Introduction à l'algorithmique et à **Python**

S1-1 - Introduction

Lycée Carnot - Dijon, 2024 - 2025

Germain Gondor

Sommaire

Objectifs

A la fin de la séquence d'enseignement les élèves doivent :

Objectifs

A la fin de la séquence d'enseignement les élèves doivent :

- être en mesure de manipuler un environnement de développement intégré (IDE)

Objectifs

A la fin de la séquence d'enseignement les élèves doivent :

- être en mesure de manipuler un environnement de développement intégré (IDE)
- choisir un type de données en fonction d'un problème à résoudre

Objectifs

A la fin de la séquence d'enseignement les élèves doivent :

- être en mesure de manipuler un environnement de développement intégré (IDE)
- choisir un type de données en fonction d'un problème à résoudre
- concevoir l'en-tête (ou la spécification) d'une fonction, puis la fonction elle-même

Objectifs

A la fin de la séquence d'enseignement les élèves doivent :

- être en mesure de manipuler un environnement de développement intégré (IDE)
- choisir un type de données en fonction d'un problème à résoudre
- concevoir l'en-tête (ou la spécification) d'une fonction, puis la fonction elle-même
- traduire un algorithme simple dans un langage de programmation

Sommaire

Diversité de langage

Sur la page https://fr.wikipedia.org/wiki/Liste_des_langages_de_programmation sont regroupés par ordre alphabétique, les différents langages de programmations. On en compte plus de 600 !

Il faut faire la distinction entre un langage (comme **Python**) et son compilateur (comme Idle, Spider, Pyzo...).

Niveau de langage

On distingue des langages de différents niveaux :

- **bas niveau (proche machine):** permet de contrôler tout ce qui se passe dans la machine pendant l'exécution du code. C'est un langage machine lisible par un humain qui permet basiquement de manipuler explicitement des registres, des adresses mémoires, voire des instructions machines. Par exemple : assembleur, C...
- **haut niveau (proche utilisateur) :** permet à l'utilisateur d'utiliser des fonctions complexes sans se soucier de l'aspect machine (enfin un petit peu quand même). Pour son optimisation, il utilise parfois (souvent) des langages de bas niveau de façon transparente pour l'utilisateur. Par exemple : FORTRAN, Python, PHP, SQlite...

FORTRAN 77

FORTRAN 77

Aujourd'hui encore, le langage Fortran reste très utilisé pour plusieurs raisons :

FORTRAN 77

Aujourd'hui encore, le langage Fortran reste très utilisé pour plusieurs raisons :

- la présence de très nombreuses bibliothèques de fonctions, mises au point et améliorées durant de nombreuses années ;

FORTRAN 77

Aujourd'hui encore, le langage Fortran reste très utilisé pour plusieurs raisons :

- la présence de très nombreuses bibliothèques de fonctions, mises au point et améliorées durant de nombreuses années ;
- l'existence de logiciels en Fortran ayant demandé des ressources très importantes pour leur développement, et dont le passage à un autre langage est jugé trop coûteux ;

FORTRAN 77

Aujourd'hui encore, le langage Fortran reste très utilisé pour plusieurs raisons :

- la présence de très nombreuses bibliothèques de fonctions, mises au point et améliorées durant de nombreuses années ;
- l'existence de logiciels en Fortran ayant demandé des ressources très importantes pour leur développement, et dont le passage à un autre langage est jugé trop coûteux ;
- l'existence de compilateurs performants qui produisent des exécutables très rapides ;

FORTRAN 77

Aujourd'hui encore, le langage Fortran reste très utilisé pour plusieurs raisons :

- la présence de très nombreuses bibliothèques de fonctions, mises au point et améliorées durant de nombreuses années ;
- l'existence de logiciels en Fortran ayant demandé des ressources très importantes pour leur développement, et dont le passage à un autre langage est jugé trop coûteux ;
- l'existence de compilateurs performants qui produisent des exécutables très rapides ;
- le langage est plus facilement accessible (que par exemple le C++) à un scientifique n'ayant pas eu un cursus spécialisé en informatique.

FORTRAN 77

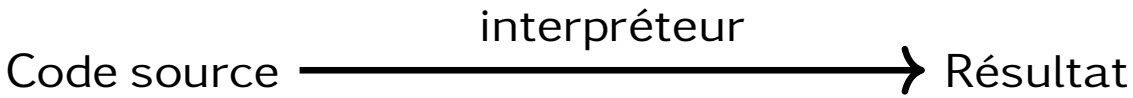
Aujourd'hui encore, le langage Fortran reste très utilisé pour plusieurs raisons :

- la présence de très nombreuses bibliothèques de fonctions, mises au point et améliorées durant de nombreuses années ;
- l'existence de logiciels en Fortran ayant demandé des ressources très importantes pour leur développement, et dont le passage à un autre langage est jugé trop coûteux ;
- l'existence de compilateurs performants qui produisent des exécutables très rapides ;
- le langage est plus facilement accessible (que par exemple le C++) à un scientifique n'ayant pas eu un cursus spécialisé en informatique.
  REMARQUE : *Ok, j'abuse un peu avec ce dernier point...*

Langage interprété et langage compilé

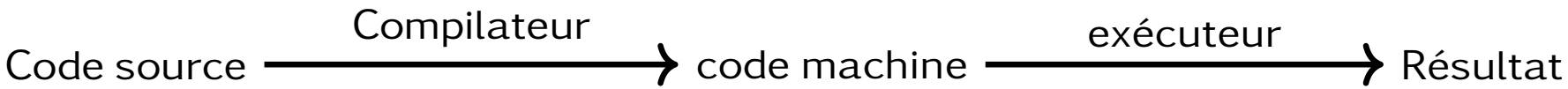
On peut aussi trier les langages entre langages de programmation interprétés et langages de programmation compilés:

- **interprété :** son utilisation nécessite un interpréteur



  - **avantage :** Test immédiat
  - **inconvénient :** plus lent

- **compilé :** son implémentation exécutable requiert un compilateur.



  - **avantage :** Rapide
  - **inconvénient :** nécessite une première étape de compilation

Langage interprété et langage compilé

La différence centrale entre compilé et interprété est la suivante : là où le compilateur traduit une bonne fois pour toute un code source en un fichier indépendant exécutable (donc utilisant du code machine ou du code d'assemblage), l'interprète est nécessaire à chaque lancement du programme interprété, pour traduire au fur et à mesure le code source en code machine.

Cette traduction à la volée est la cause première de la lenteur des langages dits interprétés.

Pourquoi Python ?

Python est un langage portable, dynamique, extensible, gratuit, qui permet (sans l'imposer) une approche modulaire et orientée objet de la programmation. Python est developpé depuis 1989 par Guido van Rossum et de nombreux contributeurs bénévoles.

Pourquoi Python ?

Python est un langage portable, dynamique, extensible, gratuit, qui permet (sans l'imposer) une approche modulaire et orientée objet de la programmation. Python est developpé depuis 1989 par Guido van Rossum et de nombreux contributeurs bénévoles.

La réponse se trouve là :

http://www.linux-center.org/articles/9812/python.html

- **Python** est portable, non seulement sur les différentes variantes d'UNiX, mais aussi sur les OS propriétaires: MacOS, BeOS, NeXTStep, M-DOS et les différentes variantes de Window. Un nouveau compilateur, baptisé JPython, est écrit en Java et génère du bytecode Java.
- **Python** est gratuit, mais on peut l'utiliser sans restriction dans des projets commerciaux.
- **Python** convient aussi bien à des scripts d'une dizaine de lignes qu'à des projets complexes de plusieurs dizaines de milliers de lignes.
- La syntaxe de **Python** est très simple et, combinée à des types de données évolués (listes, dictionnaires,...), conduit à des programmes à la fois très compacts et très lisibles. A fonctionnalités égales, un programme Python (abondamment commenté et présenté selon les canons standards) est souvent de 3 à 5 fois plus court qu'un programme C ou C++ (ou même Java) équivalent, ce qui représente en général un temps de développement de 5 à 10 fois plus court et une facilité de maintenance largement accrue.
- **Python** gère ses ressources (mémoire, descripteurs de fichiers...) sans intervention du programmeur, par un mécanisme de comptage de références (proche, mais différent, d'un garbage collector).

- Il n'y a pas de pointeurs explicites en Python.
- **Python** est (optionnellement) multi-threadé.
- **Python** est orienté-objet. Il supporte l'héritage multiple et la surcharge des opérateurs. Dans son modèle objets, et en reprenant la terminologie de C++, toutes les méthodes sont virtuelle.
- **Python** intègre, comme Java ou les versions récentes de C++, un système d'exceptions, qui permettent de simplifier considérablement la gestion des erreurs.
- **Python** est dynamique (l'interpréteur peut évaluer des chaînes de caractères représentant des expressions ou des instructions Python), orthogonal (un petit nombre de concepts suffit à engendrer des constructions très riches), reflectif (il supporte la métaprogrammation, par exemple la capacité pour un objet de se rajouter ou de s'enlever des attributs ou des méthodes, ou même de changer de classe en cours d'exécution) et introspectif (un grand nombre d'outils de développement, comme le debugger ou le profiler, sont implantés en Python lui-même). Comme Scheme ou SmallTalk, Python est dynamiquement typé. Tout objet manipulable par le programmeur possède un type bien définit à l'exécution, qui n'a pas besoin d'être déclaré à l'avance.

- **Python** possède actuellement deux implémentations. L'une, interprétée, dans laquelle les programmes Python sont compilés en instructions portables, puis exécutés par une machine virtuelle (comme pour Java, avec une différence importante: Java étant statiquement typé, il est beaucoup plus facile d'accélérer l'exécution d'un programme Java que d'un programme Python). L'autre, génère directement du bytecode Java.
- **Python** est extensible: comme Tcl ou Guile, on peut facilement l'interfacer avec des librairies C existantes. On peut aussi s'en servir comme d'un langage d'extension pour des systèmes logiciels complexes. La librairie standard de Python, et les paquetages contribués, donnent accès à une grande variété de services: chaînes de caractères et expressions régulières, services UNIX standard (fichiers, pipes, signaux, sockets, threads...), protocoles Internet (Web, News, FTP, CGI, HTML...), persistence et bases de données, interfaces graphiques.
- **Python** est un langage qui continue à évoluer, soutenu par une communauté d'utilisateurs enthousisates et responsables, dont la plupart sont des supporters du logiciel libre. Parallèlement à l'interpréteur principal, écrit en C et maintenu par le créateur du langage, un deuxième interpréteur, écrit en Java, est en cours de développement.

- **Python** possède actuellement deux implémentations. L'une, interprétée, dans laquelle les programmes Python sont compilés en instructions portables, puis exécutés par une machine virtuelle (comme pour Java, avec une différence importante: Java étant statiquement typé, il est beaucoup plus facile d'accélérer l'exécution d'un programme Java que d'un programme Python). L'autre, génère directement du bytecode Java.
- **Python** est extensible: comme Tcl ou Guile, on peut facilement l'interfacer avec des librairies C existantes. On peut aussi s'en servir comme d'un langage d'extension pour des systèmes logiciels complexes. La librairie standard de Python, et les paquetages contribués, donnent accès à une grande variété de services: chaînes de caractères et expressions régulières, services UNIX standard (fichiers, pipes, signaux, sockets, threads...), protocoles Internet (Web, News, FTP, CGI, HTML...), persistence et bases de données, interfaces graphiques.
- **Python** est un langage qui continue à évoluer, soutenu par une communauté d'utilisateurs enthousisates et responsables, dont la plupart sont des supporters du logiciel libre. Parallèlement à l'interpréteur principal, écrit en C et maintenu par le créateur du langage, un deuxième interpréteur, écrit en Java, est en cours de développement.

Bref, je n'ai pas tout compris mais en gros il peut être utilisé en mode interprété ou compilé suivant les besoins. Nous l'utiliserons en mode interprété.

Sommaire

L'interpréteur

L'interpréteur

Nous utiliserons **Python** avec un interpréteur. Cela se présente sous la forme d'une fenêtre avec des >>> après lesquels on peut entrer des instructions :

```
>>> for i in range(2): print("Cool ! ça marche", i+1, "fois")

Cool ! ça marche 1 fois
Cool ! ça marche 2 fois
>>>
```

avec **Idle**

L'interpréteur

Nous utiliserons **Python** avec un interpréteur. Cela se présente sous la forme d'une fenêtre avec des >>> après lesquels on peut entrer des instructions :

```
>>> for i in range(2): print("Cool ! ça marche", i+1, "fois")

Cool ! ça marche 1 fois
Cool ! ça marche 2 fois
>>>
```

avec **Idle**

En pressant la touche `Entrée` du clavier, **Python** interprète les instructions et affiche le résultat.

L'interpréteur

Nous utiliserons **Python** avec un interpréteur. Cela se présente sous la forme d'une fenêtre avec des >>> après lesquels on peut entrer des instructions :

```
>>> for i in range(2): print("Cool ! ça marche", i+1, "fois")

Cool ! ça marche 1 fois
Cool ! ça marche 2 fois
>>>
```

avec **Idle**

En pressant la touche `Entrée` du clavier, **Python** interprète les instructions et affiche le résultat.

```
pi@raspberrypi:~ $ python3
Python 3.7.3 (default, Jan 22 2021, 20:04:44)
[GCC 8.3.0] on linux
Type "help", "copyright", "credits" or "license" for more information.
>>> for i in range(2): print("Cool ! ça marche", i+1, "fois")
...
Cool ! ça marche 1 fois
Cool ! ça marche 2 fois
>>>
```

avec une invite de commande

L'interpréteur

Nous utiliserons **Python** avec un interpréteur. Cela se présente sous la forme d'une fenêtre avec des >>> après lesquels on peut entrer des instructions :

```
>>> for i in range(2): print("Cool ! ça marche", i+1, "fois")

Cool ! ça marche 1 fois
Cool ! ça marche 2 fois
>>>
```

avec **Idle**

En pressant la touche `Entrée` du clavier, **Python** interprète les instructions et affiche le résultat.

```
pi@raspberrypi:~ $ python3
Python 3.7.3 (default, Jan 22 2021, 20:04:44)
[GCC 8.3.0] on linux
Type "help", "copyright", "credits" or "license" for more information.
>>> for i in range(2): print("Cool ! ça marche", i+1, "fois")
...
Cool ! ça marche 1 fois
Cool ! ça marche 2 fois
>>>
```

avec une invite de commande

```
In [1]: for i in range(2): print("Cool ! ça marche", i+1, "fois")
   ...:
Cool ! ça marche 1 fois
Cool ! ça marche 2 fois

In [2]:
```

avec **Pyzo**

L'éditeur

Pour lancer plusieurs fois des commandes dans l'interpréteur, il faut les retaper. Difficile donc de sauvegarder son travail et de le relancer. On utilise alors un éditeur dans lequel on va taper le texte.

Certes, on peut utiliser un simple bloc-note pour taper le code mais d'autres éditeurs proposent une coloration syntaxique. C'est beaucoup plus clair.

`Idle` présente une fenêtre pour l'éditeur et une fenêtre pour l'interpréteur. Pyzo regroupe en une fenêtre principale plusieurs fenêtres dont l'éditeur et l'interpréteur. Pour interpréter le programme (`.py`) de l'éditeur, il suffit de taper `F5`. On peut aussi interpréter dans une console le programme (.py) en tapant `python programme.py` ou en double-cliquant sur le fichier.

Sommaire

Différents types

On distingues différentes type de données :

`bool`	Booléen
`Int`	Nombre entier optimisé
`long`	Nombre entier de taille arbitraire
`float`	Nombre à virgule flottante
`complex`	Nombre complexe
`str`	Chaîne de caractère
`unicode`	Chaîne de caractère unicode

`tuple`	Liste de longueur fixe
`list`	Liste de longueur variable
`dict`	dictionnaire
`file`	Fichier
`NoneType`	Absence de type
`NotImplementedType`	Absence d'implementation
`function`	fonction
`module`	module

`tuple`	Liste de longueur fixe
`list`	Liste de longueur variable
`dict`	dictionnaire
`file`	Fichier
`NoneType`	Absence de type
`NotImplementedType`	Absence d'implementation
`function`	fonction
`module`	module

La fonction `type()` permet de connaître le type d'une variable.

Les entiers

Pas besoin de les entrer en binaire (ouf !), **Python** gère directement leur stockage en mémoire.

Les entiers

Pas besoin de les entrer en binaire (ouf !), **Python** gère directement leur stockage en mémoire.

Contrairement à votre calculatrice, il n'y a pas de taille limite pour le stockage de ces nombres (enfin, il faut quand même avoir suffisamment de place sur le disque dur...).

Les entiers

Pas besoin de les entrer en binaire (ouf !), **Python** gère directement leur stockage en mémoire.

Contrairement à votre calculatrice, il n'y a pas de taille limite pour le stockage de ces nombres (enfin, il faut quand même avoir suffisamment de place sur le disque dur...).

Pour convertir un nombre en entier, on utilise la commande `int`.

Les entiers

Pas besoin de les entrer en binaire (ouf !), **Python** gère directement leur stockage en mémoire.

Contrairement à votre calculatrice, il n'y a pas de taille limite pour le stockage de ces nombres (enfin, il faut quand même avoir suffisamment de place sur le disque dur...).

Pour convertir un nombre en entier, on utilise la commande `int`.
Il est possible d'exercer les opérations suivantes sur les entiers :

- Opérations de base : $+ - *$
- Division entière (quotient) : $//$
- Reste (modulo) : $\%$
- Exposant : $**$

Les entiers

ATTENTION ! en **Python 2** la division entière se fait simplement avec / alors qu'en **Python 3** / transforme un rapport de nombres entiers en nombre flottant.

```
>>> type(4/2)
<class 'float'>
>>> type(4//2)
<class 'int'>
```

Les flottants

La norme IEEE 754 permet de définir le format de stockage des nombres réels (cf le cours sur le stockage des nombres).

Les opérateurs $+$, $-$, $*$,$/$ et $**$ fonctionnent sur les flottants.

Remarque : si au moins un terme est flottant (donc s'il y a un `.` quelque part), le résultat sera flottant.

Attention ! Le stockage sous forme binaire conduit alors parfois à arrondir le nombre.

Problème d'arrondi

```
>>> 0.6-0.6
0.0
>>> 0.3+0.3-0.6
0.0
>>> 0.1+0.2+0.3-0.6
1.1102230246251565e-16
```

Problème d'arrondi

```
>>> 0.6-0.6
0.0
>>> 0.3+0.3-0.6
0.0
>>> 0.1+0.2+0.3-0.6
1.1102230246251565e-16
```

ou beaucoup plus drôle mais j'anticipe :

Problème d'arrondi

```
>>> 0.6-0.6
0.0
>>> 0.3+0.3-0.6
0.0
>>> 0.1+0.2+0.3-0.6
1.1102230246251565e-16
```

ou beaucoup plus drôle mais j'anticipe :

```
>>> 0.1 + 0.1 == 0.2
True
>>> 0.1 + 0.2 == 0.3
False
```

Problème d'arrondi

```
>>> 0.6-0.6
0.0
>>> 0.3+0.3-0.6
0.0
>>> 0.1+0.2+0.3-0.6
1.1102230246251565e-16
```

ou beaucoup plus drôle mais j'anticipe :

```
>>> 0.1 + 0.1 == 0.2
True
>>> 0.1 + 0.2 == 0.3
False
```

ATTENTION ! on ne fera jamais de test d'égalité avec des nombres flottants !

Format

Pour réduire la taille d'affichage, on peut jouer sur la commande `format`.

```
>>> format(16.7,'.2f')
'16.70'
>>> format(16.7,'.4f')
'16.7000'
>>> format(16.7,'.8f')
'16.70000000'
>>> format(16.7,'.16f')
'16.6999999999999993'
>>> format(16.7, '.0f')
'17'
>>> format(16, '.2f')
'16.00'
>>>
```

Nombres complexes

Pour les nombres complexes, on utilise `j` comme en physique et en SI mais pas comme en math.

```
>>> (1j)**2
(-1+0j)
>>> type((-1+0j))
<class 'complex'>
>>> print(abs(-1))
1
>>> print(abs(1j))
1.0
>>> print(abs(1 + 1j))
1.4142135623730951
```

Nombres complexes

Pour les nombres complexes, on utilise `j` comme en physique et en SI mais pas comme en math.

```
>>> (1j)**2
(-1+0j)
>>> type((-1+0j))
<class 'complex'>
>>> print(abs(-1))
1
>>> print(abs(1j))
1.0
>>> print(abs(1 + 1j))
1.4142135623730951
```

```
>>> a=(1 + m.sqrt(3)*1j)/2
>>> print(a.real,a.imag)
0.5 0.8660254037844386
>>> ang_rad=m.atan(a.imag/a.real)
>>> ang_deg=ang_rad*180/m.pi
>>> print(ang_rad,ang_deg)
1.047197551196597 59.99999999999999
```

Les Booléens

Pour les booléens, on distingue :

- deux éléments : `True` et `False`.
- trois opérations principales : `not`, `and`, `or`.
- six assertions : `==` `!=` `<` `>` `<=` `>=`

Exemple :

```
>>> 1 == 2
False
>>> 1 + 2 == 3
True
>>> 0.1 + 0.2 == 0.3
False
>>> 3 < 4
True
```

Les Booléens

Pour les booléens, on distingue :

- deux éléments : `True` et `False`.
- trois opérations principales : `not`, `and`, `or`.
- six assertions : `==` `!=` `<` `>` `<=` `>=`

EXEMPLE :

```
>>> 1 == 2
False
>>> 1 + 2 == 3
True
>>> 0.1 + 0.2 == 0.3
False
>>> 3 < 4
True
```

ATTENTION ! ne pas faire de test d'égalité sur deux flottants !!

Sommaire

Mise en mémoire

L'affection se fait avec l'opérateur =. Il s'agit de définir un emplacement dans la mémoire, de lui donner une étiquette (le nom de la variable), et d'y stocker quelque chose.

Un nom de variable doit toujours commencer par une lettre et ne pas contenir de caractère spécial, d'accent,.... Seul le souligné _ est autorisé.

REMARQUE : **Python** respecte la casse, il fait la différence entre minuscule et majuscule.

La commande `id` permet de connaître l'adresse de stockage de la variable.

Mise en mémoire

```
>>> a = 42
>>> b = a
>>> b
42
>>> id(a)
507100096
>>> id(b)
507100096 # même adresse
>>> a = a + 3 # on change a
>>> b
42
>>> a
45
>>> id(a)
507100192 # a a change d'adresse
>>> id(b)
507100096 # n'a pas change d'adresse
```

Pythoneries

Il est courant d'avoir à ajouter ou retrancher des valeurs à une variable. **Python** propose des raccourcis syntaxiques : `+=`, `-=`, `*=`, `/=`, `//=`, `%=` et `**=`

`x` conserve la même adresse en mémoire.

```
>>> x = 3
>>> x += 4
>>> x
7
```

Sommaire

Les types immuables (non mutables)

Les chaînes de caractères

Les chaîne de caractères (`str` de string en anglais) sont des suites finies de caractères. Elles sont délimitées par des apostrophes `'`, des guillemets `"` ou des triples guillemets `"""` si on veut écrire une même chaine sur plusieurs lignes.

```
>>> 'Comment mettre l'apostrophe ?'
SyntaxError: invalid syntax
>>> 'Comment mettre l''apostrophe ?'
'Comment mettre lapostrophe ?'
>>> 'Comment mettre l\'apostrophe ?'
"Comment mettre l'apostrophe ?"
```

Les types immuables (non mutables)

Les chaînes de caractères

```
>>> 'Comment mettre l''apostrophe ?'
'Comment mettre lapostrophe ?'
>>> 'Comment mettre l'apostrophe ?'
SyntaxError: invalid syntax
>>> 'Comment mettre l\'apostrophe ?'
"Comment mettre l'apostrophe ?"
>>> """ Puis ecrire
sur plusieurs
lignes ? """
' Puis ecrire\nsur plusieurs\nlignes ? '
```

Les types immuables (non mutables)

Les chaînes de caractères

```
>>> 'Comment mettre l''apostrophe ?'
'Comment mettre lapostrophe ?'
>>> 'Comment mettre l'apostrophe ?'
SyntaxError: invalid syntax
>>> 'Comment mettre l\'apostrophe ?'
"Comment mettre l'apostrophe ?"
>>> """ Puis ecrire
sur plusieurs
lignes ? """
' Puis ecrire\nsur plusieurs\nlignes ? '
```

Sur l'exemple précédent, les renvois à la ligne ont été remplacés par `\n` (`\t` affiche une tabulation). De même, `\'` et `\"` permettent de faire apparaître les caractères.

Les types immuables (non mutables)

Les chaînes de caractères

On peut :

- accéder au $i^{\text{ème}}$ caractère d'une chaîne `s` en plaçant l'indice entre crochets `s[i]`. La numérotation commence à 0 et elle accepte des indices négatifs : -1 donne le dernier caractère, -2 l'avant dernier,...
- extraire des caractères d'une chaine pour en faire une sous-chaine `s[i:j]`
- concaténer des chaînes (les mettre bout-à-bout) grâce à l'opérateur `+`
- obtenir la longueur d'une chaîne grâce à l'opérateur `len()`
- convertir des objets en chaîne de caractère grâce à l'instruction `str()`
- évaluer des chaines de caractères grâces à l'instruction `eval()`
- faire des test d'inclusion avec l'opérateur `in`

Les types immuables (non mutables)

Les chaînes de caractères

```
>>> a = input()
1
>>> b = input()
2
>>> a
'1'
>>> b
'2'
>>> a + b
'12'
>>> eval(a) + eval(b)
3
```

Les types immuables (non mutables)

Les chaînes de caractères

```
>>> a = input()
1
>>> b = input()
2
>>> a
'1'
>>> b
'2'
>>> a + b
'12'
>>> eval(a) + eval(b)
3
```

ATTENTION ! il n'est pas possible de la modifier. Les chaînes ne sont pas mutables !

On ne peut donc pas écrire `s[3]='x'` pour changer la $4^{\text{ème}}$ lettre de `s` en `x`.

Les types immuables (non mutables)

Les chaînes de caractères

```
>>> a = input()
1
>>> b = input()
2
>>> a
'1'
>>> b
'2'
>>> a + b
'12'
>>> eval(a) + eval(b)
3
```

ATTENTION ! il n'est pas possible de la modifier. Les chaînes ne sont pas mutables !

On ne peut donc pas écrire `s[3]='x'` pour changer la $4^{\text{ème}}$ lettre de `s` en `x`.

REMARQUE : si `print` permet d'afficher des caractères ou des nombres, la commande `input` permet d'entrer uniquement du texte. Pour utiliser les valeurs numériques, il faut utiliser l'instruction `eval` (ou encore `int` pour convertir en entier ou `float` pour convertir en flottant).

Les types immuables (non mutables)

Les tuples

Tuple est le mot anglais pour *n*-uplet : ce sont des éléments (pas forcément de même type) séparés par des virgules, entourés de parenthèses. **Exemple :** Tuple vide : `()`. Tuple à un élément : `(elem)`.

Les propriétés et opérations sont similaires à celles sur les chaînes.

Attention ! l'instruction `in` permet de savoir si le tuple contient un élément mais pas un *sous-tuple*.

Les types immuables (non mutables)

Tuples

```
>>> 10, 'valet', 'dame', 'roi', 1
(10, 'valet', 'dame', 'roi', 1)
>>> v, w, x, y, z = 10,'valet','dame','roi',1
>>> y
'roi'
>>> z
1
>>> T = (10, 'valet', 'dame', 'roi', 1)
>>> for t in T[4:1:-1]: print(t)
1
roi
dame
```

Les types mutables

Les listes

Les listes se présentent comme les tuples, sauf qu'elles sont délimitées par des crochets. Mis à part les instructions `str` et `eval`, les opérations élémentaires sur les listes sont identiques à celles présentées pour les tuples.

Cependant, une différence fondamentale est qu'elles sont mutables : on peut changer leurs éléments.

Les types mutables

Listes

```
>>> L = [1, 2, 3]
>>> L[2]
3
>>> L[1] = 0 # Mutable
>>> L
[1, 0, 3]
>>> L[1:3] # Slicing
[0, 3]
>>> len(L)
3
>>> L + [1, 2, 3] # Concatenation
[1, 0, 3, 1, 2, 3]
>>> 3 in L # Appartenance
True
```

Les types mutables

Listes

```
>>> L1 = [1, 2, 3]
>>> L2 = L1
>>> L3 = L1.copy()
>>> L1[1] = 7
>>> L1
[1, 7, 3]
>>> L2
[1, 7, 3]
>>> L3
[1, 2, 3]
>>> 2*L3
[1, 2, 3, 1, 2, 3]
```

Les types mutables

Listes

L'instruction `L.append(x)` permet d'ajouter `x` à la liste `L`. L'instruction `L.pop()` enlève le dernier élément d'une liste. Il est possible d'affecter cette élément à une variable pour en récupérer la valeur `der_val = L.pop()`.

Remarque : do not stress ! C'est en pratiquant que les choses s'éclairent !

```
>>> L3
[1, 2, 3]
>>> 2 * L3
[1, 2, 3, 1, 2, 3]
>>> L4 = 2*L3
>>> a = L4.pop()
>>> a
3
>>> L4
[1, 2, 3, 1, 2]
>>> L4.append(12)
>>> L4
[1, 2, 3, 1, 2, 12]
```

Les types mutables

Les ensembles

On dispose en **Python** d'un type ensemble : set. Comme en maths, l'ordre des éléments n'importe pas, et ils n'apparaissent qu'une seule fois. C'est un type mutable.

- **Ensemble vide :** {} ou `set()`
- **Affectation :** `s = {1, 2, 3}` affecte l'ensemble `{1, 2, 3}` à `s`.
- **Cardinal :** `len(s)`
- **Appartenance :** `x in s`, `x not in s`.
- **Inclusion :** `s1.issubset(s2)` ou `s1 <= s2`
- **Union :** `s1.union(s2)` ou `s1|s2`
- **Intersection :** `s1.intersection(s2)` ou `s1 & s2`
- **Différence :** `s1.difference(s2)` ou `s1 - s2`
- **et aussi :** `s.add(x)`, `s.remove(x)`...

Pour la copie, les mêmes règles que pour les listes s'appliquent !

Les types mutables

Les dictionnaires

C'est une structure de données de type dict qui permet d'associer une valeur à une étiquette (appelée clé) autre que l'indice d'une case comme pour les listes.

On crée un dictionnaire comme on crée un ensemble mais chaque élément d'un dictionnaire est composé de la clé suivie du symbole : puis de la valeur associée à la clé `{cle_1: val_1, cle_2: val_2}`:

```
>>> dic_sup = {"sup-1": "MPSI-1", "sup-2": "MPSI-2",
        "sup-3": "MP2I", "sup-4": "PCSI-1", "sup-5": "PCSI-2"}
>>> dic_sup["sup-5"]
'PCSI-2'
```

Les types mutables

Les dictionnaires

```
>>> dic_cub = {x:x**3 for x in range(5)}
>>> dic_cub
{0: 0, 1: 1, 2: 8, 3: 27, 4: 64}
>>> dic_cub[4]
64
```

Écrire `dic[cle]` pour un dictionnaire `dic` permet d'accéder à la valeur `val` associée à la clé `cle`. L'objet `dict` étant de type mutable, on peut alors changer la valeur associée à une clé. En revanche, les clés sont non mutables.

```
>>> dic_cub[10] = 2
>>> dic_cub
{0: 0, 1: 1, 2: 8, 3: 27, 4: 64, 10: 2}
```

Les types mutables

Les dictionnaires

Les méthodes `keys` et `items` permettent respectivement d'obtenir un itérable des clés et un itérable des tuples (clé, valeur).

```
>>> a = dic_cub.items()
>>> a
dict_items([(0, 0), (1, 1), (2, 8), (3, 27), (4, 64), (10, 2)])
>>> type(a)
<class 'dict_items'>
```

Les types mutables

Les dictionnaires

L'instruction `list` permet de convertir l'itérable en liste :

```
>>> b = list(a)
>>> b
[(0, 0), (1, 1), (2, 8), (3, 27), (4, 64), (10, 2)]
>>> type(b)
<class 'list'>
```

Pour la copie, les mêmes règles que pour les listes s'appliquent.

Les types mutables

Les dictionnaires

```
>>> capitale = {}
>>> capitale['France'] = 'Paris'
>>> capitale['Japon'] = 'Tokyo'
>>> capitale['Allemagne'] = 'Berlin'
>>> capitale
{'France': 'Paris', 'Allemagne': 'Berlin',
'Japon': 'Tokyo'}
```

Les types mutables

Les dictionnaires

```
>>> coord={(0,0):'origine', (0,1):'point A',
(1,0):'point B'}
>>> coord[0,1]
'point A'
>>> for key in coord.keys(): print(key,coord[key])
(0, 1) point A
(1, 0) point B
(0, 0) origine
>>> for val in coord.values(): print(val)
point A
point B
origine
>>> for key,val in coord.items(): print(val,'se trouve en \
coordonnees',key,'!')
point A se trouve en coordonnees (0, 1) !
point B se trouve en coordonnees (1, 0) !
origine se trouve en coordonnees (0, 0) !
```

Sommaire

Définition

Une fonction est un objet qui prend des valeurs en paramètres et, après calculs, manipulations et autres, renvoie un autre objet via l'instruction `return`. Un fonction correspond donc à un ensemble d'instructions que l'on pourra *appeler* plus loin dans le programme, ce qui évitera de réécrire plusieurs fois les mêmes instructions ou types d'instructions.

Une fonction s'introduit avec le mot-clé `def` et il ne faudra pas oublier le caractère **:** en fin de première ligne pour dire à Python qu'un nouveau bloc commence.

```
def nom_de_la_fonction(argument1, argument2, ...):
        """Description de la fonction"""
        <instruction1>
        <instruction2>
        ...
        return <instruction>
```

Fonctions

On peut remarquer que les lignes 2 à 4 des instructions ci-dessus sont décalées. On dit qu'elles sont indentées d'une tabulation (cf touche `tab` du clavier). L'indentation est capitale en **Python** . Un retour à la ligne signe la fin de la définition de la fonction.

L'instruction `return` peut être omise et tout ce qui se trouve après cette instruction n'est pas exécuté lors de l'appel à la fonction. On peut utiliser `return None` pour sortir de la fonction sans rien renvoyer ou ne pas mettre de `return` du tout. On parle alors de procédure et non de fonction.

ATTENTION ! l'indentation (tabulations de 4 espaces couramment employée) doit être rigoureusement respectée pour être correctement interprétée.

On peut rajouter dans le corps de la fonction une ligne `assert <test>` renvoyant une erreur si le test n'est pas vérifié. Cela permet par exemple de s'assurer que les données entrées comme arguments de la fonction vérifient certaines conditions.

Portée des variables

Variables locales

Les variables utilisées à l'intérieur d'une fonction sont en général des variables locales : elle n'existent que dans le contexte de l'exécution de la fonction et disparaissent lorsque l'on sort de celle-ci.

Si une variable de même nom existait hors-contexte, celle-ci ne sera pas modifiée.
ATTENTION ! ceci n'est valable que pour les variables de type **immuables**.

Portée des variables

Variables globales

Il se peut que l'on ait besoin de modifier des variables définies hors-contexte à l'intérieure d'une fonction. Il est alors possible de la déclarer avec `global`.

Fonction lambda

Il peut parfois être pratique de définir une fonction en une ligne. On utilise alors la fonction `lambda` :

```
ma_fonc = lambda x, y : x ** y
```

Ainsi, si l'argument d'une fonction f_1 est une autre fonction f_2, si au moment de l'appelle de la fonction f_1, la fonction f_2 n'a pas été déclarée, il est possible de le faire à cet instant :

```
>>> def ma_fonc(f, x):
        return f(x) ** 2
>>> ma_fonc(lambda x : 3 * x, 3)
81 # (3 * 3) ** 2
>>> ma_fonc(lambda x : 2 * x, 3)
36 # (2 * 3) ** 2
```

Utilisation des bibliothèques

Après avoir défini des fonctions, il est possible d'utiliser des modules (appelés aussi bibliothèques) contenant des fonctions. Selon les modules, ces fonctions sont optimisées pour s'exécuter très rapidement.

- `from math import *` : on importe la totalité de la bibliothèque mathématique
- `from math import sqrt, sin, pi` : on importe uniquement les fonctions souhaitées
- `import math as m` : on écrira `2 * m.sqrt(3)` (resp. `m.sin(pi / 4)`) pour calculer $2.\sqrt{3}$ (resp. $\sin(\pi/4)$).

Nous utiliserons principalement les bibliothèques **math** (fonction mathématiques), **random** (tirage au sort), **numpy** (algèbre linéaire), **scipy** (calcul numérique) et **matplotlib** (pour tracer des courbes).

Sommaire

Instructions conditionnelles

Lorsque dans un programme plusieurs cas se présentent et que des tests sont nécessaires, il est possible d'utiliser la structure suivante :

- if apparaît toujours sur la première ligne de la structure conditionnelle.
- elif apparaît si au moins un deuxième test doit avoir lieu.
- else apparaît pour utiliser tous les cas non traiter par `if` et `elif`.

```
if test_1 :
    instruction_1
elif test_2:
    instruction_2
    ....
elif test_n:
    instruction_n
else:
    instruction_n+1
```

Instructions itératives

Boucle conditionnelle `while`

On cherche parfois à faire des opérations jusqu'à ce qu'une **condition** soit atteinte. En programmation, on utilise alors la boucle conditionnelle while (tant que). Tant qu'une condition n'est pas vérifiée, on exécute plusieurs fois la même suite d'instructions.

Attention ! il faut bien réfléchir à ce qu'on fait car si la condition de sortie de boucle n'arrive jamais, le programme tourne toujours...

Exemple : Conversion d'un nombre entier de la base décimale en base 2.

Instructions itératives

Boucle conditionnelle `while`

```
def dectobin(n):
    r = ""
    while n! = 0:
        if n%2 == 0:
            r = "0" + r
        else:
            r = "1" + r
        n = n // 2
    return r
```

REMARQUE : `break` permet de sortir directement de la boucle. C'est pratique mais ce n'est pas beau...

Instructions itératives

Boucle inconditionnelle `for`

Si on veut répéter une instruction sur un nombre fini de valeurs, on peut utiliser une boucle `for`. En **Python** , la syntaxe est :

```
for <variable> in <iterable>:
        <instruction>
```

où `<iterable>` peut être une liste, une chaîne de caractères, un tuple, un ensemble, un dictionnaire...ou :

- `range(n)` pour les entiers entre 0 et $n-1$ (il y a donc n termes)
- `range(k,n)` pour les entiers entre k et $n-1$
- `range(k,n,p)` pour les entiers entre k et $n-1$ avec un pas de p.

Instructions itératives

Boucle inconditionnelle `for`

Si on veut répéter une instruction sur un nombre fini de valeurs, on peut utiliser une boucle `for`. En **Python** , la syntaxe est :

```
for <variable> in <iterable>:
        <instruction>
```

où `<iterable>` peut être une liste, une chaîne de caractères, un tuple, un ensemble, un dictionnaire...ou :

- `range(n)` pour les entiers entre 0 et $n-1$ (il y a donc n termes)
- `range(k,n)` pour les entiers entre k et $n-1$
- `range(k,n,p)` pour les entiers entre k et $n-1$ avec un pas de p.

REMARQUE : `break` permet de sortir directement de la boucle. C'est pratique mais c'est vraiment très moche...

Instructions itératives

Boucle inconditionnelle `for`

on n'est pas obligé de prendre les n premières valeurs de $\mathbb{N}$

Instruction	Valeurs successives de i
`for i in range(2, 5)`	`2 ; 3 ; 4`
`for i in range(-10, 4, 2)`	`-10 ; -8 ; -6 ; -4 ; -2 ; 0 ; 2`
`for i in range(10, 5, -1)`	`10 ; 9 ; 8 ; 7 ; 6`

Instructions itératives

Boucle inconditionnelle `for`

On peut s'en sortir avec une boucle `while`, mais c'est parfois plus rapide avec une boucle `for`:

```
for i in range (10):
    print(i)
```

```
i=0
while i < 10:
    print(i)
    i = i + 1
```

Instructions itératives

Boucle inconditionnelle `for`

On peut s'en sortir avec une boucle `while`, mais c'est parfois plus rapide avec une boucle `for`:

```
for i in range (10):
    print(i)
```

```
i=0
while i < 10:
    print(i)
    i = i + 1
```

Il est possible de faire tenir les instructions précédentes en une seule ligne :

```
for i in range(10) : print(i)
```

Sommaire

Ouvrir et fermer un fichier de type `.txt`

Il est possible de lire et d'écrire dans un fichier texte. Pour cela, il faut créer un pointeur vers le document lors de l'appel du fichier en déclarant ce qu'on veut en faire :

- `'r'` ouvrir le document pour le lire
- `'w'` ouvrir le document pour y écrire en effaçant le fichier (si le document n'existe pas, il sera créé)
- `'r+'` lire dans le document et y écrire.

On ferme le fichier en ajoutant `.close()` au pointeur.

Lire et écrire dans un fichier de type .txt

On considère un fichier ouvert avec le pointeur `fic` (`fic = open(...)`).

Pour lire une ligne, on utilise `fic.readline()` et pour tout lire `fic.read()`. Pour lire 3 caractères `fic.read(3)`.

Il est possible de ranger toutes les lignes d'un fichier dans une liste en tapant `fic.readlines()`. Si on veut n'en lire que 3, on écrit plutôt `fic.readlines(3)`.

Pour écrire dans un fichier qu'on souhaite initialement vide, on utilise la méthode write() associée au pointeur :

```
fic =  open('fichier.txt', 'w')
fic.write('Voici comment mettre du texte dans le fichier.')
fic.close()
```

Construire un tableur .csv

Un fichier d'extension `.csv` est un tableur de complexité minimale. Les colonnes y sont séparées par des `;`. Un fichier `.csv` s'ouvre en tableur sous **Excel**, **OpenOffice**, **LibreOffice**, ...

Pour construire le fichier `.csv`, on peut utiliser le pointeur `fich` comme précédemment mais associé à `open('fichier.csv', 'w')`.

Reste alors à écrire les lignes en prenant soin d'insérer des `";"` entre chaque colonne du tableur espéré.

Lire et écrire dans un fichier .xlsx

Pour ma part, j'utilise le package `openpyxl`. Vous pouvez en retrouver les détails et des exemples ICI.

Images

A suivre dans le cours dédié aux tableaux 2D...