un dossier ou à un fichier zip, le nom du script est ajouté au début de `sys.path` et le fichier `__main__.py` à cet endroit est exécuté en tant que module `__main__`.

L'option `-I` peut être utilisée pour lancer le script en mode isolé où `sys.path` ne contient ni le dossier du script, ni le dossier `site-packages` de l'utilisateur. Toutes les variables d'environnement `PYTHON*` sont aussi ignorées.

Lève un évènement d'audit `cpython.run_file` avec comme argument `filename`.

Voir aussi :

`runpy.run_path()` Fonctionnalité équivalente directement disponible en code Python

Si aucune option d'interface n'est donnée, l'option `-i` est activée implicitement, `sys.argv[0]` est une chaîne vide (`""`) et le dossier courant est ajouté au début de `sys.path`. Aussi, la complétion par tabulation et l'édition de l'historique sont automatiquement activés, s'ils sont disponibles sur votre système (voir `rlcompleter-config`).

Voir aussi :

tut-invoking

Modifié dans la version 3.4 : Activation automatique de la complétion par tabulation et édition de l'historique.

1.1.2 Options génériques

`-?`

`-h`

`--help`

Affiche une brève description de toutes les options de la ligne de commande.

`-V`

`--version`

Affiche la version de Python et termine. Par exemple :

```
Python 3.8.0b2+
```

Lorsque l'option est doublée, affiche davantage d'informations sur la manière dont Python a été compilé, comme :

```
Python 3.8.0b2+ (3.8:0c076caaa8, Apr 20 2019, 21:55:00)
[GCC 6.2.0 20161005]
```

Nouveau dans la version 3.6 : L'option `-VV`.

1.1.3 Options diverses

-b

Affiche un avertissement (*warning* en anglais) lors d'une comparaison d'un objet de type `bytes` ou `bytearray` avec un objet de type `str` ou un objet de type `bytes` avec un objet de type `int`. Lève une erreur si cette option est doublée (`-bb`).

Modifié dans la version 3.5 : Concerne les comparaisons de `bytes` avec `int`.

-B

S'il est donné, Python ne tente pas d'écrire de fichier `.pyc` ou `.pyo` à l'importation des modules sources. Voir aussi [PYTHONDONTWRITEBYTECODE](#).

--check-hash-based-pycs `default|always|never`

Contrôle la façon dont sont validés les fichiers `.pyc` avec empreinte (voir `pyc`-invalidation). Quand la valeur est `default`, les caches de fichiers de code intermédiaire sont validés en fonction de leur sémantique par défaut. Quand la valeur est `always`, tous les fichiers `.pyc`, qu'ils soient vérifiés ou non, sont validés par rapport à leurs fichiers sources correspondants. Quand la valeur est `never`, les fichiers `.pyc` ne sont pas validés par rapport à leurs fichiers sources correspondants.

La sémantique des fichiers `.pyc` générés en fonction de l'horodatage n'est pas affectée par cette option.

-d

Active la sortie de l'analyseur en mode débogage (pour les experts uniquement, en fonction des options de compilation). Voir aussi [PYTHONDEBUG](#).

-E

Ignore toutes les variables d'environnement `PYTHON*` qui pourraient être définies. Par exemple, [PYTHONPATH](#) et [PYTHONHOME](#).

-i

Quand un script est passé comme premier argument ou que l'option `-c` est utilisée, entre en mode interactif après avoir exécuté le script ou la commande, même lorsque `sys.stdin` ne semble pas être un terminal. Le fichier [PYTHONSTARTUP](#) n'est pas lu.

Cela peut être utile pour examiner les variables globales ou une trace de la pile lorsque le script lève une exception. Voir aussi [PYTHONINSPECT](#).

-I

Lance Python en mode isolé. Cela implique aussi `-E` et `-s`. En mode isolé, `sys.path` ne contient ni le répertoire du script ni le répertoire *site-packages* de l'utilisateur. Toutes les variables d'environnement `PYTHON*` sont aussi ignorées. Davantage de restrictions peuvent être imposées pour éviter que l'utilisateur n'injecte du code malicieux.

Nouveau dans la version 3.4.

-O

Enlève les instructions `assert` et tout le code qui dépend de la valeur de `__debug__`. Ajoute `.opt-1` au nom de fichier du code intermédiaire (*bytecode*), avant l'extension `.pyc` (voir la [PEP 488](#)). Voir aussi [PYTHONOPTIMIZE](#).

Modifié dans la version 3.5 : Modifie les noms de fichiers `.pyc` suivant la [PEP 488](#).

-OO

Agit comme `-O` et ignore aussi les *docstrings*. Ajoute `.opt-2` au nom de fichier du code intermédiaire (*bytecode*), avant l'extension `.pyc` (voir la [PEP 488](#)).

Modifié dans la version 3.5 : Modifie les noms de fichiers `.pyc` suivant la [PEP 488](#).

-q

N'affiche pas le copyright et la version, même en mode interactif.

Nouveau dans la version 3.2.

-R

Active l'imprévisibilité du hachage. Cette option ne produit un effet que si la variable d'environnement

`PYTHONHASHSEED` est mise à 0, puisque l'imprévisibilité du hachage est activée par défaut.

Sur les versions précédentes de Python, cette option activait l'imprévisibilité des empreintes de manière à ce que les `__hash__()` des `str` et des `bytes` soient « salés » avec une valeur aléatoire non prévisible. Bien que ce sel soit constant durant le déroulement d'un processus Python, il n'est pas prévisible pour des invocations répétées de code Python.

Hash randomization is intended to provide protection against a denial-of-service caused by carefully chosen inputs that exploit the worst case performance of a dict construction, $O(n^2)$ complexity. See <http://www.ocert.org/advisories/ocert-2011-003.html> for details.

`PYTHONHASHSEED` vous permet de définir vous-même la valeur du sel pour l'algorithme de calcul des empreintes.

Modifié dans la version 3.7 : Cette option n'est plus ignorée.

Nouveau dans la version 3.2.3.

-s

N'ajoute pas le répertoire utilisateur `site-packages` à `sys.path`.

Voir aussi :

PEP 370 -- Répertoire `site-packages` propre à l'utilisateur

-S

Désactive l'importation du module `site` et les modifications locales de `sys.path` qu'il implique. Désactive aussi ces manipulations si `site` est importé explicitement plus tard (appelez `site.main()` si vous voulez les déclencher).

-u

Force les flux de sortie et d'erreur standards à ne pas utiliser de tampon. Cette option n'a pas d'effet sur le flux d'entrée standard.

Voir aussi `PYTHONUNBUFFERED`.

Modifié dans la version 3.7 : La couche texte des flux de sortie et d'erreur standards n'utilise maintenant plus de tampon.

-v

Affiche un message chaque fois qu'un module est initialisé, montrant l'emplacement (nom du fichier ou module natif) à partir duquel il est chargé. Lorsque l'option est doublée (`-vv`), affiche un message pour chaque fichier vérifié lors de la recherche du module. Fournit aussi des informations sur le nettoyage des modules à la fin.

Modifié dans la version 3.10 : Le module `site` affiche les emplacements de recherche de modules spécifiques à l'installation ainsi que les fichiers `.pth` qui sont lus.

Voir aussi `PYTHONVERBOSE`.

-W arg

Contrôle des avertissements. Le mécanisme d'avertissement de Python, par défaut, affiche les messages d'avertissement sur `sys.stderr`.

Les configurations les plus simples forcent l'application de l'action à tous les avertissements émis par un processus (même ceux qui auraient été ignorés par défaut) :

```
-Wdefault  # Warn once per call location
-Werror    # Convert to exceptions
-Walways   # Warn every time
-Wmodule   # Warn once per calling module
-Wonce     # Warn once per Python process
-Wignore   # Never warn
```

Les noms des actions peuvent être abrégés à votre convenance, l'interpréteur fait la résolution vers le nom adéquat. Par exemple, `-Wi` équivaut à `-Wignore`.

La forme développée de l'argument de `-W` est :

```
action:message:category:module:lineno
```

Les champs *message*, *category*, *module*, *line* appliquent des filtres de sélection. Ils sont facultatifs : on peut les laisser vides, ou en omettre certains à la fin. Par exemple, `-W ignore::DeprecationWarning` permet d'ignorer tous les avertissements de type `DeprecationWarning`.

Le champ *action* déjà décrit s'applique donc uniquement aux avertissements qui sont passés à travers les filtres.

Un filtre *message* restreint l'action aux avertissements dont le texte complet correspond à *message* (la comparaison ne prend pas en compte la casse).

Un filtre *category* restreint l'action aux avertissements dont la classe est celle nommée *category*, ou bien une classe fille de la classe nommée *category*. Un exemple pour *category* est `DeprecationWarning`.

The *module* field matches the (fully qualified) module name ; this match is case-sensitive.

Enfin, un filtre *lineno* restreint l'action aux avertissements qui proviennent d'un numéro de ligne donné. La valeur zéro revient à appliquer le filtre sur toutes les lignes, c.-à-d. l'équivalent de ne pas mettre de numéro.

L'option `-W` peut être répétée ; lorsqu'un avertissement correspond à plus d'une option, l'action associée à la dernière correspondance est effectuée. Les options `-W` invalides sont ignorées (cependant, un message d'avertissement est affiché sur les options invalides au moment où le premier avertissement est généré).

Les avertissements peuvent aussi être contrôlés en utilisant la variable d'environnement `PYTHONWARNINGS` et depuis un programme Python en utilisant le module `warnings`. Par exemple, la fonction `warnings.filterwarnings()` peut être utilisée pour filtrer les messages d'avertissement en utilisant une expression rationnelle.

Voir `warning-filter` et `describing-warning-filters` pour plus de détails.

-x

Saute la première ligne du code source, autorisant ainsi les directives de type `# ! cmd` non conformes au standard Unix. L'objectif est de proposer une astuce spécifique pour le DOS.

-X

Réservée pour les options spécifiques aux différentes implémentations. CPython reconnaît actuellement les valeurs suivantes :

- `-X faulthandler` pour activer `faulthandler`.
- `-X showrefcount` pour afficher le compteur des références et le nombre de blocs mémoire utilisés lorsque le programme se termine ou après chaque entrée de l'interpréteur interactif. Ceci ne fonctionne que sur les versions *compilées en mode débogage*.
- `-X tracemalloc` pour lancer le suivi des allocations mémoire par Python en utilisant le module `tracemalloc`. Par défaut, seul l'appel (la *frame* en anglais) le plus récent est stocké dans la trace de la pile d'appels. Utilisez `-X tracemalloc=NFRAME` pour lancer le suivi avec une limite des traces à `NFRAME` appels. Voir `tracemalloc.start()` pour plus d'informations.
- `-X int_max_str_digits` configure the integer string conversion length limitation. See also `PYTHONINTMAXSTRDIGITS`.
- `-X importtime` affiche le temps mis pour chaque importation. Le temps total par module est affiché (y compris le temps pris par les importations imbriquées) ainsi que le temps propre du module (c.-à-d. sans les importations imbriquées). Notez que l'affichage peut être perturbé dans une application avec de multiples fils d'exécution. L'utilisation classique est `python3 -X importtime -c 'import asyncio'`. Voir aussi `PYTHONPROFILEIMPORTTIME`.
- `-X dev` : active le mode développement de Python, rajoutant des vérifications additionnelles durant l'exécution qui sont trop lourdes pour être activées par défaut.
- `-X utf8` active le mode UTF-8. `-X utf8=0` désactive explicitement le mode UTF-8 (même s'il avait dû s'activer automatiquement).
- `-X pycache_prefix=PATH` place l'arborescence des fichiers `.pyc` à partir du chemin donné au lieu de l'arborescence du code source. Voir aussi `PYTHONPYCACHEPREFIX`.
- `-X warn_default_encoding` pour émettre un `EncodingWarning` lorsqu'un fichier est ouvert avec l'encodage par défaut des paramètres régionaux. Voir aussi `PYTHONWARNDEFAULTENCODING`.

Il est aussi possible de passer des valeurs arbitraires et de les récupérer par le dictionnaire `sys._xoptions`.

Modifié dans la version 3.2 : L'option `-X` a été ajoutée.

Nouveau dans la version 3.3 : L'option `-X faulthandler`.

Nouveau dans la version 3.4 : Les options `-X showrefcount` et `-X tracemalloc`.

Nouveau dans la version 3.6 : L'option `-X showalloccount`.

Nouveau dans la version 3.7 : Les options `-X importtime`, `-X dev` et `-X utf8`.

Nouveau dans la version 3.8 : L'option `-X pycache_prefix`. L'option `-X dev` journalise maintenant des exceptions `close()` dans le destructeur de la classe `io.IOBase`.

Modifié dans la version 3.9 : L'utilisation de l'option `-X dev` entraîne la vérification des arguments *encoding* et *errors* sur les opérations d'encodage et de décodage des chaînes de caractères.

L'option `-X showalloccount` a été supprimée.

Nouveau dans la version 3.10 : L'option `-X warn_default_encoding`.

Nouveau dans la version 3.10.7 : The `-X int_max_str_digits` option.

Deprecated since version 3.9, removed in version 3.10 : L'option `-X oldparser`.

1.1.4 Options à ne pas utiliser

`-J`

Utilisation réservée à `Jython`.

1.2 Variables d'environnement

Les variables d'environnement suivantes modifient le comportement de Python. Elles sont analysées avant les options de la ligne de commande, autres que `-E` ou `-I`. Il est d'usage que les options de la ligne de commande prennent le pas sur les variables d'environnement en cas de conflit.

PYTHONHOME

Modifie l'emplacement des bibliothèques standards de Python. Par défaut, les bibliothèques sont recherchées dans `préfixe/lib/pythonversion` et `préfixe_exec/lib/pythonversion` où *préfixe* et *préfixe_exec* sont des répertoires qui dépendent de l'installation (leur valeur par défaut étant `/usr/local`).

Quand `PYTHONHOME` est défini à un simple répertoire, sa valeur remplace à la fois *préfixe* et *préfixe_exec*. Pour spécifier des valeurs différentes à ces variables, définissez `PYTHONHOME` à `préfixe:préfixe_exec`.

PYTHONPATH

Augmente le chemin de recherche par défaut des fichiers de modules. Le format est le même que pour `PATH` du shell : un ou plusieurs chemins de répertoires séparés par `os.pathsep` (par exemple, le caractère deux-points sous Unix et point-virgule sous Windows). Les répertoires qui n'existent pas sont ignorés silencieusement.

En plus des répertoires normaux, des entrées individuelles de `PYTHONPATH` peuvent faire référence à des fichiers zip contenant des modules en pur Python (soit sous forme de code source, soit sous forme compilée). Les modules d'extensions ne peuvent pas être importés à partir de fichiers zip.

Le chemin de recherche par défaut dépend de l'installation mais commence généralement par `préfixe/lib/pythonversion` (voir `PYTHONHOME` ci-dessus). Il est *toujours* ajouté à `PYTHONPATH`.

Comme indiqué ci-dessus dans *Options de l'interface*, un répertoire supplémentaire est inséré dans le chemin de recherche devant `PYTHONPATH`. Le chemin de recherche peut être manipulé depuis un programme Python avec la variable `sys.path`.

PYTHONPLATLIBDIR

Si elle est définie à une chaîne non vide, elle remplace la valeur de `sys.platlibdir`.

Nouveau dans la version 3.9.

PYTHONSTARTUP

S'il s'agit d'un nom de fichier accessible en lecture, les commandes Python de ce fichier sont exécutées avant que la première invite ne soit affichée en mode interactif. Le fichier est exécuté dans le même espace de nommage que les commandes interactives, de manière à ce que les objets définis ou importés puissent être utilisés sans qualificatif dans la session interactive. Vous pouvez aussi changer les invites `sys.ps1` et `sys.ps2` ainsi que le point d'entrée (*hook* en anglais) `sys.__interactivehook__` dans ce fichier.

Lève un évènement d'audit `cpython.run_startup` avec comme argument `filename`.

PYTHONOPTIMIZE

Si elle est définie à une chaîne non vide, c'est équivalent à spécifier l'option `-O`. Si elle est définie à un entier, c'est équivalent à spécifier l'option `-O` plusieurs fois.

PYTHONBREAKPOINT

Si elle est définie, elle fait référence à un callable en utilisant la notation des chemins délimités par des points. Le module contenant l'appelable est importé et l'appelable est alors lancé par l'implémentation par défaut de `sys.breakpointhook()`, elle-même étant appelée par la fonction native `breakpoint()`. Si elle n'est pas définie ou définie par une chaîne vide, elle vaut la même chose que `pdb.set_trace`. La définir à la chaîne "0" entraîne que l'implémentation par défaut de `sys.breakpointhook()` ne fait rien et s'interrompt immédiatement.

Nouveau dans la version 3.7.

PYTHONDEBUG

Si elle est définie à une chaîne non vide, c'est équivalent à spécifier l'option `-d`. Si elle est définie à un entier, c'est équivalent à spécifier l'option `-d` plusieurs fois.

PYTHONINSPECT

Si elle est définie à une chaîne non vide, c'est équivalent à spécifier l'option `-i`.

Cette variable peut aussi être modifiée par du code Python en utilisant `os.environ` pour forcer le mode introspectif à la fin du programme.

Lève un évènement d'audit `cpython.run_stdin` sans argument.

Modifié dans la version 3.10.15 : (also 3.9.20, and 3.8.20) Emits audit events.

PYTHONUNBUFFERED

Si elle est définie à une chaîne non vide, c'est équivalent à spécifier l'option `-u`.

PYTHONVERBOSE

Si elle est définie à une chaîne non vide, c'est équivalent à spécifier l'option `-v`. Si elle est définie à un entier, c'est équivalent à spécifier l'option `-v` plusieurs fois.

PYTHONCASEOK

Si elle est définie, Python ignore la casse dans les instructions `import`. Ceci ne fonctionne que sous Windows et macOS.

PYTHONDONTWRITEBYTECODE

Si elle est définie et n'est pas une chaîne vide, Python n'écrit pas de fichier `.pyc` à l'importation des modules sources. C'est équivalent à spécifier l'option `-B`.

PYTHONPYCACHEPREFIX

Si elle est définie, Python n'écrit pas ses fichiers `.pyc` dans `__pycache__` mais dans une arborescence miroir à ce chemin. C'est l'équivalent de l'option `-X pycache_prefix=PATH`.

Nouveau dans la version 3.8.

PYTHONHASHSEED

Si cette variable n'est pas définie ou définie à `random`, une valeur aléatoire est utilisée pour saler les empreintes des objets `str` et `bytes`.

Si `PYTHONHASHSEED` est définie à une valeur entière, elle est utilisée comme valeur de salage pour générer les empreintes des types utilisant l'imprévisibilité du hachage.

L'objectif est d'avoir des empreintes reproductibles, pour des tests de l'interpréteur lui-même ou pour qu'un groupe de processus Python puisse partager des empreintes.

Le nombre entier doit être écrit en base 10 et être compris entre 0 et 4 294 967 295. Spécifier la valeur 0 désactive l'imprévisibilité des empreintes.

Nouveau dans la version 3.2.3.

PYTHONINTMAXSTRDIGITS

If this variable is set to an integer, it is used to configure the interpreter's global integer string conversion length limitation.

Nouveau dans la version 3.10.7.

PYTHONIOENCODING

Si la variable est définie sous la forme `nom_encodage:gestionnaire_erreur` avant le lancement de l'interpréteur, cela prend le pas sur l'encodage utilisé pour l'entrée standard, la sortie standard ou la sortie d'erreur. `nom_encodage` et `:gestionnaire_erreur` sont facultatifs tous les deux et possèdent la même signification que dans `str.encode()`.

Pour la sortie d'erreur, la partie `:gestionnaire_erreur` est ignorée : le gestionnaire est toujours `'backslashreplace'`.

Modifié dans la version 3.4 : La partie `nom_encodage` est maintenant optionnelle.

Modifié dans la version 3.6 : Sous Windows, l'encodage spécifié par cette variable est ignoré pour le tampon des consoles interactives à moins que `PYTHONLEGACYWINDOWSSTDIO` ne soit aussi spécifié. Les fichiers et tubes (*pipes* en anglais) redirigés vers les flux standards ne sont pas concernés.

PYTHONNOUSERSITE

Si elle est définie, Python n'ajoute pas le répertoire `site-packages` propre à l'utilisateur à `sys.path`.

Voir aussi :

PEP 370 -- Répertoire `site-packages` propre à l'utilisateur

PYTHONUSERBASE

Définit le répertoire `base utilisateur`. Celui-ci est utilisé pour déterminer le chemin du répertoire `site-packages` propre à l'utilisateur et des schémas d'installation de Distutils pour `python setup.py install --user`.

Voir aussi :

PEP 370 -- Répertoire `site-packages` propre à l'utilisateur

PYTHONEXECUTABLE

Si cette variable d'environnement est définie, `sys.argv[0]` est définie à cette valeur au lieu de la valeur fournie par l'exécutable. Ne fonctionne que sur macOS.

PYTHONWARNINGS

C'est équivalent à spécifier l'option `-W`. Si la valeur est une chaîne séparée par des virgules, c'est équivalent à spécifier l'option `-W` plusieurs fois. Dans ce cas, les filtres spécifiés en derniers prennent le pas sur ceux qui les précèdent dans la liste.

Les configurations les plus simples forcent l'application de l'action à tous les avertissements émis par un processus (même ceux qui auraient été ignorés par défaut) :

```
PYTHONWARNINGS=default # Warn once per call location
PYTHONWARNINGS=error   # Convert to exceptions
PYTHONWARNINGS=always  # Warn every time
PYTHONWARNINGS=module  # Warn once per calling module
PYTHONWARNINGS=once    # Warn once per Python process
PYTHONWARNINGS=ignore  # Never warn
```

Voir `warning-filter` et `describing-warning-filters` pour plus de détails.

PYTHONFAULTHANDLER

Si elle est définie à une chaîne non vide, `faulthandler.enable()` est appelée au démarrage : ceci installe un gestionnaire pour les signaux `SIGSEGV`, `SIGFPE`, `SIGABRT`, `SIGBUS` et `SIGILL` afin de générer une

trace de la pile d'appels. C'est équivalent à spécifier l'option `-X faulthandler`.

Nouveau dans la version 3.3.

PYTHONTRACEMALLOC

Si elle est définie à une chaîne non vide, lance le suivi des allocations mémoire par Python en utilisant le module `tracemalloc`. La valeur de la variable définit le nombre maximum d'appels (les *frames* en anglais) stockés dans la trace de pile d'appels. Par exemple, `PYTHONTRACEMALLOC=1` ne stocke que l'appel le plus récent. Voir `tracemalloc.start()` pour davantage d'informations.

Nouveau dans la version 3.4.

PYTHONPROFILEIMPORTTIME

Si elle est définie et n'est pas une chaîne vide, Python affiche le temps pris par les importations. C'est exactement équivalent à donner `-X importtime` en ligne de commande.

Nouveau dans la version 3.7.

PYTHONASYNCIODEBUG

Si elle est définie à une chaîne non vide, active le mode débogage du module `asyncio`.

Nouveau dans la version 3.4.

PYTHONMALLOC

Définit l'allocateur mémoire de Python ou installe des points d'entrée (*hooks* en anglais) de débogage.

Définit la famille d'allocateurs mémoire utilisés par Python :

- `default` : utilise les allocateurs de mémoire par défaut.
- `malloc` : utilise la fonction `malloc()` de la bibliothèque C standard pour tous les domaines (`PYMEM_DOMAIN_RAW`, `PYMEM_DOMAIN_MEM`, `PYMEM_DOMAIN_OBJ`).
- `pymalloc` : utilise l'allocateur `pymalloc` pour les domaines `PYMEM_DOMAIN_MEM` ainsi que `PYMEM_DOMAIN_OBJ` et utilise la fonction `malloc()` pour le domaine `PYMEM_DOMAIN_RAW`.

Chacun de ces modes possède un pendant qui ajoute en plus des points d'entrée de débogage :

- `debug` pour l'allocateur de mémoire par défaut ;
- `malloc_debug` pour `malloc` ;
- `pymalloc_debug` pour `pymalloc`.

Modifié dans la version 3.7 : L'allocateur `default` a été ajouté.

Nouveau dans la version 3.6.

PYTHONMALLOCSTATS

Si elle est définie à une chaîne non vide, Python affiche des statistiques relatives à l'allocateur mémoire `pymalloc` chaque fois qu'un objet est créé par ce gestionnaire, ainsi qu'à la fin de l'exécution du programme.

Cette variable est ignorée si la variable d'environnement `PYTHONMALLOC` est utilisée pour forcer l'allocateur `malloc()` de la bibliothèque C standard ou si Python est configuré sans le support de `pymalloc`.

Modifié dans la version 3.6 : Cette variable peut maintenant être utilisée avec Python compilé en mode *release*. Elle n'a pas d'effet si elle est définie à une chaîne vide.

PYTHONLEGACYWINDOWSFSENCODING

Si elle est définie et n'est pas une chaîne vide, *l'encodage utilisé pour interagir avec le système de fichiers et le gestionnaire d'erreurs associé* reviennent à leurs valeurs par défaut pré-3.6, respectivement `'mbcs'` et `'replace'`. Sinon, elles prennent les nouvelles valeurs par défaut `"UTF-8"` et `"surrogatepass"`.

Vous pouvez aussi activer ceci à l'exécution avec `sys._enablelegacywindowsfsencoding()`.

Disponibilité : Windows.

Nouveau dans la version 3.6 : Voir la [PEP 529](#) pour plus d'informations.

PYTHONLEGACYWINDOWSSTDIO

Si elle est définie et n'est pas une chaîne vide, n'utilise pas les lecteur et écrivain de la nouvelle console. Cela signifie que les caractères Unicode sont encodés avec l'encodage de la console active plutôt qu'en UTF-8.

Cette variable est ignorée si les flux standards sont redirigés (vers des fichiers ou des tubes) plutôt que pointant vers des mémoires tampons de console.

Disponibilité : Windows.

Nouveau dans la version 3.6.

PYTHONCOERCECLOCALE

Si elle est définie à la valeur 0, l'application en ligne de commande principale Python ne prend pas en compte les configurations régionales C et POSIX à base ASCII, mais bascule sur une alternative basée sur l'UTF-8 qui doit posséder plus de possibilités.

Si cette variable n'est pas définie (ou est définie à une valeur autre que 0), que la variable d'environnement de configuration régionale LC_ALL est également non définie et que la configuration régionale indiquée dans la catégorie LC_TYPE est soit la région par défaut C, soit la région POSIX qui demande explicitement de l'ASCII, alors l'interpréteur en ligne de commande Python essaie de configurer les paramètres régionaux pour la catégorie LC_TYPE dans l'ordre suivant avant de charger l'exécutable de l'interpréteur :

```
— C.UTF-8
— C.utf8
— UTF-8
```

Si la définition d'une des configurations régionales fonctionne, la variable d'environnement LC_TYPE est aussi définie ainsi dans l'environnement du processus avant que l'exécutable Python ne soit initialisé. Ceci assure que, en plus d'être vue par l'interpréteur lui-même et tous les autres composants prenant en charge la configuration régionale dans le même processus (telle que la bibliothèque GNU readline), la configuration mise à jour est aussi valable pour les sous-processus (indépendamment du fait qu'ils utilisent un interpréteur Python ou non) ainsi que pour les opérations qui font appel à l'environnement (qui utiliseraient sinon la configuration régionale C courante, tel que c'est le cas pour la propre fonction Python `locale.getdefaultlocale()`).

La configuration d'une de ces variables régionales (soit explicitement, soit *via* le mécanisme décrit ci-dessus) active automatiquement `surrogateescape` pour la gestion des erreurs de `sys.stdin` et `sys.stdout` (`sys.stderr` continue d'utiliser `backslashreplace` comme pour toute autre configuration régionale). Ce comportement relatif à la gestion des flux standards peut être surchargé, comme d'habitude, par `PYTHONIOENCODING`.

À fin de débogage, définir `PYTHONCOERCECLOCALE=warn` indique à Python d'émettre les messages d'avertissement sur `stderr` si la configuration régionale est activée, ou si une configuration régionale qui *aurait* activé est toujours active quand l'interpréteur Python est initialisé.

Notez également que même si la contrainte sur la configuration régionale est désactivée, ou si elle ne trouve pas une configuration satisfaisante et échoue, `PYTHONUTF8` s'active par défaut avec une configuration régionale par défaut à base ASCII. Ces fonctionnalités doivent être désactivées pour forcer l'interpréteur à utiliser ASCII en lieu et place de UTF-8 pour les interfaces avec le système.

Disponibilité : systèmes de type UNIX.

Nouveau dans la version 3.7 : Voir la [PEP 538](#) pour plus d'informations.

PYTHONDEVMODE

Si cette variable d'environnement est définie et non vide, active le Mode Développeur Python, rajoutant des vérifications additionnelles durant l'exécution qui sont trop lourdes pour être activées par défaut.

Nouveau dans la version 3.7.

PYTHONUTF8

La valeur 1 active le mode UTF-8.

La valeur 0 désactive le mode UTF-8.

Définir une valeur autre (non vide) entraîne une erreur pendant l'initialisation de l'interpréteur.

Nouveau dans la version 3.7.

PYTHONWARNDEFAULTENCODING

Si elle est définie à une chaîne non vide, un avertissement `EncodingWarning` est émis lorsque l'encodage par défaut de la configuration régionale est utilisé.

Voir `io-encoding-warning` pour plus de détails.

Nouveau dans la version 3.10.

1.2.1 Variables en mode débogage

PYTHONTHREADDEBUG

Si elle est définie, Python affiche sur la sortie standard des informations de débogage relatives aux différents fils d'exécution.

Cette variable nécessite un interpréteur *compilé avec les paramètres de débogage*.

Deprecated since version 3.10, will be removed in version 3.12.

PYTHONDUMPREFS

Si elle est définie, Python affiche (de manière brute) les objets et les compteurs de références toujours existant après la fermeture de l'interpréteur.

Nécessite que Python soit configuré avec l'option de compilation *--with-trace-refs*.

Utilisation de Python sur les plateformes Unix

2.1 Récupérer et installer la dernière version de Python

2.1.1 Sur Linux

Python est pré-installé sur la plupart des distributions Linux, et est disponible en paquet sur toutes les autres. Cependant, il y a certaines fonctionnalités que vous voudrez utiliser qui ne seront pas disponibles sur le paquet de votre distribution. Vous pouvez facilement compiler la dernière version de Python depuis les sources.

Dans le cas où Python n'est pas pré-installé et n'est pas dans les dépôts non plus, vous pouvez facilement faire les paquets pour votre propre distribution. Jetez un œil à ces liens :

Voir aussi :

<https://www.debian.org/doc/manuals/maint-guide/first.fr.html> pour les utilisateurs de Debian

<https://en.opensuse.org/Portal:Packaging> pour les utilisateurs d'OpenSuse

https://docs-old.fedoraproject.org/en-US/Fedora_Draft_Documentation/0.1/html/RPM_Guide/ch-creating-rpms.html
pour les utilisateurs de Fedora

<http://www.slackbook.org/html/package-management-making-packages.html> pour les utilisateurs de Slackware

2.1.2 Sur FreeBSD et OpenBSD

— Utilisateurs de FreeBSD, pour installer le paquet, utilisez :

```
pkg install python3
```

— Utilisateurs d'OpenBSD, pour installer le paquet, utilisez :

```
pkg_add -r python  
  
pkg_add ftp://ftp.openbsd.org/pub/OpenBSD/4.2/packages/<insert your_  
↪architecture here>/python-<version>.tgz
```

Par exemple les utilisateurs d'i386 récupèrent la version 2.5.1 de Python en faisant :

```
pkg_add ftp://ftp.openbsd.org/pub/OpenBSD/4.2/packages/i386/python-2.5.1p2.tgz
```

2.1.3 Sur OpenSolaris

Vous pouvez récupérer Python depuis [OpenCSW](#). Différentes versions de Python sont disponibles et peuvent être installées. Exemple : `pkgutil -i python27`.

2.2 Compiler Python

If you want to compile CPython yourself, first thing you should do is get the [source](#). You can download either the latest release's source or just grab a fresh [clone](#). (If you want to contribute patches, you will need a clone.)

La compilation s'effectue avec les commandes habituelles :

```
./configure
make
make install
```

Les *options de configuration* et mises en garde pour certaines plateformes Unix spécifiques sont largement documentées dans le fichier [README.rst](#) à la racine du dossier des sources Python.

Avertissement : `make install` peut écraser ou cacher le binaire `python3`. `make altinstall` est donc recommandé à la place de `make install` puisqu'il installe seulement `exec_prefix/bin/pythonversion`.

2.3 Fichiers et chemins liés à Python

These are subject to difference depending on local installation conventions; *prefix* and *exec_prefix* are installation-dependent and should be interpreted as for GNU software; they may be the same.

Par exemple, sur la plupart des systèmes Linux, leur valeur par défaut est `/usr`.

Fichier/dossier	Signification
<code>exec_prefix/bin/python3</code>	Emplacement recommandé de l'interpréteur.
<code>prefix/lib/pythonversion</code> , <code>exec_prefix/lib/pythonversion</code>	Emplacements recommandés des dossiers contenant les modules standards.
<code>prefix/include/pythonversion</code> , <code>exec_prefix/include/pythonversion</code>	Emplacements recommandés des dossiers contenant les entêtes nécessaires au développement d'extensions Python et à l'intégration de l'interpréteur.

2.4 Divers

Pour utiliser facilement des scripts Python sur Unix, vous devez les rendre exécutable, par exemple avec

```
$ chmod +x script
```

et mettre un *shebang* approprié en haut du script. Un bon choix est généralement

```
#!/usr/bin/env python3
```

qui cherche l'interpréteur Python dans le `PATH` complet. Cependant, certains systèmes Unix peuvent ne pas avoir la commande `env`, donc vous devrez littéralement écrire `/usr/bin/python3` en tant que chemin d'interpréteur.

Pour utiliser des commandes *shell* dans vos scripts Python, regardez le module `subprocess`.

2.5 Version personnalisée d'OpenSSL

1. Pour compiler avec votre propre configuration d'OpenSSL et le magasin des certificats de confiance du système, commencez par trouver le sous-dossier de `/etc` qui contient le fichier ou le lien symbolique `openssl.cnf`. Sur la plupart des distributions, c'est soit `/etc/ssl`, soit `/etc/pki/tls`. Ce dossier doit également contenir un fichier `cert.pem` ou un sous-dossier `certs` (ou les deux).

```
$ find /etc/ -name openssl.cnf -printf "%h\n"
/etc/ssl
```

2. Téléchargez et compilez OpenSSL. Installez-le, en prenant bien garde de le faire avec la cible `install_sw` et non pas `install`. En effet, `install` réécrirait le fichier `openssl.cnf`.

```
$ curl -O https://www.openssl.org/source/openssl-VERSION.tar.gz
$ tar xzf openssl-VERSION
$ pushd openssl-VERSION
$ ./config \
  --prefix=/usr/local/custom-openssl \
  --libdir=lib \
  --openssldir=/etc/ssl
$ make -j1 depend
$ make -j8
$ make install_sw
$ popd
```

3. Build Python with custom OpenSSL (see the configure `--with-openssl` and `--with-openssl-rpath` options)

```
$ pushd python-3.x.x
$ ./configure -C \
  --with-openssl=/usr/local/custom-openssl \
  --with-openssl-rpath=auto \
  --prefix=/usr/local/python-3.x.x
$ make -j8
$ make altinstall
```

Note : Les versions d'OpenSSL dans une même série (incrémentation du troisième chiffre) conservent la compatibilité de l'interface binaire. Pour mettre à jour OpenSSL, il n'y a pas besoin de recompiler Python, il suffit de remplacer l'installation d'OpenSSL avec la nouvelle version.

3.1 Options de configuration

Il est possible d'obtenir toutes les options de `./configure` avec :

```
./configure --help
```

Voir aussi le fichier `Misc/SpecialBuilds.txt` dans la distribution des sources Python.

3.1.1 Options générales

--enable-loadable-sqlite-extensions

Active la prise en charge des extensions chargeables dans le module d'extension `_sqlite` (désactivé par défaut).

Voir la méthode `sqlite3.Connection.enable_load_extension()` du module `sqlite3`.

Nouveau dans la version 3.6.

--disable-ipv6

Désactive la prise en charge d'IPv6 (activé par défaut si géré), voir le module `socket`.

--enable-big-digits=[15|30]

Définit la taille en bits des chiffres Python `int` : 15 ou 30 bits.

By default, the number of bits is selected depending on `sizeof(void*)` : 30 bits if `void*` size is 64-bit or larger, 15 bits otherwise.

Définit `PYLONG_BITS_IN_DIGIT` à 15 ou 30.

Voir `sys.int_info.bits_per_digit`.

--with-cxx-main

--with-cxx-main=COMPILER

Utilise le compilateur C++ (`$CXX`, ou *COMPILER* si spécifié) pour compiler la fonction Python `main()` et l'édition des liens de l'exécutable Python.

--with-suffix=SUFFIX

Définit à *SUFFIX* le suffixe de l'exécutable Python.

The default suffix is `.exe` on Windows and macOS (`python.exe` executable), and an empty string on other platforms (`python` executable).

--with-tzpath=<list of absolute paths separated by pathsep>

Définit le chemin par défaut de recherche des fuseaux horaires pour `zoneinfo.TZPATH`. Voir la Configuration à la compilation du module `zoneinfo`.

Par défaut : `/usr/share/zoneinfo:/usr/lib/zoneinfo:/usr/share/lib/zoneinfo:/etc/zoneinfo`.

Voir le séparateur de chemins `os.pathsep`.

Nouveau dans la version 3.9.

--without-decimal-contextvar

Compile le module d'extension `_decimal` en utilisant un contexte local au fil d'exécution plutôt qu'un contexte local de coroutine (défaut). Voir le module `decimal`.

Voir `decimal.HAVE_CONTEXTVAR` et le module `contextvars`.

Nouveau dans la version 3.9.

--with-dbmliborder=db1:db2:...

Change l'ordre de détection des implémentations de base de données pour le module `dbm`.

Une valeur valide est une chaîne de noms d'implémentations séparés par des deux-points (:).

- `ndbm`;
- `gdbm`;
- `bdb`.

--without-c-locale-coercion

Désactive le forçage des paramètres régionaux C pour un paramètre régional basé sur UTF-8 (activé par défaut).

Ne pas définir la macro `PY_COERCE_C_LOCALE`.

Voir `PYTHONCOERCECLOCALE` et la [PEP 538](#).

--with-platlibdir=DIRNAME

Nom du dossier de bibliothèques Python (par défaut : `lib`).

Fedora et SuSE utilisent `lib64` sur les systèmes 64-bit.

Voir `sys.platlibdir`.

Nouveau dans la version 3.9.

--with-wheel-pkg-dir=PATH

Dossier de paquets *wheel* utilisé par le module `ensurepip` (par défaut : aucun).

La politique de paquets de certaines distributions Linux déconseille l'inclusion des dépendances. Par exemple, Fedora installe les paquets *wheel* dans le répertoire `/usr/share/python-wheels/` et n'installe pas le paquet `ensurepip._bundled`.

Nouveau dans la version 3.10.

3.1.2 Options d'installation

--prefix=PREFIX

Install architecture-independent files in PREFIX. On Unix, it defaults to `/usr/local`.

This value can be retrieved at runtime using `sys.prefix`.

As an example, one can use `--prefix="$HOME/.local/"` to install a Python in its home directory.

--exec-prefix=EPREFIX

Install architecture-dependent files in EPREFIX, defaults to `--prefix`.

This value can be retrieved at runtime using `sys.exec_prefix`.

--disable-test-modules

Désactive la compilation et l'installation des modules de test, comme le paquet `test` et le module d'extension `_testcapi` (compilés et installés par défaut).

Nouveau dans la version 3.10.

--with-ensurepip=[upgrade|install|no]

Sélectionne la commande `ensurepip` exécutée à l'installation de Python :

- `upgrade` (défaut) : exécute la commande `python -m ensurepip --altinstall --upgrade`;
- `install` : exécute la commande `python -m ensurepip --altinstall`;
- `no` : n'exécute pas `ensurepip`.

Nouveau dans la version 3.6.

3.1.3 Options de performance

Pour de meilleures performances, il est recommandé de configurer Python avec `--enable-optimizations` `--with-lto` (*PGO + LTO*).

--enable-optimizations

Active l'optimisation guidée par profilage (*Profile Guided Optimization*, PGO) en utilisant `PROFILE_TASK` (désactivé par défaut).

L'utilisation de PGO avec le compilateur C Clang nécessite `llvm-profdata`. Sur macOS, GCC est juste un alias vers Clang et partage donc cette contrainte.

Désactive également l'interposition sémantique dans *libpython* si GCC est utilisé avec `--enable-shared` : ajoute l'option `-fno-semantic-interposition` à la compilation et à l'édition des liens.

Nouveau dans la version 3.6.

Modifié dans la version 3.10 : Utilisation de `-fno-semantic-interposition` avec GCC.

PROFILE_TASK

Variable d'environnement utilisée dans le Makefile : arguments Python utilisés pour la tâche de préparation de la PGO.

Par défaut : `-m test --pgo --timeout=$(TESTTIMEOUT)`.

Nouveau dans la version 3.8.

--with-lto

Active l'optimisation à l'édition des liens (*Link Time Optimization*, LTO) à la compilation (désactivé par défaut).

Le compilateur C Clang nécessite `llvm-ar` pour la LTO (`ar` sur macOS), ainsi qu'un éditeur de liens implémentant la LTO (`ld.gold` ou `lld`).

Nouveau dans la version 3.6.

--with-computed-gotos

Autorise les *gotos* calculés dans les boucles (activé par défaut pour les compilateurs qui le gèrent).

--without-pymalloc

Désactive l'allocateur spécialisé de mémoire de Python `pymalloc` (activé par défaut).

Voir aussi la variable d'environnement `PYTHONMALLOC`.

--without-doc-strings

Désactive les chaînes de documentation statiques pour réduire l'empreinte mémoire (activé par défaut). Les chaînes définies dans Python ne sont pas affectées.

Ne définit pas la macro `WITH_DOC_STRINGS`.

Voir la macro `PyDoc_STRVAR()`.

--enable-profiling

Active le profilage du code C avec `gprof` (désactivé par défaut).

3.1.4 Compilation de Python en mode débogage

Une compilation de Python en mode débogage se fait avec l'option de configuration `--with-pydebug`.

Effets du mode débogage :

- Affichage de tous les avertissements par défaut : le filtre par défaut des avertissements est vide dans le module `warnings`.
- Ajout de `sys.abiflags`.
- Ajout de la fonction `sys.gettotalrefcount()`.
- Ajout de l'option de ligne de commande `-X showrefcount`.
- Ajout de la variable d'environnement `PYTHONTHREADDEBUG`.
- Add support for the `__ltrace__` variable : enable low-level tracing in the bytecode evaluation loop if the variable is defined.
- Installation des debug hooks on memory allocators pour détecter les débordements de mémoire tampon et autres erreurs de mémoire.
- Définition des macros `Py_DEBUG` et `Py_REF_DEBUG`.
- Add runtime checks : code surrounded by `#ifdef Py_DEBUG` and `#endif`. Enable `assert(...)` and `_PyObject_ASSERT(...)` assertions : don't set the `NDEBUG` macro (see also the `--with-assertions` configure option). Main runtime checks :
 - Ajout des contrôles d'intégrité sur les arguments de fonction.
 - Les objets `unicode` et `int` sont créés avec un motif particulier à l'initialisation de leur mémoire afin de détecter l'usage d'objets non initialisés.
 - S'assurer que les fonctions qui peuvent effacer ou remplacer l'exception courante ne sont pas appelées avec une exception levée.
 - Le ramasse-miettes (la fonction `gc.collect()`) effectue quelques tests basiques relatifs à la cohérence des objets.
 - La macro `Py_SAFE_DOWNCAST()` vérifie s'il y a des débordements d'entier lors du passage de types grands vers des types plus petits.

Voir aussi le mode de développement Python et l'option de configuration `--with-trace-refs`.

Modifié dans la version 3.8 : Release builds and debug builds are now ABI compatible : defining the `Py_DEBUG` macro no longer implies the `Py_TRACE_REFS` macro (see the `--with-trace-refs` option), which introduces the only ABI incompatibility.

3.1.5 Debug options

--with-pydebug

Build Python in debug mode : define the `Py_DEBUG` macro (disabled by default).

--with-trace-refs

Enable tracing references for debugging purpose (disabled by default).

Effects :

- Define the `Py_TRACE_REFS` macro.
- Add `sys.getobjects()` function.
- Add `PYTHONDUMPREFS` environment variable.

This build is not ABI compatible with release build (default build) or debug build (`Py_DEBUG` and `Py_REF_DEBUG` macros).

Nouveau dans la version 3.8.

--with-assertions

Build with C assertions enabled (default is no) : `assert(...)` ; and `_PyObject_ASSERT(...)` ;.

If set, the `NDEBUG` macro is not defined in the `OPT` compiler variable.

See also the `--with-pydebug` option (*debug build*) which also enables assertions.

Nouveau dans la version 3.6.

--with-valgrind

Enable Valgrind support (default is no).

--with-dtrace

Enable DTrace support (default is no).

See Instrumenting CPython with DTrace and SystemTap.

Nouveau dans la version 3.6.

--with-address-sanitizer

Enable AddressSanitizer memory error detector, `asan` (default is no).

Nouveau dans la version 3.6.

--with-memory-sanitizer

Enable MemorySanitizer allocation error detector, `msan` (default is no).

Nouveau dans la version 3.6.

--with-undefined-behavior-sanitizer

Enable UndefinedBehaviorSanitizer undefined behaviour detector, `ubsan` (default is no).

Nouveau dans la version 3.6.

3.1.6 Linker options

--enable-shared

Enable building a shared Python library : `libpython` (default is no).

--without-static-libpython

Do not build `libpythonMAJOR.MINOR.a` and do not install `python.o` (built and enabled by default).

Nouveau dans la version 3.10.

3.1.7 Libraries options

--with-libs='lib1 ...'

Link against additional libraries (default is no).

--with-system-expat

Build the `pyexpat` module using an installed `expat` library (default is no).

--with-system-ffi

Build the `_ctypes` extension module using an installed `ffi` library, see the `ctypes` module (default is system-dependent).

--with-system-libmpdec

Build the `_decimal` extension module using an installed `mpdec` library, see the `decimal` module (default is no).

Nouveau dans la version 3.3.

--with-readline=editline

Use `editline` library for backend of the `readline` module.

Define the `WITH_EDITLINE` macro.

Nouveau dans la version 3.10.

--without-readline

Don't build the `readline` module (built by default).

Don't define the `HAVE_LIBREADLINE` macro.

Nouveau dans la version 3.10.

--with-tcltk-includes='-I...'

Override search for Tcl and Tk include files.

--with-tcltk-libs='-L...'
Override search for Tcl and Tk libraries.

--with-libm=STRING
Override libm math library to *STRING* (default is system-dependent).

--with-libc=STRING
Override libc C library to *STRING* (default is system-dependent).

--with-openssl=DIR
Root of the OpenSSL directory.

Nouveau dans la version 3.7.

--with-openssl-rpath=[no|auto|DIR]
Set runtime library directory (rpath) for OpenSSL libraries :
— no (default) : don't set rpath ;
— auto : auto-detect rpath from *--with-openssl* and pkg-config ;
— *DIR* : set an explicit rpath.
Nouveau dans la version 3.10.

3.1.8 Security Options

--with-hash-algorithm=[fnv|siphash24]
Select hash algorithm for use in Python/pyhash.c :
— siphash24 (default).
— fnv ;
Nouveau dans la version 3.4.

--with-builtin-hashlib-hashes=md5,sha1,sha256,sha512,sha3,blake2
Built-in hash modules :
— md5 ;
— sha1 ;
— sha256 ;
— sha512 ;
— sha3 (with shake) ;
— blake2.
Nouveau dans la version 3.9.

--with-ssl-default-suites=[python|openssl|STRING]
Override the OpenSSL default cipher suites string :
— python (default) : use Python's preferred selection ;
— openssl : leave OpenSSL's defaults untouched ;
— *STRING* : use a custom string
See the `ssl` module.

Nouveau dans la version 3.7.

Modifié dans la version 3.10 : The settings `python` and *STRING* also set TLS 1.2 as minimum protocol version.

3.1.9 macOS Options

See `Mac/README.rst`.

--enable-universalsdk

--enable-universalsdk=SDKDIR

Create a universal binary build. *SDKDIR* specifies which macOS SDK should be used to perform the build (default is no).

--enable-framework

--enable-framework=INSTALLDIR

Create a Python.framework rather than a traditional Unix install. Optional *INSTALLDIR* specifies the installation path (default is no).

--with-universal-archs=ARCH

Specify the kind of universal binary that should be created. This option is only valid when *--enable-universalsdk* is set.

Options :

- universal2;
- 32-bit;
- 64-bit;
- 3-way;
- intel;
- intel-32;
- intel-64;
- all.

--with-framework-name=FRAMEWORK

Specify the name for the python framework on macOS only valid when *--enable-framework* is set (default : Python).

3.2 Python Build System

3.2.1 Main files of the build system

- `configure.ac` => `configure`;
- `Makefile.pre.in` => `Makefile` (created by `configure`);
- `pyconfig.h` (created by `configure`);
- `Modules/Setup` : C extensions built by the Makefile using `Module/makesetup` shell script;
- `setup.py` : C extensions built using the `distutils` module.

3.2.2 Main build steps

- C files (`.c`) are built as object files (`.o`).
- A static `libpython` library (`.a`) is created from objects files.
- `python.o` and the static `libpython` library are linked into the final python program.
- C extensions are built by the Makefile (see `Modules/Setup`) and `python setup.py build`.

3.2.3 Main Makefile targets

- `make` : Build Python with the standard library.
- `make platform` : build the `python` program, but don't build the standard library extension modules.
- `make profile-opt` : build Python using Profile Guided Optimization (PGO). You can use the configure `--enable-optimizations` option to make this the default target of the `make` command (`make all` or just `make`).
- `make buildbottest` : Build Python and run the Python test suite, the same way than buildbots test Python. Set `TESTTIMEOUT` variable (in seconds) to change the test timeout (1200 by default : 20 minutes).
- `make install` : Build and install Python.
- `make regen-all` : Regenerate (almost) all generated files; `make regen-stdlib-module-names` and `autoconf` must be run separately for the remaining generated files.
- `make clean` : Remove built files.
- `make distclean` : Same than `make clean`, but remove also files created by the configure script.

3.2.4 C extensions

Some C extensions are built as built-in modules, like the `sys` module. They are built with the `Py_BUILD_CORE_BUILTIN` macro defined. Built-in modules have no `__file__` attribute :

```
>>> import sys
>>> sys
<module 'sys' (built-in)>
>>> sys.__file__
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
AttributeError: module 'sys' has no attribute '__file__'
```

Other C extensions are built as dynamic libraries, like the `_asyncio` module. They are built with the `Py_BUILD_CORE_MODULE` macro defined. Example on Linux x86-64 :

```
>>> import _asyncio
>>> _asyncio
<module '_asyncio' from '/usr/lib64/python3.9/lib-dynload/_asyncio.cpython-39-x86_
↳ 64-linux-gnu.so'>
>>> _asyncio.__file__
'/usr/lib64/python3.9/lib-dynload/_asyncio.cpython-39-x86_64-linux-gnu.so'
```

`Modules/Setup` is used to generate Makefile targets to build C extensions. At the beginning of the files, C extensions are built as built-in modules. Extensions defined after the `*shared*` marker are built as dynamic libraries.

The `setup.py` script only builds C extensions as shared libraries using the `distutils` module.

The `PyAPI_FUNC()`, `PyAPI_API()` and `PyMODINIT_FUNC()` macros of `Include/pyport.h` are defined differently depending if the `Py_BUILD_CORE_MODULE` macro is defined :

- Use `Py_EXPORTED_SYMBOL` if the `Py_BUILD_CORE_MODULE` is defined
- Use `Py_IMPORTED_SYMBOL` otherwise.

If the `Py_BUILD_CORE_BUILTIN` macro is used by mistake on a C extension built as a shared library, its `PyInit_xxx()` function is not exported, causing an `ImportError` on import.

3.3 Compiler and linker flags

Options set by the `./configure` script and environment variables and used by Makefile.

3.3.1 Preprocessor flags

CONFIGURE_CPPFLAGS

Value of `CPPFLAGS` variable passed to the `./configure` script.

Nouveau dans la version 3.6.

CPPFLAGS

(Objective) C/C++ preprocessor flags, e.g. `-I<include dir>` if you have headers in a nonstandard directory `<include dir>`.

Both `CPPFLAGS` and `LDFLAGS` need to contain the shell's value for `setup.py` to be able to build extension modules using the directories specified in the environment variables.

BASECPPFLAGS

Nouveau dans la version 3.4.

PY_CPPFLAGS

Extra preprocessor flags added for building the interpreter object files.

Default : `$(BASECPPFLAGS) -I. -I$(srcdir)/Include $(CONFIGURE_CPPFLAGS) $(CPPFLAGS)`.

Nouveau dans la version 3.2.

3.3.2 Compiler flags

CC

C compiler command.

Example : `gcc -pthread`.

MAINCC

C compiler command used to build the `main()` function of programs like `python`.

Variable set by the `--with-cxx-main` option of the configure script.

Default : `$(CC)`.

CXX

C++ compiler command.

Used if the `--with-cxx-main` option is used.

Example : `g++ -pthread`.

CFLAGS

C compiler flags.

CFLAGS_NODIST

`CFLAGS_NODIST` is used for building the interpreter and stdlib C extensions. Use it when a compiler flag should *not* be part of the distutils `CFLAGS` once Python is installed ([bpo-21121](#)).

In particular, `CFLAGS` should not contain :

- the compiler flag `-I` (for setting the search path for include files). The `-I` flags are processed from left to right, and any flags in `CFLAGS` would take precedence over user- and package-supplied `-I` flags.
- hardening flags such as `-Werror` because distributions cannot control whether packages installed by users conform to such heightened standards.

Nouveau dans la version 3.5.

EXTRA_CFLAGS

Extra C compiler flags.

CONFIGURE_CFLAGS

Value of *CFLAGS* variable passed to the `./configure` script.

Nouveau dans la version 3.2.

CONFIGURE_CFLAGS_NODIST

Value of *CFLAGS_NODIST* variable passed to the `./configure` script.

Nouveau dans la version 3.5.

BASECFLAGS

Base compiler flags.

OPT

Optimization flags.

CFLAGS_ALIASING

Strict or non-strict aliasing flags used to compile `Python/dtoa.c`.

Nouveau dans la version 3.7.

CCSHARED

Compiler flags used to build a shared library.

For example, `-fPIC` is used on Linux and on BSD.

CFLAGSFORSHARED

Extra C flags added for building the interpreter object files.

Default : `$(CCSHARED)` when `--enable-shared` is used, or an empty string otherwise.

PY_CFLAGS

Default : `$(BASECFLAGS) $(OPT) $(CONFIGURE_CFLAGS) $(CFLAGS) $(EXTRA_CFLAGS)`.

PY_CFLAGS_NODIST

Default : `$(CONFIGURE_CFLAGS_NODIST) $(CFLAGS_NODIST) -I$(srcdir)/Include/internal`.

Nouveau dans la version 3.5.

PY_STDMODULE_CFLAGS

C flags used for building the interpreter object files.

Default : `$(PY_CFLAGS) $(PY_CFLAGS_NODIST) $(PY_CPPFLAGS) $(CFLAGSFORSHARED)`.

Nouveau dans la version 3.7.

PY_CORE_CFLAGS

Default : `$(PY_STDMODULE_CFLAGS) -DPy_BUILD_CORE`.

Nouveau dans la version 3.2.

PY_BUILTIN_MODULE_CFLAGS

Compiler flags to build a standard library extension module as a built-in module, like the `posix` module.

Default : `$(PY_STDMODULE_CFLAGS) -DPy_BUILD_CORE_BUILTIN`.

Nouveau dans la version 3.8.

PURIFY

Purify command. Purify is a memory debugger program.

Default : empty string (not used).

3.3.3 Linker flags

LINKCC

Linker command used to build programs like `python` and `_testembed`.

Default : `$(PURIFY) $(MAINCC)`.

CONFIGURE_LDFLAGS

Value of `LD_FLAGS` variable passed to the `./configure` script.

Avoid assigning `C_FLAGS`, `LD_FLAGS`, etc. so users can use them on the command line to append to these values without stomping the pre-set values.

Nouveau dans la version 3.2.

LD_FLAGS_NODIST

`LD_FLAGS_NODIST` is used in the same manner as `C_FLAGS_NODIST`. Use it when a linker flag should *not* be part of the distutils `LD_FLAGS` once Python is installed ([bpo-35257](#)).

In particular, `LD_FLAGS` should not contain :

- the compiler flag `-L` (for setting the search path for libraries). The `-L` flags are processed from left to right, and any flags in `LD_FLAGS` would take precedence over user- and package-supplied `-L` flags.

CONFIGURE_LDFLAGS_NODIST

Value of `LD_FLAGS_NODIST` variable passed to the `./configure` script.

Nouveau dans la version 3.8.

LD_FLAGS

Linker flags, e.g. `-L<lib dir>` if you have libraries in a nonstandard directory `<lib dir>`.

Both `CPP_FLAGS` and `LD_FLAGS` need to contain the shell's value for `setup.py` to be able to build extension modules using the directories specified in the environment variables.

LIBS

Linker flags to pass libraries to the linker when linking the Python executable.

Example : `-lrt`.

LD_SHARED

Command to build a shared library.

Default : `@LD_SHARED@ $(PY_LD_FLAGS)`.

BLD_SHARED

Command to build `libpython` shared library.

Default : `@BLD_SHARED@ $(PY_CORE_LD_FLAGS)`.

PY_LD_FLAGS

Default : `$(CONFIGURE_LD_FLAGS) $(LD_FLAGS)`.

PY_LD_FLAGS_NODIST

Default : `$(CONFIGURE_LD_FLAGS_NODIST) $(LD_FLAGS_NODIST)`.

Nouveau dans la version 3.8.

PY_CORE_LD_FLAGS

Linker flags used for building the interpreter object files.

Nouveau dans la version 3.8.

Utilisation de Python sur Windows

Ce document a pour but de donner une vue d'ensemble des comportements spécifiques à Windows dont vous devriez être au courant si vous utilisez Python sur Microsoft Windows.

Contrairement à la plupart des systèmes Unix, Windows n'inclut pas d'installation de Python par défaut. Pour rendre Python disponible, l'équipe CPython a compilé des installateurs (paquets MSI) pour chaque [release](#) depuis plusieurs années. Ces installateurs sont principalement destinés à une installation par utilisateur de Python, avec l'interpréteur et la bibliothèque standard utilisés par un seul utilisateur. Cet installateur peut aussi installer Python pour tous les utilisateurs sur une seule machine et un fichier ZIP séparé est disponible pour intégrer Python dans d'autres applications.

Comme spécifié dans la [PEP 11](#), une *release* Python ne gère qu'une plateforme Windows alors que Microsoft considère la plateforme sous support étendu. Ce qui veut dire que Python 3.10 fonctionne sur Windows 8.1 et plus. Si vous avez besoin de compatibilité Windows 7, vous devez utiliser Python 3.8.

Il existe un certain nombre d'installateurs différents disponibles pour Windows, chacun avec certains avantages et inconvénients.

L'installateur complet contient tous les composants et est la meilleure option pour les développeurs utilisant Python pour tout type de projet.

Le paquet Microsoft Store est une simple installation de Python qui est adaptée pour exécuter des scripts et des packages, et utiliser IDLE ou d'autres environnements de développement. Il nécessite Windows 10 et au-dessus, mais peut être installé sans corrompre d'autres programmes. Il fournit également de nombreuses commandes pratiques pour lancer Python et ses outils.

Les paquets nuget.org sont des installations légères destinées aux systèmes d'intégration continue. Ils peuvent être utilisés pour créer des packages Python ou exécuter des scripts, mais ne sont pas modifiables et n'ont pas d'interface utilisateur.

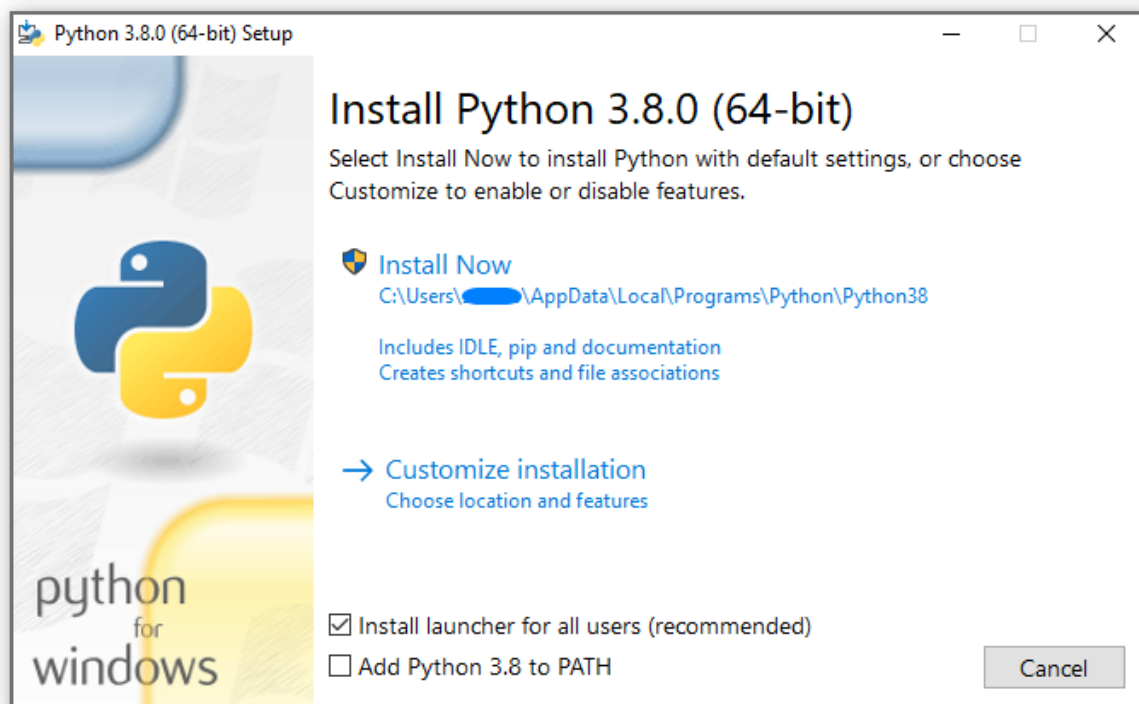
Le paquet intégrable est un paquet minimal de Python approprié pour l'intégration dans une plus grande application.

4.1 L'installateur complet

4.1.1 Étapes d'installation

Quatre installateurs Python 3.10 sont disponibles au téléchargement — deux de chaque pour les versions 32-bit et 64-bit de l'interpréteur. L'**installateur web** est léger, et téléchargera automatiquement les composants nécessaires. L'**installateur hors-ligne** inclut les composants nécessaires pour une installation par défaut et n'a besoin d'une connexion internet que pour des fonctionnalités optionnelles. Voir [Installation sans téléchargement](#) pour d'autres moyens d'éviter des téléchargements durant l'installation.

Après avoir lancé l'installateur, deux options s'affichent :



Si vous sélectionnez « Installer Maintenant » (`Install Now`) :

- Vous n'aurez *pas* besoin d'avoir les droits d'administrateur (sauf si une mise à jour de la bibliothèque d'exécution C est nécessaire ou si vous installez le *Lanceur Python pour Windows* pour tous les utilisateurs)
- Python sera installé dans votre répertoire utilisateur
- Le *Lanceur Python pour Windows* sera installé suivant l'option en bas de la première page
- La bibliothèque standard, la suite de tests, le lanceur et *pip* seront installés
- Si l'option est cochée, le dossier d'installation sera ajouté à votre `PATH`
- Les raccourcis ne seront visibles que pour l'utilisateur actuel

Sélectionner « Personnaliser l'installation » (`Customize installation`) vous permettra de sélectionner les fonctionnalités à installer, le chemin d'installation et d'autres options ou des options post-installation. Pour installer des binaires ou symboles de débogage, vous devrez utiliser cette option.

Pour effectuer une installation pour tous les utilisateurs, vous devez sélectionner « Personnaliser l'installation ». Dans ce cas :

- Vous pouvez avoir à donner une approbation ou des identifiants administrateur
- Python sera installé dans le dossier *Program Files*
- Le *Lanceur Python pour Windows* sera installé dans le dossier *Windows*
- Des fonctionnalités optionnelles peuvent être sélectionnées durant l'installation
- La bibliothèque standard peut être pré-compilée en code intermédiaire (*bytecode* en anglais)
- Si sélectionné, le chemin d'installation sera ajouté au `PATH` système
- Les raccourcis sont disponibles pour tous les utilisateurs

4.1.2 Suppression de la limitation MAX_PATH

Historiquement les chemins sous Windows étaient limités 260 caractères. Cela impliquait que les chemins plus longs n'étaient pas résolus, et seraient une cause d'erreurs.

Dans les dernières versions de Windows, cette limitation peut être étendue à approximativement 32.000 caractères. Votre administrateur devra activer la stratégie de groupe « **Enable Win32 long paths** » ou mettre la valeur de `LongPathsEnabled` à 1 dans le registre à `HKEY_LOCAL_MACHINE\SYSTEM\CurrentControlSet\Control\FileSystem`.

Ceci permet à la fonction `open()`, au module `os` et à la plupart des autres fonctionnalités utilisant des chemins d'accepter et de renvoyer des chemins plus longs que 260 caractères.

Après avoir changé l'option si-dessus, aucune configuration supplémentaire n'est requise.

Modifié dans la version 3.6 : Gestion des chemins longs.

4.1.3 Installation sans l'interface utilisateur

Toutes les options disponibles dans l'installateur graphique peuvent aussi être spécifiées dans l'invite de commande, permettant à des installateurs scriptés de répliquer une installation sur plusieurs machines sans interaction humaine. Ces options peuvent aussi être ajoutées sans enlever l'interface graphique pour changer les valeurs par défauts.

Pour complètement cacher l'interface de l'installateur et installer Python silencieusement, passez l'option `/quiet`. Pour sauter les interactions utilisateur mais afficher la progression et les erreurs, passez l'option `/passive`. L'option `/uninstall` peut être passée pour immédiatement démarrer la suppression de Python -- Aucune confirmation ne sera demandée.

Toutes les autres options sont passées sous la forme `name=value`, ou `value` est normalement soit 0 pour désactiver une fonctionnalité, soit 1 pour activer une fonctionnalité, soit un chemin. Ci-dessous la liste complète des options.

Nom	Description	Valeur par défaut
InstallAllUsers	Effectue une installation pour tous les utilisateurs.	0
TargetDir	Le dossier d'installation	Sélection basée sur InstallAllUsers
DefaultAllUsersTargetDir	Le dossier d'installation par défaut pour les installations pour tous les utilisateurs	%ProgramFiles%\Python X.Y ou %ProgramFiles(x86)%\Python X.Y
DefaultJustForMeTargetDir	Le dossier d'installation par défaut pour des installations juste pour soi	%LocalAppData%\Programs\Python\PythonXY or %LocalAppData%\Programs\Python\PythonXY-32 or %LocalAppData%\Programs\Python\PythonXY-64
DefaultCustomTargetDir	Le dossier d'installation personnalisé par défaut affiché par l'interface utilisateur	(vide)
AssociateFiles	Crée les associations de fichiers si le lanceur est aussi installé.	1
CompileAll	Compile tous les fichiers .py en .pyc.	0
PrependPath	Ajoute les dossiers install et Scripts à PATH et assigne .PY à PATHEXT	0
Shortcuts	Crée des raccourcis pour l'interpréteur, la documentation et IDLE si installé.	1
IncludeDoc	Installe le manuel Python	1
IncludeDebug	Installe les binaires de débogage	0
IncludeDev	Install developer headers and libraries. Omitting this may lead to an unusable installation.	1
IncludeExe	Install python.exe and related files. Omitting this may lead to an unusable installation.	1
IncludeLauncher	Installe le <i>Lanceur Python pour Windows</i> .	1
InstallLauncherAllUsers	Installs the launcher for all users. Also requires Include_launcher to be set to 1	1
IncludeLib	Install standard library and extension modules. Omitting this may lead to an unusable installation.	1
IncludePip	Installe pip et setuptools	1
IncludeSymbols	Install debugging symbols (*.pdb)	0
IncludeTclTk	Installe Tcl/Tk et IDLE	1
IncludeTest	Installe la suite de tests de la bibliothèque standard	1
IncludeTools	Installe les scripts utilitaires	1
34 LauncherOnly	Installe seulement le lanceur. Ceci écrasera la plupart des autres options.	0
SimpleInstall	Désactive la plupart de l'interface d'installation	0

Par exemple, pour installer silencieusement Python sur tout le système, vous pourriez utiliser la commande suivante (depuis une invite de commande administrateur) :

```
python-3.9.0.exe /quiet InstallAllUsers=1 PrependPath=1 Include_test=0
```

Pour permettre à l'utilisateur d'installer facilement une copie de Python sans la suite de tests, vous pouvez proposer un raccourci avec la commande suivante. Cela affichera une page initiale simplifiée et interdira la personnalisation :

```
python-3.9.0.exe InstallAllUsers=0 Include_launcher=0 Include_test=0
SimpleInstall=1 SimpleInstallDescription="Just for me, no test suite."
```

(Notez qu'omettre le lanceur omet aussi les associations de fichiers, et n'est recommandé que pour les installations par utilisateur quand il y a aussi une installation complète sur le système qui a inclus de lanceur.)

Les options listées ci-dessus peuvent aussi être passées dans un fichier nommé `unattend.xml` à côté de l'exécutable. Ce fichier spécifie une liste d'options et de valeurs. Quand une valeur est donnée en tant qu'attribut, elle sera convertie en nombre si possible. Les valeurs données en élément texte sont toujours laissées en tant que chaînes de caractères. Ce fichier d'exemple propose les mêmes options que l'exemple précédent :

```
<Options>
  <Option Name="InstallAllUsers" Value="no" />
  <Option Name="Include_launcher" Value="0" />
  <Option Name="Include_test" Value="no" />
  <Option Name="SimpleInstall" Value="yes" />
  <Option Name="SimpleInstallDescription">Just for me, no test suite</Option>
</Options>
```

4.1.4 Installation sans téléchargement

Comme certaines fonctionnalités de Python ne sont pas incluses dans l'installateur initial, la sélection de certaines de ces fonctionnalités peut demander une connexion Internet. Pour éviter ce besoin, tous les composants nécessaires peuvent être téléchargés à la demande pour créer un agencement (*layout*) complet qui ne demandera plus de connexion Internet indépendamment des options sélectionnées. Notez que ce téléchargement peut être plus gros que nécessaire, mais lorsqu'un grand nombre d'installations doivent être faites, il est très utile d'avoir une copie locale.

Exécutez la commande suivante depuis l'invite de commande pour télécharger tous les fichiers requis possibles. Rappelez-vous de remplacer `python-3.9.0.exe` par le nom réel de votre installateur et de créer des agencements avec leurs propres dossiers pour éviter les conflits entre fichiers du même nom.

```
python-3.9.0.exe /layout [optional target directory]
```

Vous pouvez aussi spécifier l'option `/quiet` pour masquer la progression.

4.1.5 Modification d'une installation

Une fois Python installé, vous pouvez ajouter ou supprimer des fonctionnalités depuis l'outil Windows *Programs and Features* (Programmes et Fonctionnalités). Sélectionnez la ligne `Python` et choisissez « Uninstall/Change » (Désinstaller/Modifier) pour ouvrir l'installateur en mode maintenance.

« Modify » vous permet d'ajouter ou d'enlever des fonctionnalités en modifiant les cases à cocher (les cases inchangées n'installeront ou ne supprimeront rien). Certaines options ne peuvent pas être modifiées dans ce mode, comme le dossier d'installation. Pour modifier ces options, vous devrez ré-installer Python entièrement.

« Repair » vérifiera tous les fichiers qui doivent être installés avec les paramètres actuels le sont, et remplacera ceux qui ont été supprimés ou modifiés.

« Uninstall » désinstallera Python entièrement, à l'exception du *Lanceur Python pour Windows* qui à sa propre ligne dans *Programs and Features*.

4.2 Le paquet Microsoft Store

Nouveau dans la version 3.7.2.

Le paquet *Microsoft Store* est un interpréteur Python facilement installable qui est destiné principalement à une utilisation interactive, par exemple, par des étudiants.

Pour installer le paquet, assurez-vous d'avoir les dernières mises à jour de Windows 10 et de chercher dans l'application *Microsoft Store* "Python 3.10". Assurez-vous que l'application que vous sélectionnez est publiée par la *Python Software Foundation* et installez-la.

Avvertissement : Python sera toujours disponible gratuitement sur le Microsoft Store. Si vous êtes invité à payer, vous n'avez pas sélectionné le bon paquet.

Après l'installation, Python peut être lancé depuis le menu Démarrer. Il est aussi disponible à partir de n'importe quelle invite de commande ou session PowerShell en entrant `python`. De plus, `pip` et `IDLE` peuvent être utilisés en entrant `pip` ou `idle`. `IDLE` peut également être trouvé dans le menu Démarrer.

Les trois commandes sont également disponibles avec les suffixes de numéro de version, par exemple, `python3.exe` et `python3.x.exe` ainsi que `python.exe` (ou `3.x` est la version spécifique que vous souhaitez lancer, tel que 3.10). Depuis le « menu Démarrer », ouvrez « Alias d'exécution d'application » (ou « *Manage App Execution Aliases* » en anglais) pour choisir quelle version de Python est associée à quelle commande. Il est recommandé de s'assurer que `pip` et `idle` utilisent la même version de Python que la commande `python`.

Les environnements virtuels peuvent être créés avec `python -m venv` et activés et utilisés normalement.

Si vous avez installé une autre version de Python et l'avez ajoutée à votre variable d'environnement `PATH`, elle sera disponible en tant que `python.exe` plutôt que celle de la boutique Microsoft. Pour accéder à la nouvelle installation, utilisez `python3.exe` ou `python3.x.exe`.

Le lanceur `py.exe` va détecter cette installation Python, mais préférera les versions de l'installateur traditionnel.

Pour supprimer Python, depuis les paramètres Windows ouvrez *Apps and Features* (Applications et Fonctionnalités), ou bien trouvez Python dans le menu Démarrer et cliquez avec le bouton droit pour sélectionner désinstaller. La désinstallation supprimera tous les paquets que vous avez installés directement dans cette installation Python, mais ne supprimera aucun environnement virtuel.

4.2.1 Known issues

Redirection of local data, registry, and temporary paths

Because of restrictions on Microsoft Store apps, Python scripts may not have full write access to shared locations such as `TEMP` and the registry. Instead, it will write to a private copy. If your scripts must modify the shared locations, you will need to install the full installer.

At runtime, Python will use a private copy of well-known Windows folders and the registry. For example, if the environment variable `%APPDATA%` is `c:\Users\<user>\AppData\`, then when writing to `C:\Users\<user>\AppData\Local` will write to `C:\Users\<user>\AppData\Local\Packages\PythonSoftwareFoundation.Python.3.8_qbz5n2kfra8p0\LocalCache\Local\`.

When reading files, Windows will return the file from the private folder, or if that does not exist, the real Windows directory. For example reading `C:\Windows\System32` returns the contents of `C:\Windows\System32` plus the contents of `C:\Program Files\WindowsApps\package_name\VFS\SystemX86`.

You can find the real path of any existing file using `os.path.realpath()` :

```
>>> import os
>>> test_file = 'C:\\Users\\example\\AppData\\Local\\test.txt'
>>> os.path.realpath(test_file)
'C:\\Users\\example\\AppData\\Local\\Packages\\PythonSoftwareFoundation.Python.3.8_
qbz5n2kfra8p0\\LocalCache\\Local\\test.txt'
```

(suite sur la page suivante)

When writing to the Windows Registry, the following behaviors exist :

- Reading from HKLM\\Software is allowed and results are merged with the `registry.dat` file in the package.
- Writing to HKLM\\Software is not allowed if the corresponding key/value exists, i.e. modifying existing keys.
- Writing to HKLM\\Software is allowed as long as a corresponding key/value does not exist in the package and the user has the correct access permissions.

Pour en savoir plus sur ces limitations, consultez la documentation de Microsoft à propos des applications avec une confiance totale, actuellement disponible sur docs.microsoft.com/fr-fr/windows/msix/desktop/desktop-to-uwp-behind-the-scenes

4.3 Les paquets *nuget.org*

Nouveau dans la version 3.5.2.

Le paquet *nuget.org* est un environnement Python de taille réduite destiné à être utilisé sur des systèmes d'intégration et de génération continus qui n'ont pas Python d'installé. Alors que *nuget* est "le gestionnaire de package pour .NET", il fonctionne également parfaitement bien pour les packages contenant des outils de *build-time*.

Visitez nuget.org pour les informations les plus à jour sur l'utilisation de *nuget*. Ce qui suit est un résumé suffisant pour les développeurs Python.

L'outil de ligne de commande `nuget.exe` peut être téléchargé directement à partir de <https://aka.ms/nugetclidl>, par exemple, à l'aide de *curl* ou de PowerShell. Avec l'outil, la dernière version de Python pour les machines 64 bits ou 32 bits est installée à l'aide de :

```
nuget.exe install python -ExcludeVersion -OutputDirectory .
nuget.exe install pythonx86 -ExcludeVersion -OutputDirectory .
```

Pour sélectionner une version particulière, ajoutez un `-Version 3.x.y`. Le répertoire d'installation être modifié (de `.`), et le paquet sera installé dans un sous-répertoire. Par défaut, le sous-répertoire est nommé comme le paquet, et sans l'option `-ExcludeVersion`, ce nom inclura la version spécifique installée. À l'intérieur du sous-répertoire se trouve un répertoire `tools` qui contient l'installation Python :

```
# Without -ExcludeVersion
> .\python.3.5.2\tools\python.exe -V
Python 3.5.2

# With -ExcludeVersion
> .\python\tools\python.exe -V
Python 3.5.2
```

En général, les paquets *nuget* ne peuvent pas être mis à jour et les versions plus récentes doivent être installées côte à côte et référencées à l'aide du chemin d'accès complet. Vous pouvez également supprimer le répertoire du paquet manuellement et l'installer à nouveau. De nombreux systèmes CI le feront automatiquement s'ils ne conservent pas les fichiers entre les *builds*.

À côté du répertoire `tools` est un répertoire `build\native`. Il contient un fichier de propriétés MSBuild `python.props` qui peut être utilisé dans un projet C++ pour référencer l'installation de Python. L'inclusion des paramètres utilisera automatiquement les en-têtes et les bibliothèques d'importation dans votre *build*.

Les pages d'information sur *nuget.org* sont www.nuget.org/packages/python pour la version 64 Bits et www.nuget.org/packages/pythonx86 pour la version 32 Bits.

4.4 Le paquet intégrable

Nouveau dans la version 3.5.

La distribution embarquée est un fichier ZIP contenant un environnement Python minimal. Il est destiné à agir dans le cadre d'une autre application, plutôt que d'être directement accessible par les utilisateurs finaux.

Une fois extrait, la distribution intégrée est (presque) entièrement isolée du système de l'utilisateur, y compris les variables d'environnement, les paramètres du registre système et les paquets installés. La bibliothèque standard est incluse en tant que fichiers pré-compilés et optimisés `.pyc` dans un fichier ZIP, et `python3.dll`, `python37.dll`, `python.exe` et `pythonw.exe` sont tous fournis. *Tcl/Tk* (y compris tous les dépendants, telles que IDLE), `pip` et la documentation Python ne sont pas inclus.

Note : La distribution intégrée n'inclut pas le [Microsoft C Runtime](#) et il est de la responsabilité de l'installateur d'application de le fournir. Le *runtime* peut avoir déjà été installé sur le système d'un utilisateur précédemment ou automatiquement via Windows Update, et peut être détecté en trouvant `ucrtbase.dll` dans le répertoire système.

Les paquets tiers doivent être installés par le programme d'installation de l'application parallèlement à la distribution embarquée. L'utilisation de `pip` pour gérer les dépendances comme pour une installation Python régulière n'est pas prise en charge avec cette distribution, mais il reste possible d'inclure et d'utiliser `pip` pour les mises à jour automatiques. En général, les paquets tiers doivent être traités dans le cadre de l'application (*vendor*ing) afin que le développeur puisse assurer la compatibilité avec les versions plus récentes avant de fournir des mises à jour aux utilisateurs.

Les deux cas d'utilisation recommandés pour cette distribution sont décrits ci-dessous.

4.4.1 Application Python

Une application écrite en Python n'exige pas nécessairement que les utilisateurs soient au courant de ce fait. La distribution embarquée peut être utilisée dans ce cas pour inclure une version privée de Python dans un package d'installation. Selon la façon dont il devrait être transparent (ou inversement, à quel point il doit paraître professionnel), il y a deux options.

L'utilisation d'un exécutable spécialisé en tant que lanceur nécessite de la programmation, mais fournit l'expérience la plus transparente pour les utilisateurs. Avec un lanceur personnalisé, il n'y a pas d'indications évidentes que le programme s'exécute sur Python : les icônes peuvent être personnalisées, les informations de la société et de la version peuvent être spécifiées, et les associations de fichiers se comportent correctement. Dans la plupart des cas, un lanceur personnalisé devrait simplement pouvoir appeler `Py_Main` avec une ligne de commande codée en dur.

L'approche la plus simple consiste à fournir un fichier batch ou un raccourci généré qui appelle directement le `python.exe` ou `pythonw.exe` avec les arguments de ligne de commande requis. Dans ce cas, l'application semble être Python et non son nom réel, et les utilisateurs peuvent avoir du mal à le distinguer des autres processus Python en cours d'exécution ou des associations de fichiers.

Avec cette dernière approche, les packages doivent être installés en tant que répertoires à côté de l'exécutable Python pour s'assurer qu'ils soient visibles par Python. Avec le lanceur spécialisé, les paquets peuvent être installés dans d'autres emplacements car il y a une possibilité de spécifier le chemin de recherche avant de lancer l'application.

4.4.2 Embarquer Python

Les applications écrites en code natif nécessitent souvent une certaine forme de langage de *scripting*, et la distribution Python intégrée peut être utilisée à cette fin. En général, la majorité de l'application est dans le code natif, qui soit invoque `python.exe` soit utilise directement `python3.dll`. Dans les deux cas, l'extraction de la distribution intégrée dans un sous-répertoire de l'installation de l'application est suffisante pour fournir un interpréteur Python chargeable.

Comme pour l'utilisation de l'application, les paquets peuvent être installés sur n'importe quel emplacement, car il est possible de spécifier des chemins de recherche avant d'initialiser l'interpréteur. Sinon, il n'y a pas de différences fondamentales entre l'utilisation de la distribution embarquée et une installation classique.

4.5 Paquets alternatifs

À part la distribution standard CPython, il y a des paquets modifiés incluant des fonctionnalités additionnelles. La liste qui suit est une liste de versions populaires et de leurs fonctionnalités principales :

ActivePython Installateur avec une compatibilité multiplateforme, de la documentation, et *PyWin32*

Anaconda Des modules scientifiques populaires (comme *numpy*, *scipy* et *pandas*) et le gestionnaire de paquets *conda*.

Enthought Deployment Manager "The Next Generation Python Environment and Package Manager".

Previously Enthought provided Canopy, but it [reached end of life in 2016](#).

WinPython Distribution spécifique à Windows avec des paquets scientifiques pré-compilés et des outils pour construire des paquets.

Notez que ces paquets peuvent ne pas inclure la dernière version de Python ou d'autres bibliothèques, et ne sont pas maintenus ni supportés par les *core devs* Python.

4.6 Configurer Python

Pour exécuter Python confortablement à partir d'une invite de commandes, vous pouvez envisager de modifier certaines variables d'environnement par défaut dans Windows. Bien que l'installateur offre une option pour configurer les variables `PATH` et `PATHEXT` pour vous, ce n'est fiable que pour une seule installation à l'échelle du système. Si vous utilisez régulièrement plusieurs versions de Python, pensez à utiliser le *Lanceur Python pour Windows*.

4.6.1 Digression : Définition des variables d'environnement

Windows permet de configurer les variables d'environnement de façon permanente au niveau de l'utilisateur et du système, ou temporairement dans une invite de commandes.

Pour définir temporairement les variables d'environnement, ouvrez l'invite de commandes et utilisez la commande **set** :

```
C:\>set PATH=C:\Program Files\Python 3.9;%PATH%
C:\>set PYTHONPATH=%PYTHONPATH%;C:\My_python_lib
C:\>python
```

Ces modifications s'appliqueront à toutes les autres commandes exécutées dans cette console et seront héritées par toutes les applications démarrées à partir de cette console.

Un nom de variable entre des signes pour cent sera remplacé par sa valeur, vous permettant d'ajouter votre nouvelle valeur au début ou à la fin. Ajouter **python.exe** au début de `PATH` est un moyen courant de s'assurer que la version correcte de Python est lancée.

Pour modifier définitivement les variables d'environnement par défaut, recherchez « modifier les variables d'environnement », via le menu démarrer, ou ouvrez « Propriétés Système », *Paramètres Système Avancés* et cliquez sur le

bouton *Variables d'Environnement*. Dans cette boîte de dialogue, vous pouvez ajouter ou modifier des variables utilisateurs et systèmes. Pour modifier les variables systèmes, vous avez besoin d'un accès non restreint à votre ordinateur (c'est-à-dire aux droits d'administrateur).

Note : Windows va concaténer les variables utilisateurs *après* les variables systèmes, ce qui peut provoquer des résultats inattendus lors de la modification de `PATH`.

La variable `PYTHONPATH` est utilisée par toutes les versions de Python, vous ne devez donc pas configurer cette variable de façon permanente à moins qu'elle n'ajoute que du code compatible avec toutes les versions de Python installées.

Voir aussi :

<https://docs.microsoft.com/fr-fr/windows/win32/procthread/environment-variables> Aperçu des variables d'environnement dans Windows

https://docs.microsoft.com/fr-fr/windows-server/administration/windows-commands/set_1 La commande `set`, pour modifier temporairement les variables d'environnement

<https://docs.microsoft.com/fr-fr/windows-server/administration/windows-commands/setx> La commande `setx`, pour modifier de façon permanente les variables d'environnement

4.6.2 Trouver l'exécutable Python

Modifié dans la version 3.5.

En plus d'utiliser l'entrée du menu Démarrer automatiquement créée pour l'interpréteur Python, vous souhaitez peut-être démarrer Python depuis l'invite de commandes. L'installateur a une option pour installer cela pour vous.

Sur la première page de l'installateur, une option intitulée « Ajouter Python au `PATH` » peut être sélectionnée pour que l'installateur ajoute l'emplacement d'installation dans le `PATH`. L'emplacement du dossier `Scripts\` y est également ajouté. Cela vous permet de taper **Python** pour exécuter l'interpréteur, et **pip** pour l'installateur de paquets. Ainsi, vous pouvez également exécuter vos scripts avec les options de ligne de commande, voir la documentation [Ligne de commande](#).

Si vous n'activez pas cette option au moment de l'installation, vous pouvez toujours ré-exécuter l'installateur, sélectionner Modifier et l'activer. Vous pouvez également modifier manuellement le `PATH` à l'aide des instructions de [Digression : Définition des variables d'environnement](#). Vous devez définir votre variable d'environnement `PATH` pour inclure le répertoire de votre installation Python, délimité par un point-virgule des autres entrées. Une variable d'exemple pourrait ressembler à ceci (en supposant que les deux premières entrées existaient déjà) :

`C:\WINDOWS\system32;C:\WINDOWS;C:\Program Files\Python 3.9`

4.7 Mode UTF-8

Nouveau dans la version 3.7.

Windows utilise toujours les anciens codages pour l'encodage du système (la page de code ANSI). Python l'utilise pour le codage par défaut des fichiers texte (par exemple `locale.getpreferredencoding()`).

Cela peut poser des problèmes car l'UTF-8 est largement utilisé sur Internet et sur la plupart des systèmes Unix, y compris le WSL (*Windows Subsystem for Linux*).

Vous pouvez utiliser le mode UTF-8 pour changer le codage de texte par défaut en UTF-8. Vous pouvez activer le mode UTF-8 via l'option de ligne de commande `-X utf8` ou la variable d'environnement `PYTHONUTF8=1`. Voir `PYTHONUTF8` pour activer le mode UTF-8, et [Digression : Définition des variables d'environnement](#) pour savoir comment modifier les variables d'environnement.

Lorsque le mode UTF-8 est activé, vous pouvez toujours utiliser l'encodage système (la page de code ANSI) via le codec « `mbscs` ».

Notez que l'ajout de `PYTHONUTF8=1` aux variables d'environnement par défaut affectera toutes les applications Python 3.7+ sur votre système. Si vous avez des applications Python 3.7+ qui dépendent de l'encodage du système existant, il est recommandé de définir la variable d'environnement temporairement ou d'utiliser l'option de ligne de commande `-X utf8`.

Note : même lorsque le mode UTF-8 est désactivé, Python utilise UTF-8 par défaut sur Windows pour :

- Les E/S de la console, y compris les E/S standards (voir [PEP 528](#) pour plus de détails).
- *L'encodage du système de fichiers* (voir [PEP 529](#) pour plus de détails).

4.8 Lanceur Python pour Windows

Nouveau dans la version 3.3.

Le lanceur Python pour Windows est un utilitaire qui facilite la recherche et l'exécution de différentes versions de Python. Il permet aux scripts (ou à la ligne de commande) d'indiquer une préférence pour une version Python spécifique, cherchera et exécutera cette version.

Contrairement à la variable `PATH`, le lanceur sélectionne correctement la version la plus appropriée de Python. Il préfère les installations par utilisateur sur celles du système, et les trie par version plutôt que d'utiliser la version la plus récente installée.

Le lanceur a été initialement spécifié dans [PEP 397](#).

4.8.1 Pour commencer

Depuis la ligne de commande

Modifié dans la version 3.6.

Les installations systèmes de Python 3.3 et ultérieur placent le lanceur dans votre `PATH`. Le lanceur est compatible avec toutes les versions disponibles de Python, peu importe lesquelles sont installées. Pour vérifier que le lanceur est disponible, exécutez la commande suivante dans l'invite de commandes :

```
py
```

Vous devriez voir se lancer la dernière version de Python installée — il peut être quitté normalement, et tous les arguments de ligne de commande supplémentaires spécifiés seront envoyés directement à Python.

Si plusieurs versions de Python sont installées (par exemple, 3.7 et 3.10), vous aurez remarqué que Python 3.10 se lance -- pour lancer Python 3.7, essayez la commande :

```
py -3.7
```

Si vous voulez que la dernière version de Python 2.x que vous avez installé, essayez la commande :

```
py -2
```

Remarquez que la dernière version de Python 3.x démarre.

Si vous voyez l'erreur suivante, le lanceur n'est pas installé :

```
'py' is not recognized as an internal or external command,  
operable program or batch file.
```

Les installations par utilisateur de Python n'ajoutent pas le lanceur à `PATH` sauf si l'option a été sélectionnée lors de l'installation.

La commande :


```
py --list
```

affiche la ou les versions actuellement installées de Python.

Environnements virtuels

Nouveau dans la version 3.5.

Si le lanceur est exécuté sans version de Python explicite et qu'un environnement virtuel (créé avec le module de la bibliothèque standard `venv` ou l'outil externe `virtualenv`) est actif, le lanceur exécute l'interpréteur de l'environnement virtuel plutôt que l'interpréteur global. Pour exécuter l'interpréteur global, désactivez l'environnement virtuel ou spécifiez explicitement la version Python globale.

À partir d'un script

Créons un script Python de test, créez un fichier appelé `hello.py` avec le contenu suivant

```
#!/python
import sys
sys.stdout.write("hello from Python %s\n" % (sys.version,))
```

À partir du répertoire dans lequel se trouve `hello.py`, exécutez la commande :

```
py hello.py
```

Vous devriez voir le numéro de version du Python 2.x le plus récemment installé. Maintenant, essayez de changer la première ligne en :

```
#!/python3
```

Re-executing the command should now print the latest Python 3.x information. As with the above command-line examples, you can specify a more explicit version qualifier. Assuming you have Python 3.7 installed, try changing the first line to `#!/python3.7` and you should find the 3.7 version information printed.

Notez que, contrairement à l'utilisation interactive, un "python" nu utilisera la dernière version de Python 2.x que vous avez installé. C'est pour la compatibilité ascendante et pour la compatibilité avec UNIX, où la commande `python` fait généralement référence à Python 2.

À partir d'associations de fichiers

Le lanceur aurait dû être associé à des fichiers Python (des fichiers comme `.py`, `.pyw`, `.pyc`) lorsqu'il a été installé. Cela signifie que lorsque vous double-cliquez sur l'un de ces fichiers à partir de l'Explorateur Windows, le lanceur sera utilisé, et donc vous pouvez utiliser les mêmes installations décrites ci-dessus pour que le script spécifie la version qui doit être utilisée.

L'avantage principal de ceci est qu'un seul lanceur peut prendre en charge plusieurs versions de Python en même temps en fonction du contenu de la première ligne.

4.8.2 Lignes Shebang

Si la première ligne d'un fichier de script commence par `#!`, elle est connue sous le nom de ligne « *shebang* ». Linux et d'autres systèmes basés sur Unix ont une prise en charge native de ces lignes et les *shebangs* sont couramment utilisés sur ces systèmes pour indiquer comment un script doit être exécuté. Ce lanceur permet aux mêmes installations d'être utilisés avec des scripts Python sur Windows et les exemples ci-dessus démontrent leur utilisation.

Pour permettre aux *shebang* dans les scripts Python d'être portables entre UNIX et Windows, ce lanceur prend en charge un certain nombre de commandes « virtuelles » pour spécifier l'interpréteur à utiliser. Les commandes virtuelles prises en charge sont :

- `/usr/bin/env python`
- `/usr/bin/python`
- `/usr/local/bin/python`
- `python`

Par exemple, si la première ligne de votre script commence par

```
#!/usr/bin/python
```

Le Python par défaut sera trouvé et utilisé. Comme de nombreux scripts Python écrits pour fonctionner sur UNIX auront déjà cette ligne, ils devraient fonctionner avec le lanceur sans modification. Si vous écrivez un nouveau script sur Windows et que vous pensez qu'il sera utile sur UNIX, vous devez utiliser l'une des lignes *shebang* commençant par `/usr`.

Les commandes virtuelles ci-dessus peuvent être suffixées avec une version explicite (soit seulement la version principale, soit la version principale et mineure). De plus la version 32-bit peut être demandée en ajoutant **-32** après le numéro de version mineur. Par exemple `/usr/bin/python3.7-32` demande d'utiliser la version 32-bit de Python 3.7.

Nouveau dans la version 3.7 : Depuis la version 3.7 du lanceur Python, il est possible de demander une version *64-bit* en utilisant le suffixe **-64**. De plus il est possible de spécifier une version majeure et une architecture sans version mineure (par exemple `/usr/bin/python3-64`).

La forme `/usr/bin/env` de ligne *shebang* possède une autre propriété spéciale. Avant de rechercher les interpréteurs Python installés, cette forme recherche d'abord l'exécutable dans le `PATH`. Cela correspond au comportement du programme Unix `env`, qui effectue une recherche dans `PATH`.

4.8.3 Arguments dans les lignes *shebang*

Les lignes *shebang* peuvent également spécifier des options supplémentaires à passer à l'interpréteur Python. Par exemple, si vous avez une ligne *shebang* :

```
#!/usr/bin/python -v
```

Alors, Python sera démarré avec l'option `-v`

4.8.4 Personnalisation

Personnalisation via des fichiers INI

Deux fichiers `.ini` seront recherchés par le lanceur `--py.ini` dans le répertoire "Application Data" de l'utilisateur actuel (c'est-à-dire le répertoire retourné en appelant la fonction Windows `SHGetFolderPath` avec `CSIDL_LOCAL_APPDATA`) et `py.ini` dans le même répertoire que le lanceur. Les mêmes fichiers `.ini` sont utilisés à la fois pour la version « console » du lanceur (c'est-à-dire `py.exe`) et pour la version « fenêtrée » (c'est-à-dire `pyw.exe`).

La personnalisation spécifiée dans le « répertoire de l'application » aura la priorité sur celle à côté de l'exécutable, de sorte qu'un utilisateur, qui peut ne pas avoir accès en écriture au fichier `.ini` à côté du lanceur, peut substituer des commandes dans ce fichier `.ini` global

Personnalisation des versions Python par défaut

Dans certains cas, un qualificateur de version peut être inclus dans une commande pour dicter quelle version de Python sera utilisée par la commande. Un qualificateur de version commence par un numéro de version majeure et peut éventuellement être suivi d'un point (.) et d'un spécificateur de version secondaire. De plus il est possible de préciser si une implémentation 32 ou 64 bit doit être demandée en ajoutant **-32** ou **-64**.

Par exemple, une ligne *shebang* valant `#!python` n'a pas de qualificateur de version, tandis que `#!python3` a un qualificateur de version qui ne spécifie qu'une version majeure.

Si aucun qualificateur de version n'est trouvé dans une commande, la variable d'environnement `PY_PYTHON` peut être définie pour spécifier le qualificateur de version par défaut. Si non définie, la valeur par défaut est 3. La variable peut spécifier n'importe quelle valeur qui peut être passée dans la ligne de commande telle que 3, 3.7, 3.7-32 ou 3.7-64. (Notez que l'option **-64** est seulement disponible avec le lanceur inclus avec Python 3.7 ou plus récent.)

Si aucun qualificateur de version mineure n'est trouvé, la variable d'environnement `PY_PYTHON{major}` (où `{major}` est le qualificateur de version principale actuelle tel que déterminé ci-dessus) peut être définie pour spécifier la version complète. Si aucune option de ce type n'est trouvée, le lanceur énumérera les versions de Python installées et utilisera la dernière version mineure trouvée pour la version principale, qui est probablement la plus récemment installée dans cette famille.

Sur Windows 64-bits avec les implémentations 32-bits et 64-bits de la même version Python (`major.minor`) installée, la version 64-bit est toujours préférée. Cela est vrai pour les implémentations 32-bits et 64-bits du lanceur – un lanceur 32-bits préfère exécuter une installation Python de 64-bits de la version spécifiée si elle est disponible. Le comportement du lanceur est donc prévisible en sachant seulement quelles versions sont installées sur le PC et sans tenir compte de l'ordre dans lequel ils ont été installés (c.-à-d. sans savoir si une version 32 ou 64-bit de Python et le lanceur correspondant a été installé en dernier). Comme indiqué ci-dessus, un suffixe optionnel `-32` ou `-64` peut être utilisé sur un spécificateur de version pour modifier ce comportement.

Exemples :

- Si aucune option pertinente n'est définie, les commandes `python` et `python2` utiliseront la dernière version de Python 2.x installée et la commande `python3` utilisera le dernier Python 3.x installé.
- La commande `python3.7` ne consulte aucune option du tout car les versions sont entièrement spécifiées.
- Si `PY_PYTHON=3`, les commandes `python` et `python3` utiliseront la dernière version de Python 3 installée.
- Si `PY_PYTHON=3.7-32`, la commande `python` utilisera l'implémentation 32-bits de 3.7 alors que la commande `python3` utilisera le dernier Python installé (`PY_PYTHON` n'a pas été considéré du tout comme une version majeure a été spécifiée.)
- Si `PY_PYTHON=3` et `PY_PYTHON3=3.7`, les commandes `python` et `python3` utiliseront spécifiquement 3.7

En plus des variables d'environnement, les mêmes paramètres peuvent être configurés dans le `.INI` utilisé par le lanceur. La section dans le fichier INI est appelée `[defaults]` et le nom de la clé sera le même que les variables d'environnement sans le préfixe `PY_` principal (et notez que les noms de clés dans le fichier **INI** sont insensibles à la case.) Le contenu d'une variable d'environnement remplacera les éléments spécifiés dans le fichier *INI*.

Par exemple :

- Le paramètre `PY_PYTHON=3.7` équivaut au fichier **INI** contenant :

```
[defaults]
python=3.7
```

- Le paramètre `PY_PYTHON=3` et `PY_PYTHON3=3.7` équivaut au fichier *INI* contenant :

```
[defaults]
python=3
python3=3.7
```

4.8.5 Diagnostics

Si une variable d'environnement `PYLAUNCH_DEBUG` est définie (à n'importe quelle valeur), le lanceur affichera des informations de diagnostic sur *stderr* (c'est-à-dire sur la console). Bien que ces informations parviennent à être en même temps nombreuses et concises, elles devraient vous permettre de voir quelles versions de Python ont été trouvées, pourquoi une version particulière a été choisie et la ligne de commande exacte utilisée pour exécuter le Python cible.

4.9 Recherche de modules

Python stocke généralement sa bibliothèque (et donc votre dossier `site-packages`) dans le répertoire d'installation. Donc, si vous aviez installé Python dans `C:\Python\`, la bibliothèque par défaut résiderait dans `C:\Python\Lib\` et les modules tiers devraient être stockés dans `C:\Python\Lib\site-packages\`.

Pour remplacer complètement `sys.path`, créez un fichier `._pth` portant le même nom que le DLL (`python37._pth`) ou l'exécutable (`python._pth`) et spécifiez une ligne pour chaque chemin à ajouter à `sys.path`. Le fichier basé sur le nom de la DLL remplace celui basé sur l'exécutable, qui permet aux chemins d'être restreints pour tout programme chargeant le *runtime* si désiré.

Lorsque le fichier existe, toutes les variables de registre et d'environnement sont ignorées, le mode isolé est activé et `site` n'est pas importé, sauf si une ligne du fichier spécifie `import site`. Les chemins et les lignes vides commençant par `#` sont ignorés. Chaque chemin d'accès peut être absolu ou relatif à l'emplacement du fichier. Les importations autres que vers *site* ne sont pas autorisées, ni n'importe quelle instruction Python.

Notez que les fichiers `.pth` (sans signe souligné précédant le `pth`) seront traités normalement par le module `site` lorsque `import site` a été spécifié.

Lorsque aucun fichier `._pth` n'est trouvé, voilà comment `sys.path` est construit sur Windows :

- Une entrée vide est ajoutée au début, qui correspond au répertoire courant.
- Si la variable d'environnement `PYTHONPATH` existe, comme décrit dans *Variables d'environnement*, ses entrées sont ajoutées ensuite. Notez que sur Windows, les chemins d'accès de cette variable doivent être séparés par des points-virgules, pour les distinguer des deux points utilisés dans les identificateurs de lecteur (`C:\` etc.).
- Des "chemins d'accès d'application" supplémentaires peuvent être ajoutés dans le registre en tant que sous-clés de `\SOFTWARE\Python\PythonCore{version}\PythonPath` sous les ruches `HKEY_CURRENT_USER` et `HKEY_LOCAL_MACHINE`. Les sous-clés qui ont des chaînes de chemin délimitées par des points-virgules comme valeur par défaut entraînent l'ajout de chaque chemin d'accès à `sys.path`. (Notez que tous les installateurs connus utilisent seulement `HKLM`, donc `HKCU` est généralement vide.)
- Si la variable d'environnement `PYTHONHOME` est définie, elle est supposée comme "Python Home". Sinon, le chemin de l'exécutable principal de Python est utilisé pour chercher un "fichier de repère" (soit `Lib\os.py` ou `pythonXY.zip`) pour déduire le "Python Home". Si un "Python Home" est trouvé, les sous-répertoires correspondants ajoutés à `sys.path` (`Lib`, `plat-win`, etc) sont basés sur ce dossier. Sinon, le chemin d'accès Python principal est construit à partir du `PythonPath` stocké dans le registre.
- Si le "Python Home" ne peut pas être trouvé, `PYTHONPATH` n'est pas spécifié dans l'environnement et aucune entrée de registre ne peut être trouvée, un chemin par défaut avec des entrées relatives est utilisé (par exemple `.\Lib;.\plat-win`, etc.).

Si un fichier `pyenv.cfg` se trouve à côté de l'exécutable principal ou dans le répertoire un niveau au-dessus de l'exécutable, les variantes suivantes s'appliquent :

- Si `home` est un chemin absolu et `PYTHONHOME` n'est pas défini, ce chemin d'accès est utilisé au lieu du chemin d'accès à l'exécutable principal lors de la déduction de l'emplacement du `home`.

Le résultat final de tout ceci est :

- Lors de l'exécution de `python.exe`, ou tout autre `.exe` dans le répertoire principal de Python (soit une version installée, soit directement à partir du répertoire `PCbuild`), le chemin principal est déduit et les chemins d'accès principaux dans le Registre sont ignorés. D'autres "chemins d'application" dans le registre sont toujours lus.

- Lorsque Python est hébergé dans un autre fichier `.exe` (répertoire différent, intégré via COM, etc.), le "Python Home" ne sera pas déduit, de sorte que le chemin d'accès principal du registre est utilisé. D'autres "chemins d'application" dans le registre sont toujours lus.
- Si Python ne peut pas trouver son "home" et il n'y a pas de valeur de registre (*.exe* figé, une installation très étrange) vous obtenez un chemin d'accès avec certains chemins par défaut, mais relatif.

Pour ceux qui veulent intégrer Python dans leur application ou leur distribution, les conseils suivants empêcheront les conflits avec d'autres installations :

- Incluez un fichier `._pth` à côté de votre exécutable contenant les répertoires à inclure. Ceci ignorera les chemins répertoriés dans le registre et les variables d'environnement, et ignorera également `site` à moins que `import site` soit listé.
- Si vous chargez `python3.dll` ou `python37.dll` dans votre propre exécutable, appelez explicitement `Py_SetPath()` ou (au moins) `Py_SetProgramName()` avant `Py_Initialize()`.
- Effacer et/ou écraser `PYTHONPATH` et configurez `PYTHONHOME` avant de lancer le `python.exe` de votre application.
- Si vous ne pouvez pas utiliser les suggestions précédentes (par exemple, vous êtes une distribution qui permet aux gens d'exécuter `python.exe` directement), assurez-vous que le point de repère `Lib\os.py` existe dans votre répertoire d'installation. (Notez qu'il ne sera pas détecté à l'intérieur d'un fichier ZIP, mais un fichier ZIP correctement nommé sera détecté à la place.)

Ceux-ci garantiront que les fichiers d'une installation à l'échelle du système n'auront pas la priorité sur la copie de la bibliothèque standard livrée avec votre application. Sinon, vos utilisateurs pourraient rencontrer des problèmes en utilisant votre application. Notez que la première suggestion est la meilleure, car les autres peuvent encore être sensibles aux chemins non-standard dans le registre et le *site-packages* utilisateur.

Modifié dans la version 3.6 :

- Ajout de la gestion des `._pth` et suppression de l'option `applocal` de `pyenv.config`.
- Ajout de `pythonXX.zip` comme point de repère potentiel lorsqu'il est directement adjacent à l'exécutable.

Obsolète depuis la version 3.6 : Les modules spécifiés dans le registre sous Modules (pas PythonPath) peuvent être importés par `importlib.machinery.WindowsRegistryFinder`. Ce Finder est activé sur Windows dans 3.6.0 et plus récent, mais il pourrait être nécessaire de l'ajouter explicitement à `sys.meta_path` à l'avenir.

4.10 Modules supplémentaires

Même si Python a l'ambition d'être portable parmi toutes les plates-formes, il existe des fonctionnalités propres à Windows. Certains modules, à la fois dans la bibliothèque standard et externe, et des exemples existent pour utiliser ces fonctionnalités.

Les modules standard de Windows sont documentés dans `mswin-specific-services`.

4.10.1 PyWin32

Le module `PyWin32` de Mark Hammond est une collection de modules pour un support avancé spécifique à Windows. Cela inclut les services pour :

- [Component Object Model \(COM\)](#)
- Appels à l'API Win32
- Registre
- Journal d'événement
- [Microsoft Foundation Classes \(MFC\)](#) interfaces utilisateur

`PythonWin` est un exemple d'application MFC livrée avec `PyWin32`. Il s'agit d'un IDE embarqué avec débogueur intégré.

Voir aussi :

[Win32 How Do I...?](#) par Tim Golden

[Python and COM](#) par David et Paul Boddie

4.10.2 cx_Freeze

`cx_Freeze` est une extension `distutils` (voir `extending-distutils`) qui encapsule des scripts Python dans des programmes exécutables Windows (Fichiers `*.exe`). Lorsque vous l'avez fait, vous pouvez distribuer votre application sans demander à vos utilisateurs d'installer Python.

4.11 Compiler Python sous Windows

If you want to compile CPython yourself, first thing you should do is get the [source](#). You can download either the latest release's source or just grab a fresh [checkout](#).

L'arborescence `source` contient une solution de compilation et des fichiers projet pour Microsoft Visual Studio, qui est le compilateur utilisé pour générer les versions officielles de Python. Ces fichiers se trouvent dans le répertoire `PCbuild`.

Consultez `PC/readme.txt` pour des informations générales sur le processus de construction.

Pour les modules d'extension, consultez `building-on-windows`.

4.12 Autres plateformes

Avec le développement continu de Python, certaines plateformes qui étaient auparavant prises en charge ne sont plus prises en charge (en raison du manque d'utilisateurs ou de développeurs). Voir [PEP 11](#) pour plus de détails sur toutes les plateformes non prises en charge.

- [Windows CE](#) is [no longer supported](#) since Python 3 (if it ever was).
- Le programme d'installation de [Cygwin](#) propose d'installer également l'interpréteur Python.

Voir [Python pour Windows](#) pour des instructions détaillées sur les plateformes avec installateurs pré-compilés.

Utilisation de Python sur un Mac

Auteur Bob Savage <bobsavage@mac.com>

Python sur un Macintosh exécutant macOS est en principe très similaire à Python sur n'importe quelle autre plateforme Unix, mais il y a un certain nombre de fonctionnalités additionnelle telle que l'IDE et le gestionnaire de paquets qui méritent d'être soulignées.

5.1 Obtenir et installer MacPython

macOS used to come with Python 2.7 pre-installed between versions 10.8 and 12.3. You are invited to install the most recent version of Python 3 from the Python website (<https://www.python.org>). A current "universal binary" build of Python, which runs natively on the Mac's new Intel and legacy PPC CPU's, is available there.

Vous obtiendrez un certain nombre de choses après installation :

- A Python 3.12 folder in your Applications folder. In here you find IDLE, the development environment that is a standard part of official Python distributions ; and PythonLauncher, which handles double-clicking Python scripts from the Finder.
- Un **framework** `/Library/Frameworks/Python.framework`, qui inclut l'exécutable Python et ses bibliothèques. L'installateur ajoute ce chemin à votre **PATH**. Pour désinstaller MacPython, vous pouvez simplement supprimer ces trois choses. Un lien symbolique vers l'exécutable Python est placé dans `/usr/local/bin/`.

Le **build** Python fourni par Apple est installé dans `/System/Library/Frameworks/Python.framework` et `/usr/bin/python`. Vous ne devriez jamais les modifier ou supprimer, car ils sont contrôlés et utilisés par Apple (ou d'autres logiciels). Rappelez vous que si vous choisissez d'installer un Python plus récent depuis `python.org`, vous aurez deux installations de Python différentes et fonctionnelles sur votre ordinateur, il est donc important que vos chemins et utilisations soit cohérentes avec ce que vous voulez faire.

IDLE inclut un menu d'aide qui vous permet d'accéder à la documentation Python. Si vous êtes entièrement novice, vous devriez commencer par lire le tutoriel d'introduction dans ce document.

Si vous êtes familier avec Python sur d'autres plateformes Unix, vous devriez lire la section sur comment exécuter des scripts Python depuis un shell Unix.

5.1.1 Comment exécuter un script Python

Le meilleur moyen de démarrer avec Python sur macOS est d'utiliser l'environnement de développement intégré **IDLE**, voir la section [L'IDE](#) et utilisez le menu d'aide (**Help**) quand l'IDE est lancé.

If you want to run Python scripts from the Terminal window command line or from the Finder you first need an editor to create your script. macOS comes with a number of standard Unix command line editors, **vim** and **emacs** among them. If you want a more Mac-like editor, **BBEdit** or **TextWrangler** from Bare Bones Software (see <http://www.barebones.com/products/bbedit/index.html>) are good choices, as is **TextMate** (see <https://macromates.com/>). Other editors include **Gvim** (<https://macvim-dev.github.io/macvim/>) and **Aquamacs** (<http://aquamacs.org/>).

Pour exécuter votre script depuis la fenêtre Terminal, vous devez vous assurer que `/usr/local/bin` est dans le chemin de recherche de votre shell (**PATH**).

Pour exécuter votre script depuis le Finder vous avez deux options :

- Glissez-le vers **PythonLauncher**
- Sélectionnez **PythonLauncher** en tant qu'application par défaut pour ouvrir votre script (ou n'importe quel script `.py`) depuis la fenêtre **info** de votre Finder puis double-cliquez votre script. **PythonLauncher** a des préférences variées pour contrôler comment votre script est exécuté. Glisser des options permet de les changer pour une invocation, ou utilisez le menu Préférences pour changer les choses globalement.

5.1.2 Lancer des scripts avec une interface graphique

Avec les anciennes versions de Python, il y a une bizarrerie propre à macOS dont vous devez être au courant : les programmes qui communiquent avec le gestionnaires de fenêtres **Aqua** (en d'autres termes, tout ce qui a une interface graphique) doivent être exécutés de façon spécifique. Utilisez **pythonw** au lieu de **python** pour exécuter ce genre de scripts.

Avec Python 3.9, vous pouvez utiliser **python** ou **pythonw**.

5.1.3 Configuration

Python sur macOS respecte tous les standards Unix pour les variables d'environnement comme `PYTHONPATH`, mais la façon de définir ces variables pour des programmes exécutés depuis le Finder n'est pas standard car le Finder ne lit pas votre `.profile` ou `.cshrc` au démarrage. Vous devez créer un fichier `~/MacOSX/environment.plist`. Voir le document technique d'Apple QA1067 pour plus de détails.

Pour plus d'informations sur l'installation de paquets Python dans **MacPython**, voir la section [Installation de paquets Python additionnels](#).

5.2 L'IDE

MacPython est livré avec l'environnement de développement standard **IDLE**. Une bonne introduction sur l'utilisation d'**IDLE** peut être trouvée à http://www.hashcollision.org/hkn/python/ide_intro/index.html.

5.3 Installation de paquets Python additionnels

Il y a plusieurs méthodes pour installer des paquets Python supplémentaires :

- Les paquets peuvent être installés en utilisant **distutils** (`python setup.py install`).
- Beaucoup de paquets peuvent aussi être installés via l'extension **setuptools** ou **pip**, voir <https://pip.pypa.io/>.

5.4 Programmation d'interface graphique sur le Mac

Il y a plusieurs options pour construire des applications avec interface graphique sur le Mac avec Python.

PyObjC est un **binding** Python vers le **framework** Objective-C/Cocoa d'Apple, qui est la base de la plupart des développements modernes sur Mac. Des informations sur PyObjC sont disponibles à <https://pypi.org/project/pyobjc/>.

La boîte à outils standard de Python pour des interfaces graphique est `tkinter`, basé sur la boîte à outils multiplateformes **Tk** (<https://www.tcl.tk>). Une version native **Aqua** de **Tk** est empaquetée avec OS X par Apple, et la dernière version peut être téléchargée et installée depuis <https://www.activestate.com> ; elle peut aussi être construite depuis les sources.

wxPython est une boîte à outils populaire multiplateformes pour interfaces graphiques qui tourne nativement sur macOS. Les paquets et la documentation sont disponibles sur <https://www.wxpython.org>.

PyQt est une boîte à outils multiplateformes pour interfaces graphique populaire qui tourne nativement sur macOS. Plus d'informations sont disponibles sur <https://riverbankcomputing.com/software/pyqt/intro>.

5.5 Distribuer des Applications Python sur le Mac

L'outil standard pour déployer des applications Python sur le Mac est **py2app**. Plus d'information sur l'installation et l'utilisation de **py2app** sur <https://pypi.org/project/py2app/>.

5.6 Autres ressources

La liste de diffusion courriel **MacPython** est une excellente ressource support pour les utilisateurs et développeurs Python sur Mac :

<https://www.python.org/community/sigs/current/pythonmac-sig/>

Une autre ressource utile est le wiki **MacPython** :

<https://wiki.python.org/moin/MacPython>

CHAPITRE 6

Éditeurs et IDEs

Il y a un grand nombre d'environnement de développement qui gèrent le langage de programmation Python. Beaucoup d'éditeurs et d'EDIs proposent une mise en surbrillance de la syntaxe, des outils de débogage et une vérification PEP-8.

Merci d'aller sur [Python Editors](#) et [Integrated Development Environments](#) pour une liste exhaustive.

>>> 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.

... Peut faire référence à :

- 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.
- La constante `Ellipsis`.

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-reference`.

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 *annotation de variable*, *annotation de fonction*, **PEP 484** et **PEP 526**, qui décrivent cette fonctionnalité. Voir aussi `annotations-howto` sur les bonnes pratiques concernant les annotations.

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 *paramètre* 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 une 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 habituellement désignée par son nom *via* une notation utilisant des points. Par exemple, si un objet *o* possède un attribut *a*, cet attribut est référencé par *o.a*.

Il est possible de donner à un objet un attribut dont le nom n'est pas un identifiant tel que défini pour les identifiants, par exemple en utilisant `setattr()`, si l'objet le permet. Un tel attribut ne sera pas accessible à l'aide d'une expression pointée et on devra y accéder avec `getattr()`.

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`.

référence empruntée In Python's C API, a borrowed reference is a reference to an object, where the code using the object does not own the reference. It becomes a dangling pointer if the object is destroyed. For example, a garbage collection can remove the last *strong reference* to the object and so destroy it.

Il est recommandé d'appeler `Py_INCREF()` sur la *référence empruntée*, ce qui la transforme *in situ* en une *référence forte*. Vous pouvez faire une exception si vous êtes certain que l'objet ne peut pas être supprimé.

avant la dernière utilisation de la référence empruntée. Voir aussi la fonction `Py_NewRef()`, qui crée une nouvelle *référence forte*.

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 exemple `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.

appelable (callable) Un callable est un objet qui peut être appelé, éventuellement avec un ensemble d'arguments (voir *argument*), avec la syntaxe suivante :

```
callable(argument1, argument2, ...)
```

Une *fonction*, et par extension une *méthode*, est un callable. Une instance d'une classe qui implémente la méthode `__call__()` est également un callable.

fonction de rappel Une sous-fonction passée en argument pour être exécutée plus tard.

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 Les coroutines sont une forme généralisée des fonctions. On entre dans une fonction en un point et on en sort en un autre point. On peut entrer, sortir et reprendre l'exécution d'une coroutine en plusieurs points. Elles peuvent être implémentées en utilisant l'instruction `async def`. Voir aussi la [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(arg):
    ...
f = staticmethod(f)

@staticmethod
def f(arg):
    ...
```

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` ou le guide pour l'utilisation des descripteurs.

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".

dictionnaire en compréhension (ou dictionnaire en intension) Écriture concise pour traiter tout ou partie des éléments d'un itérable et renvoyer un dictionnaire contenant les résultats. `results = {n: n ** 2 for n in range(10)}` génère un dictionnaire contenant des clés *n* liée à leur valeurs *n ** 2*. Voir `comprehensions`.

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 `dict-views`.

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 cancanne, 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*.

encodage du système de fichier et gestionnaire d'erreur Encodage et gestionnaire d'erreur utilisés par Python pour décoder les octets fournis par le système d'exploitation et encoder les chaînes de caractères Unicode afin de les passer au système.

L'encodage du système de fichiers doit impérativement pouvoir décoder tous les octets jusqu'à 128. Si ce n'est pas le cas, certaines fonctions de l'API lèvent `UnicodeError`.

Cet encodage et son gestionnaire d'erreur peuvent être obtenus à l'aide des fonctions `sys.getfilesystemencoding()` et `sys.getfilesystemencodeerrors()`.

L'encodage du système de fichiers et gestionnaire d'erreurs associé sont configurés au démarrage de Python par la fonction `PyConfig_Read()` : regardez `filesystem_encoding` et `filesystem_errors` dans les membres de `PyConfig`.

Voir aussi *encodage régional*.

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 *fonction*.

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 *fonction*.

Voir *annotation de variable* et [PEP 484](#), qui décrivent cette fonctionnalité. Voir aussi *annotations-howto* sur

les bonnes pratiques concernant les annotations.

__future__ Une importation depuis le futur s'écrit `from __future__ import <fonctionnalité>`. Lorsqu'une importation du futur est active dans un module, Python compile ce module avec une certaine modification de la syntaxe ou du comportement qui est vouée à devenir standard dans une version ultérieure. Le module `__future__` documente les possibilités pour *fonctionnalité*. L'importation a aussi l'effet normal d'importer une variable du module. Cette variable contient des informations utiles sur la fonctionnalité en question, notamment la version de Python dans laquelle elle a été ajoutée, et celle dans laquelle elle deviendra standard :

```
>>> 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'ambiguïté.

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**.

type générique Un *type* qui peut être paramétré ; généralement un conteneur comme `list` ou `dict`. Utilisé pour les *indications de type* et les *annotations*.

Pour plus de détails, voir types alias génériques et le module `typing`. On trouvera l'historique de cette fonctionnalité dans la **PEP 483**, la **PEP 484** et la **PEP 585**.

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 figés) 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 d'apprentissage et 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.

importing 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 `typeiter`.

Particularité de l'implémentation CPython : CPython n'est pas toujours cohérent sur le fait de demander ou non à un itérateur de définir `__iter__()`.

fonction clé Une fonction clé est un objet callable 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 séquençement 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*.

encodage régional Sous Unix, il est défini par la variable régionale `LC_CTYPE`. Il peut être modifié par `locale.setlocale(locale.LC_CTYPE, new_locale)`.

Sous Windows, c'est un encodage ANSI (ex. : `cp1252`).

`locale.getpreferredencoding(False)` permet de récupérer l'encodage régional.

Python utilise l'*encodage du système de fichier et gestionnaire d'erreur* pour les conversions de noms de fichier entre Unicode et octets.

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 Le terme "n-uplet nommé" s'applique à tous les types ou classes qui héritent de la classe `tuple` et dont les éléments indexables sont aussi accessibles en utilisant des attributs nommés. Les types et classes peuvent avoir aussi d'autres caractéristiques.

Plusieurs types natifs sont appelés n-uplets, y compris les valeurs retournées par `time.localtime()` et `os.stat()`. Un autre exemple est `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
```

Certains *n-uplets nommés* sont des types natifs (comme les exemples ci-dessus). Sinon, un *n-uplet nommé* peut être créé à partir d'une définition de classe habituelle qui hérite de `tuple` et qui définit les champs nommés. Une telle classe peut être écrite à la main ou être créée avec la fonction `collections.namedtuple()`. Cette dernière méthode ajoute des méthodes supplémentaires qui ne seront pas trouvées dans celles écrites à la main ni dans les n-uplets nommés natifs.

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, `__getattr__()`, 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 A Python *module* which can contain submodules or recursively, subpackages. Technically, a package is a Python module with a `__path__` attribute.

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* : définit un argument qui ne peut être fourni que par position. Les paramètres *positional-only* peuvent être définis en insérant un caractère `/` dans la liste de paramètres de la définition de fonction après eux. Par exemple : *posonly1* et *posonly2* dans le code suivant :

```
def func(posonly1, posonly2, /, positional_or_keyword): ...
```

- *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'
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
>>> 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()`.

ensemble en compréhension (ou ensemble en intension) Une façon compacte de traiter tout ou partie des éléments d'un itérable et de renvoyer un *set* avec les résultats. `results = {c for c in 'abracadabra' if c not in 'abc'}` génère l'ensemble contenant les lettres «r» et «d» { 'r', 'd' }. Voir *compréhensions*.

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`.

référence forte In Python's C API, a strong reference is a reference to an object which is owned by the code holding the reference. The strong reference is taken by calling `Py_INCREF()` when the reference is created and released with `Py_DECREF()` when the reference is deleted.

Une référence forte est créée à l'aide de la fonction `Py_NewRef()`. Il faut normalement appeler `Py_DECREF()` dessus avant de sortir de sa portée lexicale, sans quoi il y a une fuite de référence.

Voir aussi *référence empruntée*.

encodage de texte Une chaîne de caractères en Python est une suite de points de code Unicode (dans l'intervalle U+0000--U+10FFFF). Pour stocker ou transmettre une chaîne, il est nécessaire de la sérialiser en suite d'octets.

Sérialiser une chaîne de caractères en une suite d'octets s'appelle « encoder » et recréer la chaîne à partir de la suite d'octets s'appelle « décoder ».

Il existe de multiples codecs pour la sérialisation de texte, que l'on regroupe sous l'expression « encodages de texte ».

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 :

```
def remove_gray_shades(
    colors: list[tuple[int, int, int]]) -> list[tuple[int, int, int]]:
    pass
```

pourrait être rendu plus lisible comme ceci :

```
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 [annotation de fonction](#), à la [PEP 484](#) et à la [PEP 526](#) qui décrivent cette fonctionnalité. Voir aussi [annotations-howto](#) sur les bonnes pratiques concernant les annotations.

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.

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 !

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/>) aux 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 Virginie, d'où il diffusa plusieurs versions du logiciel.

En mai 2000, Guido et l'équipe de développement centrale de Python sont partis vers BeOpen.com pour former l'équipe BeOpen PythonLabs. En octobre de la même année, l'équipe de PythonLabs est partie vers Digital Creations (désormais Zope Corporation ; voir <https://www.zope.com/>). En 2001, la Python Software Foundation (PSF, voir <https://www.python.org/psf/>) voit le jour. Il s'agit d'une organisation à but non lucratif détenant les droits de propriété intellectuelle de Python. Zope Corporation en est un sponsor.

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

Le logiciel Python et sa documentation sont distribués sous *la licence d'utilisation PSF*.

Depuis Python 3.8.6, les exemples, recettes et autres codes présents dans la documentation sont sous la double licence d'utilisation PSF et *la licence Zero-Clause BSD*.

Certains logiciels faisant partie de Python sont soumis à d'autres licences. Ces licences sont incluses avec le code lié à celles-ci. Voir *Licences et remerciements pour les logiciels tiers* pour une liste non exhaustive de ces licences.

C.2.1 PSF LICENSE AGREEMENT FOR PYTHON 3.10.18

1. This LICENSE AGREEMENT is between the Python Software Foundation,
→ ("PSF"), and
the Individual or Organization ("Licensee") accessing and otherwise
→ using Python
3.10.18 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 3.10.18 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 3.10.18 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 3.10.18 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
3.10.18.
4. PSF is making Python 3.10.18 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 3.10.18 WILL NOT INFRINGE ANY THIRD PARTY RIGHTS.

5. PSF SHALL NOT BE LIABLE TO LICENSEE OR ANY OTHER USERS OF PYTHON 3.10.18 FOR ANY INCIDENTAL, SPECIAL, OR CONSEQUENTIAL DAMAGES OR LOSS AS A RESULT OF MODIFYING, DISTRIBUTING, OR OTHERWISE USING PYTHON 3.10.18, 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 3.10.18, 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

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

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

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

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.2.5 LICENCE BSD ZERO-CLAUSE POUR LE CODE DANS LA DOCUMENTATION DE PYTHON 3.10.18

Permission to use, copy, modify, and/or distribute this software for any purpose with or without fee is hereby granted.

THE SOFTWARE IS PROVIDED "AS IS" AND THE AUTHOR DISCLAIMS ALL WARRANTIES WITH REGARD TO THIS SOFTWARE INCLUDING ALL IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS. IN NO EVENT SHALL THE AUTHOR BE LIABLE FOR ANY SPECIAL, DIRECT, 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
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)

The `socket` module uses the functions, `getaddrinfo()`, and `getnameinfo()`, which are coded in separate source files from the WIDE Project, <https://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 `asyncio` et `asynchat` 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 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.
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
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 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

The file `Python/dtoa.c`, which supplies C functions `dtoa` and `strtod` for conversion of C doubles to and from strings, is derived from the file of the same name by David M. Gay, currently available from <https://web.archive.org/web/20220517033456/http://www.netlib.org/fp/dtoa.c>. The original file, as retrieved on March 16, 2009, contains the following copyright and licensing notice :

```
/*****
 *
 * 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
 * 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 macOS 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
 * 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)

```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
* 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)"
*
* 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
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
* 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
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
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
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      jloup@gzip.org
```

```
Mark Adler            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 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

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

```
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) 2008-2020 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.
```

C.3.18 Ensemble de tests C14N du W3C

Les tests de C14N version 2.0 du module `test` (`Lib/test/xmltestdata/c14n-20/`) proviennent du site du W3C à l'adresse <https://www.w3.org/TR/xml-c14n2-testcases/> et sont distribués sous licence BSD modifiée :

```
Copyright (c) 2013 W3C(R) (MIT, ERCIM, Keio, Beihang),
All Rights Reserved.
```

```
Redistribution and use in source and binary forms, with or without
modification, are permitted provided that the following conditions
are met:
```

(suite sur la page suivante)

(suite de la page précédente)

- * Redistributions of works must retain the original copyright notice, this list of conditions and the following disclaimer.
- * Redistributions in binary form must reproduce the original 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 W3C nor the names of its contributors may be used to endorse or promote products derived from this work 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.3.19 Audioop

The audioop module uses the code base in g771.c file of the SoX project. <https://sourceforge.net/projects/sox/files/sox/12.17.7/sox-12.17.7.tar.gz>

This source code is a product of Sun Microsystems, Inc. and is provided for unrestricted use. Users may copy or modify this source code without charge.

SUN SOURCE CODE IS PROVIDED AS IS WITH NO WARRANTIES OF ANY KIND INCLUDING THE WARRANTIES OF DESIGN, MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE, OR ARISING FROM A COURSE OF DEALING, USAGE OR TRADE PRACTICE.

Sun source code is provided with no support and without any obligation on the part of Sun Microsystems, Inc. to assist in its use, correction, modification or enhancement.

SUN MICROSYSTEMS, INC. SHALL HAVE NO LIABILITY WITH RESPECT TO THE INFRINGEMENT OF COPYRIGHTS, TRADE SECRETS OR ANY PATENTS BY THIS SOFTWARE OR ANY PART THEREOF.

In no event will Sun Microsystems, Inc. be liable for any lost revenue or profits or other special, indirect and consequential damages, even if Sun has been advised of the possibility of such damages.

Sun Microsystems, Inc. 2550 Garcia Avenue Mountain View, California 94043

ANNEXE D

Copyright

Python et cette documentation sont :

Copyright © 2001-2023 Python Software Foundation. All rights reserved.

Copyright © 2000 *BeOpen.com*. Tous droits réservés.

Copyright © 1995-2000 *Corporation for National Research Initiatives*. Tous droits réservés.

Copyright © 1991-1995 *Stichting Mathematisch Centrum*. Tous droits réservés.

Voir [Histoire et licence](#) pour des informations complètes concernant la licence et les permissions.

Non alphabétique

..., [55](#)

-?

command line option, [5](#)

%APPDATA%, [36](#)

2to3, [55](#)

>>>, [55](#)

__future__, [60](#)

__slots__, [66](#)

A

alias de type, [67](#)

annotation, [55](#)

annotation de fonction, [59](#)

annotation de variable, [67](#)

API provisoire, [65](#)

appelable (*callable*), [57](#)

argument, [55](#)

argument nommé, [62](#)

argument positionnel, [65](#)

arrêt de l'interpréteur, [61](#)

attribut, [56](#)

awaitable, [56](#)

B

-B

command line option, [6](#)

-b

command line option, [6](#)

BDFL, [56](#)

C

-c <command>

command line option, [4](#)

C-contiguous, [57](#)

CFLAGS, [2729](#)

CFLAGS_NODIST, [2729](#)

chaîne entre triple guillemets, [67](#)

chargeur, [62](#)

--check-hash-based-pycs

default|always|never

command line option, [6](#)

chemin des importations, [61](#)

chercheur, [59](#)

chercheur basé sur les chemins, [64](#)

chercheur dans les méta-chemins, [63](#)

chercheur de chemins, [64](#)

classe, [57](#)

classe de base abstraite, [55](#)

code intermédiaire (*bytecode*), [57](#)

coercition, [57](#)

command line option

-?, [5](#)

-B, [6](#)

-b, [6](#)

-c <command>, [4](#)

--check-hash-based-pycs

default|always|never, [6](#)

-d, [6](#)

--disable-ipv6, [19](#)

--disable-test-modules, [20](#)

-E, [6](#)

--enable-big-digits=[15|30], [19](#)

--enable-framework, [25](#)

--enable-framework=INSTALLDIR, [25](#)

--enable-loadable-sqlite-extensions,
[19](#)

--enable-optimizations, [21](#)

--enable-profiling, [21](#)

--enable-shared, [23](#)

--enable-universalsdk, [25](#)

--enable-universalsdk=SDKDIR, [25](#)

--exec-prefix=EPREFIX, [20](#)

-h, [5](#)

--help, [5](#)

-I, [6](#)

-i, [6](#)

-J, [9](#)

-m <module-name>, [4](#)

-O, [6](#)

-OO, [6](#)

--prefix=PREFIX, [20](#)

-q, [6](#)

-R, [6](#)

-S, [7](#)

-s, [7](#)

-u, [7](#)

- V, 5
- v, 7
- version, 5
- W arg, 7
- with-address-sanitizer, 23
- with-assertions, 22
- with-builtin-hashlib-hashes=md5, sha1, sha256, sha512, sha3, blake2, 24
- with-computed-gotos, 21
- with-cxx-main, 19
- with-cxx-main=COMPILER, 19
- with-dbmliborder=db1:db2:..., 20
- with-dtrace, 22
- with-ensurepip=[upgrade|install|no], 21
- with-framework-name=FRAMEWORK, 25
- with-hash-algorithm=[fnv|siphash24], 24
- with-libc=STRING, 24
- with-libm=STRING, 24
- with-libs='lib1 ...', 23
- with-lto, 21
- with-memory-sanitizer, 23
- with-openssl=DIR, 24
- with-openssl-rpath=[no|auto|DIR], 24
- without-c-locale-coercion, 20
- without-decimal-contextvar, 20
- without-doc-strings, 21
- without-pymalloc, 21
- without-readline, 23
- without-static-libpython, 23
- with-platlibdir=DIRNAME, 20
- with-pydebug, 22
- with-readline=editline, 23
- with-ssl-default-suites=[python|openssl|STRING], 24
- with-suffix=SUFFIX, 19
- with-system-expat, 23
- with-system-ffi, 23
- with-system-libmpdec, 23
- with-tcltk-includes='-I...', 23
- with-tcltk-libs='-L...', 23
- with-trace-refs, 22
- with-tzpath=<list of absolute paths separated by pathsep>, 20
- with-undefined-behavior-sanitizer, 23
- with-universal-archs=ARCH, 25
- with-valgrind, 22
- with-wheel-pkg-dir=PATH, 20
- X, 8
- x, 8
- contigu, 57
- coroutine, 58
- CPPFLAGS, 27, 29
- CPython, 58
- D**
- d
 - command line option, 6
- décorateur, 58
- descripteur, 58
- dictionnaire, 58
- dictionnaire en compréhension (ou *dictionnaire en intension*), 58
- disable-ipv6
 - command line option, 19
- disable-test-modules
 - command line option, 20
- distribution simple, 66
- division entière, 59
- docstring (*chaîne de documentation*), 58
- duck-typing, 58
- E**
- E
 - command line option, 6
- EAFP, 59
- enable-big-digits=[15|30]
 - command line option, 19
- enable-framework
 - command line option, 25
- enable-framework=INSTALLDIR
 - command line option, 25
- enable-loadable-sqlite-extensions
 - command line option, 19
- enable-optimizations
 - command line option, 21
- enable-profiling
 - command line option, 21
- enable-shared
 - command line option, 23
- enable-universalsdk
 - command line option, 25
- enable-universalsdk=SDKDIR
 - command line option, 25
- encodage de texte, 66
- encodage du système de fichier et gestionnaire d'erreur, 59
- encodage régional, 62
- ensemble en compréhension (ou *ensemble en intension*), 66
- entrée de chemin, 64
- environnement virtuel, 68
- espace de nommage, 63
- exec-prefix=EPREFIX
 - command line option, 20
- expression, 59
- expression génératrice, 60
- F**
- f-string, 59
- fichier binaire, 56
- fichier texte, 67
- fonction, 59

fonction clé, [62](#)
fonction coroutine, [58](#)
fonction de rappel, [57](#)
fonction générique, [60](#)
Fortran contiguous, [57](#)

G

générateur, [60](#)
générateur asynchrone, [56](#)
generator, [60](#)
generator expression, [60](#)
gestionnaire de contexte, [57](#)
gestionnaire de contexte asynchrone, [56](#)

GIL, [60](#)

H

-h
 command line option, [5](#)
hachable, [61](#)
--help
 command line option, [5](#)

I

-I
 command line option, [6](#)
-i
 command line option, [6](#)
IDLE, [61](#)
immuable, [61](#)
importateur, [61](#)
importing, [61](#)
indication de type, [67](#)
instruction, [66](#)
interactif, [61](#)
interprété, [61](#)
itérable, [61](#)
itérable asynchrone, [56](#)
itérateur, [61](#)
itérateur asynchrone, [56](#)
itérateur de générateur, [60](#)
itérateur de générateur asynchrone, [56](#)

J

-J
 command line option, [9](#)

L

lambda, [62](#)
LBYL, [62](#)
LDFLAGS, [27](#), [29](#)
LDFLAGS_NODIST, [29](#)
Le zen de Python, [68](#)
list, [62](#)
liste en compréhension (*ou liste en intension*), [62](#)

M

-m <module-name>
 command line option, [4](#)
machine virtuelle, [68](#)
magic
 method, [62](#)
métaclasse, [63](#)
method
 magic, [62](#)
 special, [66](#)
méthode, [63](#)
méthode magique, [62](#)
méthode spéciale, [66](#)
module, [63](#)
module d'extension, [59](#)
MRO, [63](#)
muable, [63](#)

N

n-uplet nommé, [63](#)
nom qualifié, [65](#)
nombre complexe, [57](#)
nombre de références, [66](#)
nouvelle classe, [64](#)

O

-O
 command line option, [6](#)
objet, [64](#)
objet fichier, [59](#)
objet fichier-compatible, [59](#)
objet octet-compatible, [57](#)
objet simili-chemin, [65](#)
-OO
 command line option, [6](#)
OPT, [22](#)
ordre de résolution des méthodes, [63](#)

P

paquet, [64](#)
paquet classique, [66](#)
paquet provisoire, [65](#)
paquet-espace de nommage, [63](#)
paramètre, [64](#)
PATH, [9](#), [17](#), [32](#), [34](#), [3941](#), [43](#)
PATHEXT, [34](#)
PEP, [65](#)
point d'entrée pour la recherche
 dans path, [64](#)
portée imbriquée, [64](#)
portion, [65](#)
--prefix=PREFIX
 command line option, [20](#)
PROFILE_TASK, [21](#)
PY_PYTHON, [44](#)
pyc utilisant le hachage, [61](#)
Python 3000, [65](#)
Python Enhancement Proposals

PEP 1, 65
PEP 11, 31, 47
PEP 278, 67
PEP 302, 59, 62
PEP 328, 59
PEP 338, 4
PEP 343, 57
PEP 362, 56, 64
PEP 370, 7, 11
PEP 397, 41
PEP 411, 65
PEP 420, 59, 65
PEP 421, 63
PEP 443, 60
PEP 451, 59
PEP 483, 60
PEP 484, 55, 59, 60, 67, 68
PEP 488, 6
PEP 492, 56, 58
PEP 498, 59
PEP 519, 65
PEP 525, 56
PEP 526, 55, 68
PEP 528, 41
PEP 529, 12, 41
PEP 538, 13, 20
PEP 585, 60
PEP 3116, 67
PEP 3155, 65

PYTHON*, 46
PYTHONCOERCECLOCALE, 20
PYTHONDEBUG, 6
PYTHONDONTWRITEBYTECODE, 6
PYTHONDUMPPREFS, 22
PYTHONHASHSEED, 7, 10
PYTHONHOME, 6, 9, 45, 46
PYTHONINSPECT, 6
PYTHONINTMAXSTRDIGITS, 8
PYTHONIOENCODING, 13
Pythonique, 65
PYTHONLEGACYWINDOWSSTDIO, 11
PYTHONMALLOC, 12, 21
PYTHONOPTIMIZE, 6
PYTHONPATH, 6, 9, 40, 45, 46, 50
PYTHONPROFILEIMPORTTIME, 8
PYTHONPYCACHEPREFIX, 8
PYTHONSTARTUP, 6
PYTHONTHREADDEBUG, 22
PYTHONUNBUFFERED, 7
PYTHONUTF8, 13, 40
PYTHONVERBOSE, 7
PYTHONWARNDEFAULTENCODING, 8
PYTHONWARNINGS, 8

Q

-q
command line option, 6

R

-R
command line option, 6
ramasse-miettes, 60
référence empruntée, 56
référence forte, 66
retours à la ligne universels, 67

S

-S
command line option, 7
-s
command line option, 7
séquence, 66
special
method, 66
spécificateur de module, 63

T

tableau de correspondances, 62
TEMP, 36
tranche, 66
type, 67
type générique, 60

U

-u
command line option, 7

V

-V
command line option, 5
-v
command line option, 7
variable de classe, 57
variable de contexte, 57
variable d'environnement
%APPDATA%, 36
BASECFLAGS, 28
BASECPPFLAGS, 27
BLDSHARED, 29
CC, 27
CCSHARED, 28
CFLAGS, 2729
CFLAGS_ALIASING, 28
CFLAGS_NODIST, 2729
CFLAGSFORSHARED, 28
CONFIGURE_CFLAGS, 28
CONFIGURE_CFLAGS_NODIST, 28
CONFIGURE_CPPFLAGS, 27
CONFIGURE_LDFLAGS, 29
CONFIGURE_LDFLAGS_NODIST, 29
CPPFLAGS, 27, 29
CXX, 27
EXTRA_CFLAGS, 27
LDFLAGS, 27, 29
LDFLAGS_NODIST, 29

LDSSHARED, 29
 LIBS, 29
 LINKCC, 29
 MAINCC, 27
 OPT, 22, 28
 PATH, 9, 17, 32, 34, 3941, 43
 PATHEXT, 34
 PROFILE_TASK, 21
 PURIFY, 28
 PY_BUILTIN_MODULE_CFLAGS, 28
 PY_CFLAGS, 28
 PY_CFLAGS_NODIST, 28
 PY_CORE_CFLAGS, 28
 PY_CORE_LDFLAGS, 29
 PY_CPPFLAGS, 27
 PY_LDFLAGS, 29
 PY_LDFLAGS_NODIST, 29
 PY_PYTHON, 44
 PY_STDMODULE_CFLAGS, 28
 PYTHON*, 46
 PYTHONASYNCIODEBUG, 12
 PYTHONBREAKPOINT, 10
 PYTHONCASEOK, 10
 PYTHONCOERCECLOCALE, 13, 20
 PYTHONDEBUG, 6, 10
 PYTHONDEVMODE, 13
 PYTHONDONTWRITEBYTECODE, 6, 10
 PYTHONDUMPREFS, 14, 22
 PYTHONEXECUTABLE, 11
 PYTHONFAULTHANDLER, 11
 PYTHONHASHSEED, 7, 10
 PYTHONHOME, 6, 9, 45, 46
 PYTHONINSPECT, 6, 10
 PYTHONINTMAXSTRDIGITS, 8, 11
 PYTHONIOENCODING, 11, 13
 PYTHONLEGACYWINDOWSFSENCODING, 12
 PYTHONLEGACYWINDOWSSTDIO, 11, 12
 PYTHONMALLOC, 12, 21
 PYTHONMALLOCSTATS, 12
 PYTHONNOUSERSITE, 11
 PYTHONOPTIMIZE, 6, 10
 PYTHONPATH, 6, 9, 40, 45, 46, 50
 PYTHONPLATLIBDIR, 9
 PYTHONPROFILEIMPORTTIME, 8, 12
 PYTHONPYCACHEPREFIX, 8, 10
 PYTHONSTARTUP, 6, 9
 PYTHONTHREADDEBUG, 14, 22
 PYTHONTRACEMALLOC, 12
 PYTHONUNBUFFERED, 7, 10
 PYTHONUSERBASE, 11
 PYTHONUTF8, 13, 40
 PYTHONVERBOSE, 7, 10
 PYTHONWARNDEFAULTENCODING, 8, 13
 PYTHONWARNINGS, 8, 11
 TEMP, 36
 verrou global de l'interpréteur, 60
 --version
 command line option, 5

vue de dictionnaire, 58

W

-W arg
 command line option, 7
 --with-address-sanitizer
 command line option, 23
 --with-assertions
 command line option, 22
 --with-builtin-hashlib-hashes=md5, sha1, sha256, sha
 command line option, 24
 --with-computed-gotos
 command line option, 21
 --with-cxx-main
 command line option, 19
 --with-cxx-main=COMPILER
 command line option, 19
 --with-dbmliborder=db1:db2:...
 command line option, 20
 --with-dtrace
 command line option, 22
 --with-ensurepip=[upgrade|install|no]
 command line option, 21
 --with-framework-name=FRAMEWORK
 command line option, 25
 --with-hash-algorithm=[fnv|siphash24]
 command line option, 24
 --with-libc=STRING
 command line option, 24
 --with-libm=STRING
 command line option, 24
 --with-libs='lib1 ...'
 command line option, 23
 --with-lto
 command line option, 21
 --with-memory-sanitizer
 command line option, 23
 --with-openssl=DIR
 command line option, 24
 --with-openssl-rpath=[no|auto|DIR]
 command line option, 24
 --without-c-locale-coercion
 command line option, 20
 --without-decimal-contextvar
 command line option, 20
 --without-doc-strings
 command line option, 21
 --without-pymalloc
 command line option, 21
 --without-readline
 command line option, 23
 --without-static-libpython
 command line option, 23
 --with-platlibdir=DIRNAME
 command line option, 20
 --with-pydebug
 command line option, 22
 --with-readline=editline

- command line option, 23
- with-ssl-default-suites=[python|openssl|STRING]
 - command line option, 24
- with-suffix=SUFFIX
 - command line option, 19
- with-system-expat
 - command line option, 23
- with-system-ffi
 - command line option, 23
- with-system-libmpdec
 - command line option, 23
- with-tcltk-includes='-I...'
 - command line option, 23
- with-tcltk-libs='-L...'
 - command line option, 23
- with-trace-refs
 - command line option, 22
- with-tzpath=<list of absolute paths separated by pathsep>
 - command line option, 20
- with-undefined-behavior-sanitizer
 - command line option, 23
- with-universal-archs=ARCH
 - command line option, 25
- with-valgrind
 - command line option, 22
- with-wheel-pkg-dir=PATH
 - command line option, 20

X

- X
 - command line option, 8
- x
 - command line option, 8