



UNIVERSITÉ
CÔTE D'AZUR

Base de l'informatique 1

Cours 6. Listes, gestion mémoire et exceptions

Olivier Baldellon

Courriel : prénom.nom@univ-cotedazur.fr

Page professionnelle : <https://upinfo.univ-cotedazur.fr/~obaldellon/>

LICENCE I — FACULTÉ DES SCIENCES ET INGÉNIERIE DE NICE — UNIVERSITÉ CÔTE D'AZUR

- ▶ Examen le mercredi 13 novembre de 13h15 à 15h15
 - ▶ Sur les chapitres 0 à 4
 - ▶ On vous tiendra au courant du lieu

- ▶ Examen le mercredi 13 novembre de 13h15 à 15h15
 - ▶ Sur les chapitres 0 à 4
 - ▶ On vous tiendra au courant du lieu
- ▶ En cas d'incompatibilité avec une autre UE.
 - ▶ Débrouillez-vous avec l'autre enseignant :)
 - ▶ Me contacter par mail

- ▶ Examen le mercredi 13 novembre de 13h15 à 15h15
 - ▶ Sur les chapitres 0 à 4
 - ▶ On vous tiendra au courant du lieu
- ▶ En cas d'incompatibilité avec une autre UE.
 - ▶ Débrouillez-vous avec l'autre enseignant :)
 - ▶ Me contacter par mail
- ▶ Il n'y aura pas de cours de Python cette semaine là.
 - ▶ :(
 - ▶ Ni CM, ni TP, ni TD

 Partie I. Séquences et sucre syntaxique

 Partie II. Mutabilité des listes

 Partie III. Exceptions

 Partie IV. Lancer des exceptions

 Partie V. Gestion de la mémoire

 Partie VI. Table des matières

- ▶ Techniquement, sous Python, les chaînes sont indexées :

de `-len(texte)` à `len(texte)-1`

Exemple : `texte='123 soleil'`

<code>texte[i]</code>	'1'	'2'	'3'	' '	's'	'o'	'l'	'e'	'i'	'l'
<code>indice</code>										
<code>indice</code>										

- ▶ Techniquement, sous Python, les chaînes sont indexées :

de `-len(texte)` à `len(texte)-1`

Exemple : `texte='123 soleil'`

<code>texte[i]</code>	'1'	'2'	'3'	' '	's'	'o'	'l'	'e'	'i'	'l'
<code>indice</code>	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<code>indice</code>										

- ▶ Techniquement, sous Python, les chaînes sont indexées :

de `-len(texte)` à `len(texte)-1`

Exemple : `texte='123 soleil'`

<code>texte[i]</code>	'1'	'2'	'3'	' '	's'	'o'	'l'	'e'	'i'	'l'
<code>indice</code>	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<code>indice</code>	-10	-9	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1

- ▶ Techniquement, sous Python, les chaînes sont indexées :

de `-len(texte)` à `len(texte)-1`

Exemple : `texte='123 soleil'`

<code>texte[i]</code>	'1'	'2'	'3'	' '	's'	'o'	'l'	'e'	'i'	'l'
<code>indice</code>	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<code>indice</code>	-10	-9	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1

```
>>>
```

```
SHELL
```

- ▶ Techniquement, sous Python, les chaînes sont indexées :

de `-len(texte)` à `len(texte)-1`

Exemple : `texte='123 soleil'`

<code>texte[i]</code>	'1'	'2'	'3'	' '	's'	'o'	'l'	'e'	'i'	'l'
<code>indice</code>	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<code>indice</code>	-10	-9	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1

```
>>> texte='123 soleil'
```

SHELL

- ▶ Techniquement, sous Python, les chaînes sont indexées :

de `-len(texte)` à `len(texte)-1`

Exemple : `texte='123 soleil'`

<code>texte[i]</code>	<code>'1'</code>	<code>'2'</code>	<code>'3'</code>	<code>' '</code>	<code>'s'</code>	<code>'o'</code>	<code>'l'</code>	<code>'e'</code>	<code>'i'</code>	<code>'l'</code>
<code>indice</code>	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<code>indice</code>	-10	-9	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1

```
>>> texte='123 soleil'  
>>>
```

SHELL

- ▶ Techniquement, sous Python, les chaînes sont indexées :

de `-len(texte)` à `len(texte)-1`

Exemple : `texte='123 soleil'`

<code>texte[i]</code>	'1'	'2'	'3'	' '	's'	'o'	'l'	'e'	'i'	'l'
<code>indice</code>	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<code>indice</code>	-10	-9	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1

```
>>> texte='123 soleil'  
>>> texte[-1]
```

SHELL

- ▶ Techniquement, sous Python, les chaînes sont indexées :

de `-len(texte)` à `len(texte)-1`

Exemple : `texte='123 soleil'`

<code>texte[i]</code>	'1'	'2'	'3'	' '	's'	'o'	'l'	'e'	'i'	'l'
<code>indice</code>	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<code>indice</code>	-10	-9	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1

```
>>> texte='123 soleil'  
>>> texte[-1]  
'l'  
>>>
```

SHELL

- ▶ Techniquement, sous Python, les chaînes sont indexées :

de `-len(texte)` à `len(texte)-1`

Exemple : `texte='123 soleil'`

<code>texte[i]</code>	<code>'1'</code>	<code>'2'</code>	<code>'3'</code>	<code>' '</code>	<code>'s'</code>	<code>'o'</code>	<code>'l'</code>	<code>'e'</code>	<code>'i'</code>	<code>'l'</code>
<code>indice</code>	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<code>indice</code>	-10	-9	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1

```
>>> texte='123 soleil'  
>>> texte[-1]  
'l'  
>>> texte[-10]
```

SHELL

- ▶ Techniquement, sous Python, les chaînes sont indexées :

de `-len(texte)` à `len(texte)-1`

Exemple : `texte='123 soleil'`

<code>texte[i]</code>	'1'	'2'	'3'	' '	's'	'o'	'l'	'e'	'i'	'l'
<code>indice</code>	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<code>indice</code>	-10	-9	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1

```
>>> texte='123 soleil'  
>>> texte[-1]  
'l'  
>>> texte[-10]  
'1'  
>>>
```

SHELL

- ▶ Techniquement, sous Python, les chaînes sont indexées :

de `-len(texte)` à `len(texte)-1`

Exemple : `texte='123 soleil'`

<code>texte[i]</code>	'1'	'2'	'3'	' '	's'	'o'	'l'	'e'	'i'	'l'
<code>indice</code>	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<code>indice</code>	-10	-9	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1

```
>>> texte='123 soleil'  
>>> texte[-1]  
'l'  
>>> texte[-10]  
'1'  
>>> texte[-11]
```

SHELL

- ▶ Techniquement, sous Python, les chaînes sont indexées :

de `-len(texte)` à `len(texte)-1`

Exemple : `texte='123 soleil'`

<code>texte[i]</code>	'1'	'2'	'3'	' '	's'	'o'	'l'	'e'	'i'	'l'
<code>indice</code>	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<code>indice</code>	-10	-9	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1

SHELL

```
>>> texte='123 soleil'
>>> texte[-1]
'1'
>>> texte[-10]
'1'
>>> texte[-11]
Traceback (most recent call last):
  File "<console>", line 1, in <module>
IndexError: string index out of range
```

- ▶ Techniquement, sous Python, les chaînes sont indexées :

de `-len(texte)` à `len(texte)-1`

Exemple : `texte='123 soleil'`

<code>texte[i]</code>	'1'	'2'	'3'	' '	's'	'o'	'l'	'e'	'i'	'l'
<code>indice</code>	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<code>indice</code>	-10	-9	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1

SHELL

```
>>> texte='123 soleil'
>>> texte[-1]
'1'
>>> texte[-10]
'1'
>>> texte[-11]
Traceback (most recent call last):
  File "<console>", line 1, in <module>
IndexError: string index out of range
```

- ▶ En pratique `texte[-k]` est un raccourci pour `texte[len(texte)-k]`.

- ▶ Pour parcourir une séquence, on peut utiliser des boucles.

- ▶ Pour parcourir une séquence, on peut utiliser des boucles.
 - ▶ en itérant **sur les indices** de 0 à `len(Seq)-1`

```
def affiche(seq):  
    for i in range(len(seq)):  
        print(seq[i],end=' -> ')  
    print('')
```

SCRIPT

- ▶ Pour parcourir une séquence, on peut utiliser des boucles.
 - ▶ en itérant **sur les indices** de 0 à `len(Seq)-1`
 - ▶ en itérant directement **sur les éléments** de la séquence.

```
def affiche(seq):  
    for i in range(len(seq)):  
        print(seq[i],end=' -> ')  
    print('')
```

SCRIPT

```
def affiche(seq):  
    for e in seq:  
        print(e,end=' -> ')  
    print('')
```

SCRIPT

>>>

SHELL

- ▶ Pour parcourir une séquence, on peut utiliser des boucles.
 - ▶ en itérant **sur les indices** de 0 à `len(Seq)-1`
 - ▶ en itérant directement **sur les éléments** de la séquence.

```
def affiche(seq):  
    for i in range(len(seq)):  
        print(seq[i],end=' -> ')  
    print('')
```

SCRIPT

```
def affiche(seq):  
    for e in seq:  
        print(e,end=' -> ')  
    print('')
```

SCRIPT

```
>>> affiche('Saluton !')
```

SHELL

- ▶ Pour parcourir une séquence, on peut utiliser des boucles.
 - ▶ en itérant **sur les indices** de 0 à `len(Seq)-1`
 - ▶ en itérant directement **sur les éléments** de la séquence.

```
def affiche(seq):  
    for i in range(len(seq)):  
        print(seq[i],end=' -> ')  
    print('')
```

SCRIPT

```
def affiche(seq):  
    for e in seq:  
        print(e,end=' -> ')  
    print('')
```

SCRIPT

```
>>> affiche('Saluton !')  
S -> a -> l -> u -> t -> o -> n ->   -> ! ->  
>>>
```

SHELL

- ▶ Pour parcourir une séquence, on peut utiliser des boucles.
 - ▶ en itérant **sur les indices** de 0 à `len(Seq)-1`
 - ▶ en itérant directement **sur les éléments** de la séquence.

```
def affiche(seq):  
    for i in range(len(seq)):  
        print(seq[i],end=' -> ')  
    print('')
```

SCRIPT

```
def affiche(seq):  
    for e in seq:  
        print(e,end=' -> ')  
    print('')
```

SCRIPT

```
>>> affiche('Saluton !')  
S -> a -> l -> u -> t -> o -> n ->   -> ! ->  
>>> affiche((1,True,'badour'))
```

SHELL

- ▶ Pour parcourir une séquence, on peut utiliser des boucles.
 - ▶ en itérant **sur les indices** de 0 à `len(Seq)-1`
 - ▶ en itérant directement **sur les éléments** de la séquence.

```
def affiche(seq):  
    for i in range(len(seq)):  
        print(seq[i],end=' -> ')  
    print('')
```

SCRIPT

```
def affiche(seq):  
    for e in seq:  
        print(e,end=' -> ')  
    print('')
```

SCRIPT

```
>>> affiche('Saluton !')  
S -> a -> l -> u -> t -> o -> n ->   -> ! ->  
>>> affiche((1,True,'badour'))  
1 -> True -> badour ->  
>>>
```

SHELL

- ▶ Pour parcourir une séquence, on peut utiliser des boucles.
 - ▶ en itérant **sur les indices** de 0 à `len(Seq)-1`
 - ▶ en itérant directement **sur les éléments** de la séquence.

```
def affiche(seq):  
    for i in range(len(seq)):  
        print(seq[i],end=' -> ')  
    print('')
```

SCRIPT

```
def affiche(seq):  
    for e in seq:  
        print(e,end=' -> ')  
    print('')
```

SCRIPT

```
>>> affiche('Saluton !')  
S -> a -> l -> u -> t -> o -> n ->    -> ! ->  
>>> affiche((1,True,'badour'))  
1 -> True -> badour ->  
>>> affiche([6, True, 'Yeux'])
```

SHELL

- ▶ Pour parcourir une séquence, on peut utiliser des boucles.
 - ▶ en itérant **sur les indices** de 0 à `len(Seq)-1`
 - ▶ en itérant directement **sur les éléments** de la séquence.

```
def affiche(seq):  
    for i in range(len(seq)):  
        print(seq[i],end=' -> ')  
    print('')
```

SCRIPT

```
def affiche(seq):  
    for e in seq:  
        print(e,end=' -> ')  
    print('')
```

SCRIPT

```
>>> affiche('Saluton !')  
S -> a -> l -> u -> t -> o -> n ->   -> ! ->  
>>> affiche((1,True,'badour'))  
1 -> True -> badour ->  
>>> affiche([6, True, 'Yeux'])  
6 -> True -> Yeux ->
```

SHELL

- ▶ Pour parcourir une séquence, on peut utiliser des boucles.
 - ▶ en itérant **sur les indices** de 0 à `len(Seq)-1`
 - ▶ en itérant directement **sur les éléments** de la séquence.

```
def affiche(seq):  
    for i in range(len(seq)):  
        print(seq[i],end=' -> ')  
    print('')
```

SCRIPT

```
def affiche(seq):  
    for e in seq:  
        print(e,end=' -> ')  
    print('')
```

SCRIPT

```
>>> affiche('Saluton !')  
S -> a -> l -> u -> t -> o -> n ->   -> ! ->  
>>> affiche((1,True,'badour'))  
1 -> True -> badour ->  
>>> affiche([6, True, 'Yeux'])  
6 -> True -> Yeux ->
```

SHELL

- ▶ C'est le même programme pour les trois types de séquences !

- ▶ On a par ordre d'expressivité décroissante :

- ▶ On a par ordre d'expressivité décroissante :
 - La boucle `while` (la plus expressive)

- ▶ On a par ordre d'expressivité décroissante :
 - La boucle `while` (la plus expressive)
 - La boucle `for i in range(len(L))`

- ▶ On a par ordre d'expressivité décroissante :
 - La boucle `while` (la plus expressive)
 - La boucle `for i in range(len(L))`
 - La boucle `for x in L` (la moins expressive)

- ▶ On a par ordre d'expressivité décroissante :
 - La boucle `while` (la plus expressive)
 - La boucle `for i in range(len(L))`
 - La boucle `for x in L` (la moins expressive)
- ▶ En gagnant en lisibilité, on perd en expressivité.

- ▶ On a par ordre d'expressivité décroissante :
 - La boucle `while` (la plus expressive)
 - La boucle `for i in range(len(L))`
 - La boucle `for x in L` (la moins expressive)
- ▶ En gagnant en lisibilité, on perd en expressivité.
- ▶ Exemple : parcourir un chaîne en miroir.

```
def affiche_miroir(chaîne):  
    n = len(chaîne)  
    for i in range(n):  
        print(chaîne[n-i-1], end="")  
    print()
```

SCRIPT

>>>

SHELL

- ▶ On a par ordre d'expressivité décroissante :
 - La boucle `while` (la plus expressive)
 - La boucle `for i in range(len(L))`
 - La boucle `for x in L` (la moins expressive)
- ▶ En gagnant en lisibilité, on perd en expressivité.
- ▶ Exemple : parcourir un chaîne en miroir.

```
def affiche_miroir(chaîne):  
    n = len(chaîne)  
    for i in range(n):  
        print(chaîne[n-i-1], end="")  
    print()
```

SCRIPT

```
>>> affiche_miroir("un rats repus")
```

SHELL

- ▶ On a par ordre d'expressivité décroissante :
 - La boucle `while` (la plus expressive)
 - La boucle `for i in range(len(L))`
 - La boucle `for x in L` (la moins expressive)
- ▶ En gagnant en lisibilité, on perd en expressivité.
- ▶ Exemple : parcourir un chaîne en miroir.

```
def affiche_miroir(chaîne):  
    n = len(chaîne)  
    for i in range(n):  
        print(chaîne[n-i-1], end="")  
    print()
```

SCRIPT

```
>>> affiche_miroir("un rats repus")  
super star nu
```

SHELL

- ▶ Une **construction par compréhension** (de liste) consiste à imiter la notation mathématique

$$\{f(x) \text{ tels que } x \in E \text{ et } P(x)\}$$

```
>>>
```

```
SHELL
```

- ▶ Une **construction par compréhension** (de liste) consiste à imiter la notation mathématique

$$\{f(x) \text{ tels que } x \in E \text{ et } P(x)\}$$

```
>>> [x * x for x in range(6)]
```

SHELL

- ▶ Une **construction par compréhension** (de liste) consiste à imiter la notation mathématique

$$\{f(x) \text{ tels que } x \in E \text{ et } P(x)\}$$

```
>>> [x * x for x in range(6)]  
[0, 1, 4, 9, 16, 25]  
>>>
```

SHELL

- ▶ Une **construction par compréhension** (de liste) consiste à imiter la notation mathématique

$$\{f(x) \text{ tels que } x \in E \text{ et } P(x)\}$$

```
>>> [x * x for x in range(6)]  
[0, 1, 4, 9, 16, 25]  
>>> [c for c in 'azerty']
```

SHELL

- ▶ Une **construction par compréhension** (de liste) consiste à imiter la notation mathématique

$$\{f(x) \text{ tels que } x \in E \text{ et } P(x)\}$$

```
>>> [x * x for x in range(6)]  
[0, 1, 4, 9, 16, 25]  
>>> [c for c in 'azerty']  
['a', 'z', 'e', 'r', 't', 'y']
```

SHELL

- ▶ Une expression **if** suivant le **for** permet de filtrer les éléments.

```
>>>
```

SHELL

- ▶ Une **construction par compréhension** (de liste) consiste à imiter la notation mathématique

$$\{f(x) \text{ tels que } x \in E \text{ et } P(x)\}$$

```
>>> [x * x for x in range(6)]  
[0, 1, 4, 9, 16, 25]  
>>> [c for c in 'azerty']  
['a', 'z', 'e', 'r', 't', 'y']
```

SHELL

- ▶ Une expression **if** suivant le **for** permet de filtrer les éléments.

```
>>> [x * x for x in range(20) if x%2==0 and x*x>20]
```

SHELL

- ▶ Une **construction par compréhension** (de liste) consiste à imiter la notation mathématique

$$\{f(x) \text{ tels que } x \in E \text{ et } P(x)\}$$

```
>>> [x * x for x in range(6)]  
[0, 1, 4, 9, 16, 25]  
>>> [c for c in 'azerty']  
['a', 'z', 'e', 'r', 't', 'y']
```

SHELL

- ▶ Une expression **if** suivant le **for** permet de filtrer les éléments.

```
>>> [x * x for x in range(20) if x%2==0 and x*x>20]  
[36, 64, 100, 144, 196, 256, 324]
```

SHELL

```
>>>
```

SHELL

- ▶ Une **construction par compréhension** (de liste) consiste à imiter la notation mathématique

$$\{f(x) \text{ tels que } x \in E \text{ et } P(x)\}$$

```
>>> [x * x for x in range(6)]  
[0, 1, 4, 9, 16, 25]  
>>> [c for c in 'azerty']  
['a', 'z', 'e', 'r', 't', 'y']
```

SHELL

- ▶ Une expression **if** suivant le **for** permet de filtrer les éléments.

```
>>> [x * x for x in range(20) if x%2==0 and x*x>20]  
[36, 64, 100, 144, 196, 256, 324]
```

SHELL

- ▶ Pour les tuples la syntaxe est :

```
>>> tuple(x*x for x in range(20) if x%2==0 and x*x>20)
```

SHELL

- ▶ Une **construction par compréhension** (de liste) consiste à imiter la notation mathématique

$$\{f(x) \text{ tels que } x \in E \text{ et } P(x)\}$$

```
>>> [x * x for x in range(6)]  
[0, 1, 4, 9, 16, 25]  
>>> [c for c in 'azerty']  
['a', 'z', 'e', 'r', 't', 'y']
```

SHELL

- ▶ Une expression **if** suivant le **for** permet de filtrer les éléments.

```
>>> [x * x for x in range(20) if x%2==0 and x*x>20]  
[36, 64, 100, 144, 196, 256, 324]
```

SHELL

- ▶ Pour les tuples la syntaxe est :

```
>>> tuple(x*x for x in range(20) if x%2==0 and x*x>20)  
(36, 64, 100, 144, 196, 256, 324)
```

SHELL

- ▶ Traduire les compréhensions suivantes en boucle `for`.

```
>>>
```

```
SHELL
```

- ▶ Traduire les compréhensions suivantes en boucle `for`.

```
>>> [x * x for x in range(6)]
```

SHELL

- ▶ Traduire les compréhensions suivantes en boucle `for`.

```
>>> [x * x for x in range(6)]  
[0, 1, 4, 9, 16, 25]
```

SHELL

```
>>>
```

SHELL

- ▶ Traduire les compréhensions suivantes en boucle `for`.

```
>>> [x * x for x in range(6)]  
[0, 1, 4, 9, 16, 25]
```

SHELL

```
>>> [c for c in 'azerty']
```

SHELL

- Traduire les compréhensions suivantes en boucle `for`.

```
>>> [x * x for x in range(6)]  
[0, 1, 4, 9, 16, 25]
```

SHELL

```
>>> [c for c in 'azerty']  
['a', 'z', 'e', 'r', 't', 'y']
```

SHELL

```
>>>
```

SHELL

- Traduire les compréhensions suivantes en boucle `for`.

```
>>> [x * x for x in range(6)]  
[0, 1, 4, 9, 16, 25]
```

SHELL

```
>>> [c for c in 'azerty']  
['a', 'z', 'e', 'r', 't', 'y']
```

SHELL

```
>>> [x * x for x in range(20) if x%2==0 and x*x>20]
```

SHELL

- ▶ Traduire les compréhensions suivantes en boucle `for`.

```
>>> [x * x for x in range(6)]  
[0, 1, 4, 9, 16, 25]
```

SHELL

```
>>> [c for c in 'azerty']  
['a', 'z', 'e', 'r', 't', 'y']
```

SHELL

```
>>> [x * x for x in range(20) if x%2==0 and x*x>20]  
[36, 64, 100, 144, 196, 256, 324]
```

SHELL

- ▶ Même question avec une double boucle `for`

```
>>>
```

SHELL

- ▶ Traduire les compréhensions suivantes en boucle `for`.

```
>>> [x * x for x in range(6)]  
[0, 1, 4, 9, 16, 25]
```

SHELL

```
>>> [c for c in 'azerty']  
['a', 'z', 'e', 'r', 't', 'y']
```

SHELL

```
>>> [x * x for x in range(20) if x%2==0 and x*x>20]  
[36, 64, 100, 144, 196, 256, 324]
```

SHELL

- ▶ Même question avec une double boucle `for`

```
>>> L = [ (1,2), (3,4,5), (6,) ]
```

SHELL

- ▶ Traduire les compréhensions suivantes en boucle `for`.

```
>>> [x * x for x in range(6)]  
[0, 1, 4, 9, 16, 25]
```

SHELL

```
>>> [c for c in 'azerty']  
['a', 'z', 'e', 'r', 't', 'y']
```

SHELL

```
>>> [x * x for x in range(20) if x%2==0 and x*x>20]  
[36, 64, 100, 144, 196, 256, 324]
```

SHELL

- ▶ Même question avec une double boucle `for`

```
>>> L = [ (1,2), (3,4,5), (6,) ]  
>>>
```

SHELL

- ▶ Traduire les compréhensions suivantes en boucle `for`.

```
>>> [x * x for x in range(6)]  
[0, 1, 4, 9, 16, 25]
```

SHELL

```
>>> [c for c in 'azerty']  
['a', 'z', 'e', 'r', 't', 'y']
```

SHELL

```
>>> [x * x for x in range(20) if x%2==0 and x*x>20]  
[36, 64, 100, 144, 196, 256, 324]
```

SHELL

- ▶ Même question avec une double boucle `for`

```
>>> L = [ (1,2), (3,4,5), (6,) ]  
>>> [x for tuple in L for x in tuple]
```

SHELL

- ▶ Traduire les compréhensions suivantes en boucle `for`.

```
>>> [x * x for x in range(6)]  
[0, 1, 4, 9, 16, 25]
```

SHELL

```
>>> [c for c in 'azerty']  
['a', 'z', 'e', 'r', 't', 'y']
```

SHELL

```
>>> [x * x for x in range(20) if x%2==0 and x*x>20]  
[36, 64, 100, 144, 196, 256, 324]
```

SHELL

- ▶ Même question avec une double boucle `for`

```
>>> L = [ (1,2), (3,4,5), (6,) ]  
>>> [x for tuple in L for x in tuple]  
[1, 2, 3, 4, 5, 6]
```

SHELL

 Partie I. Séquences et sucre syntaxique

 Partie II. Mutabilité des listes

 Partie III. Exceptions

 Partie IV. Lancer des exceptions

 Partie V. Gestion de la mémoire

 Partie VI. Table des matières

- ▶ On pose `liste=[11,22,33]` ; `s='Chaîne'`, et `t = ('t', 'U', 'p', 'l', 'e')`

- ▶ On pose `liste=[11,22,33]` ; `s='Chaine'`, et `t = ('t', 'U', 'p', 'l', 'e')`
- ▶ On peut modifier les listes.

```
>>>
```

SHELL

- ▶ On pose `liste=[11,22,33]` ; `s='Chaine'`, et `t = ('t', 'U', 'p', 'l', 'e')`
- ▶ On peut modifier les listes.

```
>>> liste[1] = 'Choucroute'
```

SHELL

- ▶ On pose `liste=[11,22,33]` ; `s='Chaîne'`, et `t = ('t', 'U', 'p', 'l', 'e')`
- ▶ On peut modifier les listes.

```
>>> liste[1] = 'Choucroute'  
>>>
```

SHELL

- ▶ On pose `liste=[11,22,33]` ; `s='Chaine'`, et `t = ('t', 'U', 'p', 'l', 'e')`
- ▶ On peut modifier les listes.

```
>>> liste[1] = 'Choucroute'  
>>> liste
```

SHELL

- ▶ On pose `liste=[11,22,33]` ; `s='Chaîne'`, et `t = ('t', 'U', 'p', 'l', 'e')`
- ▶ On peut modifier les listes.

```
>>> liste[1] = 'Choucroute'  
>>> liste  
[11, 'Choucroute', 33]
```

SHELL

- ▶ On ne peut pas modifier les tuples et les chaînes

```
>>>
```

SHELL

- ▶ On pose `liste=[11,22,33]` ; `s='Chaîne'`, et `t = ('t', 'U', 'p', 'l', 'e')`
- ▶ On peut modifier les listes.

```
>>> liste[1] = 'Choucroute'  
>>> liste  
[11, 'Choucroute', 33]
```

SHELL

- ▶ On ne peut pas modifier les tuples et les chaînes

```
>>> s[3]='î'
```

SHELL

- ▶ On pose `liste=[11,22,33]` ; `s='Chaîne'`, et `t = ('t', 'U', 'p', 'l', 'e')`
- ▶ On peut modifier les listes.

```
>>> liste[1] = 'Choucroute'  
>>> liste  
[11, 'Choucroute', 33]
```

SHELL

- ▶ On ne peut pas modifier les tuples et les chaînes

```
>>> s[3]='î'  
Traceback (most recent call last):  
  File "<console>", line 1, in <module>  
TypeError: 'str' object does not support item assignment  
>>>
```

SHELL

- ▶ On pose `liste=[11,22,33]` ; `s='Chaîne'`, et `t = ('t', 'U', 'p', 'l', 'e')`
- ▶ On peut modifier les listes.

```
>>> liste[1] = 'Choucroute'  
>>> liste  
[11, 'Choucroute', 33]
```

SHELL

- ▶ On ne peut pas modifier les tuples et les chaînes

```
>>> s[3]='î'  
Traceback (most recent call last):  
  File "<console>", line 1, in <module>  
TypeError: 'str' object does not support item assignment  
>>> t[1]='u'
```

SHELL

- ▶ On pose `liste=[11,22,33]` ; `s='Chaîne'`, et `t = ('t', 'U', 'p', 'l', 'e')`
- ▶ On peut modifier les listes.

```
>>> liste[1] = 'Choucroute'  
>>> liste  
[11, 'Choucroute', 33]
```

SHELL

- ▶ On ne peut pas modifier les tuples et les chaînes

```
>>> s[3]='î'  
Traceback (most recent call last):  
  File "<console>", line 1, in <module>  
TypeError: 'str' object does not support item assignment  
>>> t[1]='u'  
Traceback (most recent call last):  
  File "<console>", line 1, in <module>  
TypeError: 'tuple' object does not support item assignment
```

SHELL

```
>>>
```

SHELL

- ▶ On pose `liste=[11,22,33]` ; `s='Chaîne'`, et `t = ('t', 'U', 'p', 'l', 'e')`
- ▶ On peut modifier les listes.

```
>>> liste[1] = 'Choucroute'  
>>> liste  
[11, 'Choucroute', 33]
```

SHELL

- ▶ On ne peut pas modifier les tuples et les chaînes

```
>>> s[3]='î'  
Traceback (most recent call last):  
  File "<console>", line 1, in <module>  
TypeError: 'str' object does not support item assignment  
>>> t[1]='u'  
Traceback (most recent call last):  
  File "<console>", line 1, in <module>  
TypeError: 'tuple' object does not support item assignment
```

SHELL

- ▶ On peut cependant réaffecter une chaîne et un tuple

```
>>> s='Chaîne'
```

SHELL

- ▶ On pose `liste=[11,22,33]` ; `s='Chaîne'`, et `t = ('t', 'U', 'p', 'l', 'e')`
- ▶ On peut modifier les listes.

```
>>> liste[1] = 'Choucroute'  
>>> liste  
[11, 'Choucroute', 33]
```

SHELL

- ▶ On ne peut pas modifier les tuples et les chaînes

```
>>> s[3]='î'  
Traceback (most recent call last):  
  File "<console>", line 1, in <module>  
TypeError: 'str' object does not support item assignment  
>>> t[1]='u'  
Traceback (most recent call last):  
  File "<console>", line 1, in <module>  
TypeError: 'tuple' object does not support item assignment
```

SHELL

- ▶ On peut cependant réaffecter une chaîne et un tuple

```
>>> s='Chaîne'  
>>>
```

SHELL

- ▶ On pose `liste=[11,22,33]` ; `s='Chaîne'`, et `t = ('t', 'U', 'p', 'l', 'e')`
- ▶ On peut modifier les listes.

```
>>> liste[1] = 'Choucroute'  
>>> liste  
[11, 'Choucroute', 33]
```

SHELL

- ▶ On ne peut pas modifier les tuples et les chaînes

```
>>> s[3]='î'  
Traceback (most recent call last):  
  File "<console>", line 1, in <module>  
TypeError: 'str' object does not support item assignment  
>>> t[1]='u'  
Traceback (most recent call last):  
  File "<console>", line 1, in <module>  
TypeError: 'tuple' object does not support item assignment
```

SHELL

- ▶ On peut cependant réaffecter une chaîne et un tuple

```
>>> s='Chaîne'  
>>> t=('t', 'u', 'p', 'l', 'e')
```

SHELL

```
>>> c1 = 'Chaîne vachement très très longue'  
>>>
```

SHELL

```
>>> c1 = 'Chaîne vachement très très longue'  
>>> c2=c1
```

SHELL

```
>>> c1 = 'Chaîne vachement très très longue'  
>>> c2=c1
```

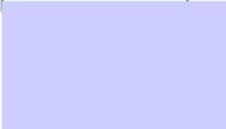
SHELL

- ▶ La chaîne 'Chaîne ... longue' est stockée une fois en mémoire.
 - ▶ On dit que c1 et c2 pointent vers la même chaîne de caractères.
 - ▶ l'affectation c2=c1 est instantanée.

```
>>>
```

SHELL

variables



```
>>> c1 = 'Chaîne vachement très très longue'  
>>> c2=c1
```

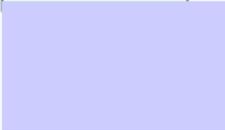
SHELL

- ▶ La chaîne 'Chaîne ... longue' est stockée une fois en mémoire.
 - ▶ On dit que c1 et c2 pointent vers la même chaîne de caractères.
 - ▶ l'affectation c2=c1 est instantanée.

```
>>> l1=[1,2,3]
```

SHELL

variables



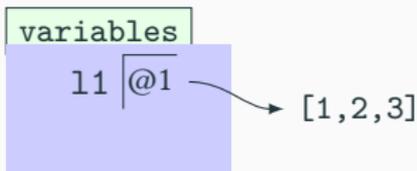
```
>>> c1 = 'Chaîne vachement très très longue'  
>>> c2=c1
```

SHELL

- ▶ La chaîne 'Chaîne ... longue' est stockée une fois en mémoire.
 - ▶ On dit que c1 et c2 pointent vers la même chaîne de caractères.
 - ▶ l'affectation c2=c1 est instantanée.

```
>>> l1=[1,2,3]  
>>>
```

SHELL



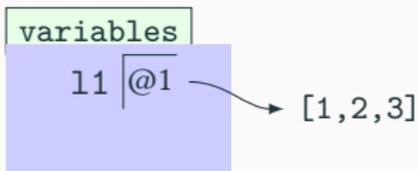
```
>>> c1 = 'Chaîne vachement très très longue'  
>>> c2=c1
```

SHELL

- ▶ La chaîne 'Chaîne ... longue' est stockée une fois en mémoire.
 - ▶ On dit que c1 et c2 pointent vers la même chaîne de caractères.
 - ▶ l'affectation c2=c1 est instantanée.

```
>>> l1=[1,2,3]  
>>> l2=l1
```

SHELL



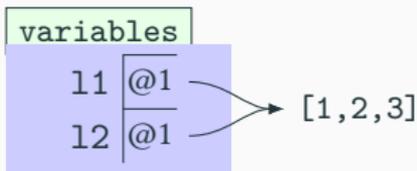
```
>>> c1 = 'Chaîne vachement très très longue'  
>>> c2=c1
```

SHELL

- ▶ La chaîne 'Chaîne ... longue' est stockée une fois en mémoire.
 - ▶ On dit que c1 et c2 pointent vers la même chaîne de caractères.
 - ▶ l'affectation c2=c1 est instantanée.

```
>>> l1=[1,2,3]  
>>> l2=l1  
>>>
```

SHELL



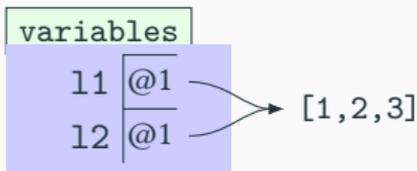
```
>>> c1 = 'Chaîne vachement très très longue'  
>>> c2=c1
```

SHELL

- ▶ La chaîne 'Chaîne ... longue' est stockée une fois en mémoire.
 - ▶ On dit que c1 et c2 pointent vers la même chaîne de caractères.
 - ▶ l'affectation c2=c1 est instantanée.

```
>>> l1=[1,2,3]  
>>> l2=l1  
>>> l1[2]=4
```

SHELL



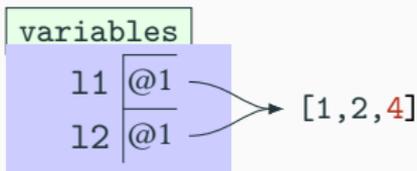
```
>>> c1 = 'Chaîne vachement très très longue'  
>>> c2=c1
```

SHELL

- ▶ La chaîne 'Chaîne ... longue' est stockée une fois en mémoire.
 - ▶ On dit que c1 et c2 pointent vers la même chaîne de caractères.
 - ▶ l'affectation c2=c1 est instantanée.

```
>>> l1=[1,2,3]  
>>> l2=l1  
>>> l1[2]=4  
>>>
```

SHELL



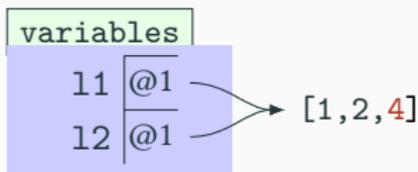
```
>>> c1 = 'Chaîne vachement très très longue'  
>>> c2=c1
```

SHELL

- ▶ La chaîne 'Chaîne ... longue' est stockée une fois en mémoire.
 - ▶ On dit que c1 et c2 pointent vers la même chaîne de caractères.
 - ▶ l'affectation c2=c1 est instantanée.

```
>>> l1=[1,2,3]  
>>> l2=l1  
>>> l1[2]=4  
>>> l1      # l1 modifié : logique...
```

SHELL



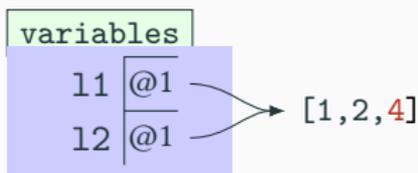
```
>>> c1 = 'Chaîne vachement très très longue'  
>>> c2=c1
```

SHELL

- ▶ La chaîne 'Chaîne ... longue' est stockée une fois en mémoire.
 - ▶ On dit que c1 et c2 pointent vers la même chaîne de caractères.
 - ▶ l'affectation c2=c1 est instantanée.

```
>>> l1=[1,2,3]  
>>> l2=l1  
>>> l1[2]=4  
>>> l1 # l1 modifié : logique...  
[1, 2, 4]  
>>>
```

SHELL



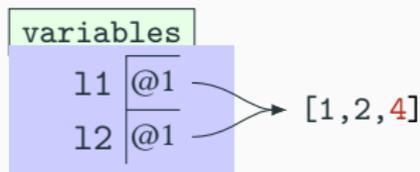
```
>>> c1 = 'Chaîne vachement très très longue'  
>>> c2=c1
```

SHELL

- ▶ La chaîne 'Chaîne ... longue' est stockée une fois en mémoire.
 - ▶ On dit que c1 et c2 pointent vers la même chaîne de caractères.
 - ▶ l'affectation c2=c1 est instantanée.

```
>>> l1=[1,2,3]  
>>> l2=l1  
>>> l1[2]=4  
>>> l1      # l1 modifié : logique...  
[1, 2, 4]  
>>> l2      # Surprise !!!
```

SHELL



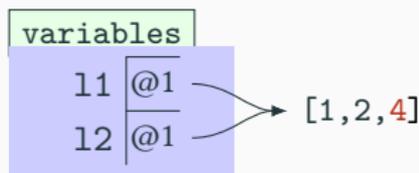
```
>>> c1 = 'Chaîne vachement très très longue'  
>>> c2=c1
```

SHELL

- ▶ La chaîne 'Chaîne ... longue' est stockée une fois en mémoire.
 - ▶ On dit que c1 et c2 pointent vers la même chaîne de caractères.
 - ▶ l'affectation c2=c1 est instantanée.

```
>>> l1=[1,2,3]  
>>> l2=l1  
>>> l1[2]=4  
>>> l1 # l1 modifié : logique...  
[1, 2, 4]  
>>> l2 # Surprise !!!  
[1, 2, 4]
```

SHELL



```
>>> L = [0,1,2]  
>>>
```

SHELL

```
>>> L = [0,1,2]  
>>>
```

SHELL

```
>>> L = [0,1,2]
>>> L = L + [3]
```

SHELL

```
>>> L = [0,1,2]
>>> L.append(3)
```

SHELL

```
>>> L = [0,1,2]
>>> L = L + [3]
>>>
```

SHELL

```
>>> L = [0,1,2]
>>> L.append(3)
>>>
```

SHELL

```
>>> L = [0,1,2]
>>> L = L + [3]
>>> L
```

SHELL

```
>>> L = [0,1,2]
>>> L.append(3)
>>> L
```

SHELL

```
>>> L = [0,1,2]
>>> L = L + [3]
>>> L
[0, 1, 2, 3]
```

SHELL

```
>>> L = [0,1,2]
>>> L.append(3)
>>> L
[0, 1, 2, 3]
```

SHELL

```
>>> L = [0,1,2]
>>> L = L + [3]
>>> L
[0, 1, 2, 3]
```

SHELL

```
>>> L = [0,1,2]
>>> L.append(3)
>>> L
[0, 1, 2, 3]
```

SHELL

▶ Le premier programme

- ▶ **recrée une liste similaire** à L (peut être long si L est grand)
- ▶ ajoute 3 à la fin de la nouvelle liste.

```
>>> L = [0,1,2]
>>> L = L + [3]
>>> L
[0, 1, 2, 3]
```

SHELL

```
>>> L = [0,1,2]
>>> L.append(3)
>>> L
[0, 1, 2, 3]
```

SHELL

- ▶ Le premier programme
 - ▶ **recrée une liste similaire** à L (peut être long si L est grand)
 - ▶ ajoute 3 à la fin de la nouvelle liste.
- ▶ La méthode `append`
 - ▶ **modifie** la liste L directement.

```
>>>
```

SHELL

```
>>> L = [0,1,2]
>>> L = L + [3]
>>> L
[0, 1, 2, 3]
```

SHELL

```
>>> L = [0,1,2]
>>> L.append(3)
>>> L
[0, 1, 2, 3]
```

SHELL

- ▶ Le premier programme
 - ▶ **recrée une liste similaire** à L (peut être long si L est grand)
 - ▶ ajoute 3 à la fin de la nouvelle liste.
- ▶ La méthode `append`
 - ▶ **modifie** la liste L directement.

```
>>> l1=[0,1,2] ; l2=[0,1,2]
```

SHELL

```
>>> L = [0,1,2]
>>> L = L + [3]
>>> L
[0, 1, 2, 3]
```

SHELL

```
>>> L = [0,1,2]
>>> L.append(3)
>>> L
[0, 1, 2, 3]
```

SHELL

- ▶ Le premier programme
 - ▶ **recrée une liste similaire** à L (peut être long si L est grand)
 - ▶ ajoute 3 à la fin de la nouvelle liste.
- ▶ La méthode `append`
 - ▶ **modifie** la liste L directement.

```
>>> l1=[0,1,2] ; l2=[0,1,2]
>>>
```

SHELL

```
>>> L = [0,1,2]
>>> L = L + [3]
>>> L
[0, 1, 2, 3]
```

SHELL

```
>>> L = [0,1,2]
>>> L.append(3)
>>> L
[0, 1, 2, 3]
```

SHELL

- ▶ Le premier programme
 - ▶ **recrée une liste similaire** à L (peut être long si L est grand)
 - ▶ ajoute 3 à la fin de la nouvelle liste.
- ▶ La méthode `append`
 - ▶ **modifie** la liste L directement.

```
>>> l1=[0,1,2] ; l2=[0,1,2]
>>> m1=l1 # La liste n'est pas recopiée
```

SHELL

```
>>> L = [0,1,2]
>>> L = L + [3]
>>> L
[0, 1, 2, 3]
```

SHELL

```
>>> L = [0,1,2]
>>> L.append(3)
>>> L
[0, 1, 2, 3]
```

SHELL

- ▶ Le premier programme
 - ▶ **recrée une liste similaire** à L (peut être long si L est grand)
 - ▶ ajoute 3 à la fin de la nouvelle liste.
- ▶ La méthode `append`
 - ▶ **modifie** la liste L directement.

```
>>> l1=[0,1,2] ; l2=[0,1,2]
>>> m1=l1 # La liste n'est pas recopiée
>>>
```

SHELL

```
>>> L = [0,1,2]
>>> L = L + [3]
>>> L
[0, 1, 2, 3]
```

SHELL

```
>>> L = [0,1,2]
>>> L.append(3)
>>> L
[0, 1, 2, 3]
```

SHELL

- ▶ Le premier programme
 - ▶ **recrée une liste similaire** à L (peut être long si L est grand)
 - ▶ ajoute 3 à la fin de la nouvelle liste.
- ▶ La méthode `append`
 - ▶ **modifie** la liste L directement.

```
>>> l1=[0,1,2] ; l2=[0,1,2]
>>> m1=l1 # La liste n'est pas copiée
>>> m2=l2 # La liste n'est pas copiée
```

SHELL

```
>>> L = [0,1,2]
>>> L = L + [3]
>>> L
[0, 1, 2, 3]
```

SHELL

```
>>> L = [0,1,2]
>>> L.append(3)
>>> L
[0, 1, 2, 3]
```

SHELL

- ▶ Le premier programme
 - ▶ **recrée une liste similaire** à L (peut être long si L est grand)
 - ▶ ajoute 3 à la fin de la nouvelle liste.
- ▶ La méthode `append`
 - ▶ **modifie** la liste L directement.

```
>>> l1=[0,1,2] ; l2=[0,1,2]
>>> m1=l1 # La liste n'est pas copiée
>>> m2=l2 # La liste n'est pas copiée
>>>
```

SHELL

```
>>> L = [0,1,2]
>>> L = L + [3]
>>> L
[0, 1, 2, 3]
```

SHELL

```
>>> L = [0,1,2]
>>> L.append(3)
>>> L
[0, 1, 2, 3]
```

SHELL

- ▶ Le premier programme
 - ▶ **recrée une liste similaire** à L (peut être long si L est grand)
 - ▶ ajoute 3 à la fin de la nouvelle liste.
- ▶ La méthode `append`
 - ▶ **modifie** la liste L directement.

```
>>> l1=[0,1,2] ; l2=[0,1,2]
>>> m1=l1 # La liste n'est pas copiée
>>> m2=l2 # La liste n'est pas copiée
>>> l1=l1+[3] # On crée une nouvelle liste
```

SHELL

```
>>> L = [0,1,2]
>>> L = L + [3]
>>> L
[0, 1, 2, 3]
```

SHELL

```
>>> L = [0,1,2]
>>> L.append(3)
>>> L
[0, 1, 2, 3]
```

SHELL

- ▶ Le premier programme
 - ▶ **recrée une liste similaire** à L (peut être long si L est grand)
 - ▶ ajoute 3 à la fin de la nouvelle liste.
- ▶ La méthode `append`
 - ▶ **modifie** la liste L directement.

```
>>> l1=[0,1,2] ; l2=[0,1,2]
>>> m1=l1 # La liste n'est pas copiée
>>> m2=l2 # La liste n'est pas copiée
>>> l1=l1+[3] # On crée une nouvelle liste
>>>
```

SHELL

```
>>> L = [0,1,2]
>>> L = L + [3]
>>> L
[0, 1, 2, 3]
```

SHELL

```
>>> L = [0,1,2]
>>> L.append(3)
>>> L
[0, 1, 2, 3]
```

SHELL

- ▶ Le premier programme
 - ▶ **recrée une liste similaire** à L (peut être long si L est grand)
 - ▶ ajoute 3 à la fin de la nouvelle liste.
- ▶ La méthode `append`
 - ▶ **modifie** la liste L directement.

```
>>> l1=[0,1,2] ; l2=[0,1,2]
>>> m1=l1 # La liste n'est pas copiée
>>> m2=l2 # La liste n'est pas copiée
>>> l1=l1+[3] # On crée une nouvelle liste
>>> print(l1,m1)
```

SHELL

```
>>> L = [0,1,2]
>>> L = L + [3]
>>> L
[0, 1, 2, 3]
```

SHELL

```
>>> L = [0,1,2]
>>> L.append(3)
>>> L
[0, 1, 2, 3]
```

SHELL

- ▶ Le premier programme
 - ▶ **recrée une liste similaire** à L (peut être long si L est grand)
 - ▶ ajoute 3 à la fin de la nouvelle liste.
- ▶ La méthode `append`
 - ▶ **modifie** la liste L directement.

```
>>> l1=[0,1,2] ; l2=[0,1,2]
>>> m1=l1 # La liste n'est pas copiée
>>> m2=l2 # La liste n'est pas copiée
>>> l1=l1+[3] # On crée une nouvelle liste
>>> print(l1,m1)
[0, 1, 2, 3] [0, 1, 2]
>>>
```

SHELL

```
>>> L = [0,1,2]
>>> L = L + [3]
>>> L
[0, 1, 2, 3]
```

SHELL

```
>>> L = [0,1,2]
>>> L.append(3)
>>> L
[0, 1, 2, 3]
```

SHELL

- ▶ Le premier programme
 - ▶ **recrée une liste similaire** à L (peut être long si L est grand)
 - ▶ ajoute 3 à la fin de la nouvelle liste.
- ▶ La méthode `append`
 - ▶ **modifie** la liste L directement.

```
>>> l1=[0,1,2] ; l2=[0,1,2]
>>> m1=l1 # La liste n'est pas recopiée
>>> m2=l2 # La liste n'est pas recopiée
>>> l1=l1+[3] # On crée une nouvelle liste
>>> print(l1,m1)
[0, 1, 2, 3] [0, 1, 2]
>>> l2.append(3) # on modifie la liste
```

SHELL

```
>>> L = [0,1,2]
>>> L = L + [3]
>>> L
[0, 1, 2, 3]
```

SHELL

```
>>> L = [0,1,2]
>>> L.append(3)
>>> L
[0, 1, 2, 3]
```

SHELL

- ▶ Le premier programme
 - ▶ **recrée une liste similaire** à L (peut être long si L est grand)
 - ▶ ajoute 3 à la fin de la nouvelle liste.
- ▶ La méthode `append`
 - ▶ **modifie** la liste L directement.

```
>>> l1=[0,1,2] ; l2=[0,1,2]
>>> m1=l1 # La liste n'est pas recopiée
>>> m2=l2 # La liste n'est pas recopiée
>>> l1=l1+[3] # On crée une nouvelle liste
>>> print(l1,m1)
[0, 1, 2, 3] [0, 1, 2]
>>> l2.append(3) # on modifie la liste
>>>
```

SHELL

```
>>> L = [0,1,2]
>>> L = L + [3]
>>> L
[0, 1, 2, 3]
```

SHELL

```
>>> L = [0,1,2]
>>> L.append(3)
>>> L
[0, 1, 2, 3]
```

SHELL

- ▶ Le premier programme
 - ▶ **recrée une liste similaire** à L (peut être long si L est grand)
 - ▶ ajoute 3 à la fin de la nouvelle liste.
- ▶ La méthode `append`
 - ▶ **modifie** la liste L directement.

```
>>> l1=[0,1,2] ; l2=[0,1,2]
>>> m1=l1 # La liste n'est pas recopiée
>>> m2=l2 # La liste n'est pas recopiée
>>> l1=l1+[3] # On crée une nouvelle liste
>>> print(l1,m1)
[0, 1, 2, 3] [0, 1, 2]
>>> l2.append(3) # on modifie la liste
>>> print(l2,m2)
```

SHELL

```
>>> L = [0,1,2]
>>> L = L + [3]
>>> L
[0, 1, 2, 3]
```

SHELL

```
>>> L = [0,1,2]
>>> L.append(3)
>>> L
[0, 1, 2, 3]
```

SHELL

- ▶ Le premier programme
 - ▶ **recrée une liste similaire** à L (peut être long si L est grand)
 - ▶ ajoute 3 à la fin de la nouvelle liste.
- ▶ La méthode `append`
 - ▶ **modifie** la liste L directement.

```
>>> l1=[0,1,2] ; l2=[0,1,2]
>>> m1=l1 # La liste n'est pas recopiée
>>> m2=l2 # La liste n'est pas recopiée
>>> l1=l1+[3] # On crée une nouvelle liste
>>> print(l1,m1)
[0, 1, 2, 3] [0, 1, 2]
>>> l2.append(3) # on modifie la liste
>>> print(l2,m2)
[0, 1, 2, 3] [0, 1, 2, 3]
```

SHELL

- ▶ Python ne stocke pas des listes dans des variables (manque de place)

```
l1=[0,1,2]
l2=[0,1,2]
m1=l1
m2=l2
l1=l1+[3]
l2.append(3)
```

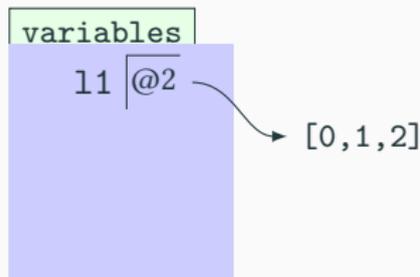
SCRIPT

variables

- ▶ Python ne stocke pas des listes dans des variables (manque de place)
- ▶ Python stocke les adresses en mémoire des listes.

```
11=[0,1,2]
12=[0,1,2]
m1=11
m2=12
11=11+[3]
12.append(3)
```

SCRIPT

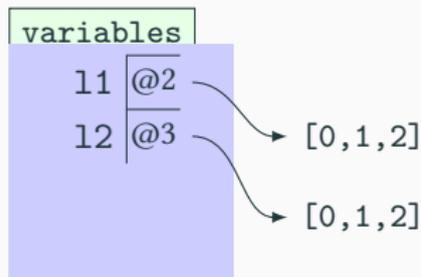


- ▶ 11 contient l'adresse @2 qui pointe vers une liste [0, 1, 2]

- ▶ Python ne stocke pas des listes dans des variables (manque de place)
- ▶ Python stocke les adresses en mémoire des listes.

```
11=[0,1,2]
12=[0,1,2]
m1=11
m2=12
11=11+[3]
12.append(3)
```

SCRIPT

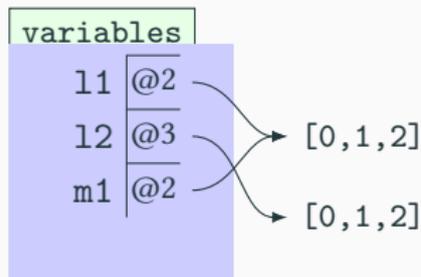


- ▶ 11 contient l'adresse @2 qui pointe vers une liste [0,1,2]
- ▶ Remarquons que :
 - ▶ 11≠12 : adresse différente

- ▶ Python ne stocke pas des listes dans des variables (manque de place)
- ▶ Python stocke les adresses en mémoire des listes.

```
11=[0,1,2]
12=[0,1,2]
m1=11
m2=12
11=11+[3]
12.append(3)
```

SCRIPT

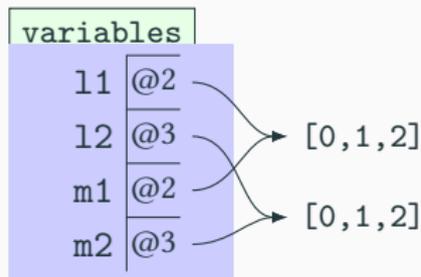


- ▶ 11 contient l'adresse @2 qui pointe vers une liste [0,1,2]
- ▶ Remarquons que :
 - ▶ 11≠12 : adresse différente
 - ▶ 11=m1 : même adresse

- ▶ Python ne stocke pas des listes dans des variables (manque de place)
- ▶ Python stocke les adresses en mémoire des listes.

```
11=[0,1,2]
12=[0,1,2]
m1=11
m2=12
11=11+[3]
12.append(3)
```

SCRIPT



- ▶ 11 contient l'adresse @2 qui pointe vers une liste [0,1,2]
- ▶ Remarquons que :
 - ▶ 11≠12 : adresse différente
 - ▶ 11=m1 : même adresse

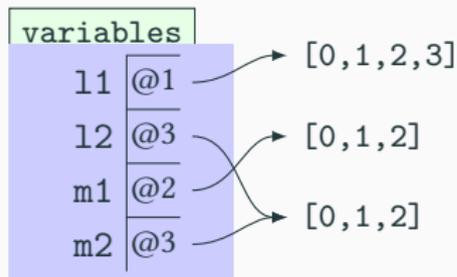
- ▶ Python ne stocke pas des listes dans des variables (manque de place)
- ▶ Python stocke les adresses en mémoire des listes.

```

11=[0,1,2]
12=[0,1,2]
m1=11
m2=12
11=11+[3]
12.append(3)

```

SCRIPT



- ▶ 11 contient l'adresse @2 qui pointe vers une liste [0, 1, 2]
- ▶ Remarquons que :
 - ▶ 11≠12 : adresse différente
 - ▶ 11=m1 : même adresse
- ▶ 11=... on modifie 11 (on remplace @2 par @1). Maintenant 11≠m1

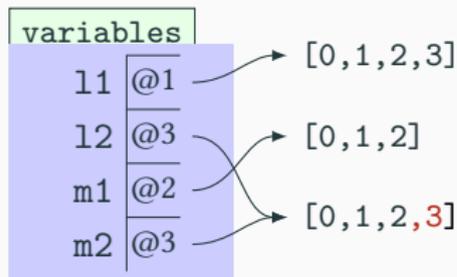
- ▶ Python ne stocke pas des listes dans des variables (manque de place)
- ▶ Python stocke les adresses en mémoire des listes.

```

11=[0,1,2]
12=[0,1,2]
m1=11
m2=12
11=11+[3]
12.append(3)

```

SCRIPT



- ▶ 11 contient l'adresse @2 qui pointe vers une liste [0, 1, 2]
- ▶ Remarquons que :
 - ▶ 11≠12 : adresse différente
 - ▶ 11=m1 : même adresse
- ▶ 11=... on modifie 11 (on remplace @2 par @1). Maintenant 11≠m1
- ▶ On ne modifie pas 12 (toujours égal à @3). On a toujours 12=m2

- ▶ La fonction `diviseurs(n)` va retourner la liste des diviseurs de n .

- ▶ La fonction `diviseurs(n)` va retourner la liste des diviseurs de `n`.
 - ▶ uniquement ceux non triviaux (distincts de 1 et `n`)

- ▶ La fonction `diviseurs(n)` va retourner la liste des diviseurs de `n`.
 - ▶ uniquement ceux non triviaux (distincts de 1 et `n`)
 - ▶ on impose à `n` d'être un entier strictement positif.

- ▶ La fonction `diviseurs(n)` va retourner la liste des diviseurs de n .
 - ▶ uniquement ceux non triviaux (distincts de 1 et n)
 - ▶ on impose à n d'être un entier strictement positif.
- ▶ Liste ou tuple?

- ▶ La fonction `diviseurs(n)` va retourner la liste des diviseurs de `n`.
 - ▶ uniquement ceux non triviaux (distincts de 1 et `n`)
 - ▶ on impose à `n` d'être un entier strictement positif.
- ▶ Liste ou tuple?
 - ▶ On peut efficacement ajouter des éléments à une liste : `append`

- ▶ La fonction `diviseurs(n)` va retourner la liste des diviseurs de `n`.
 - ▶ uniquement ceux non triviaux (distincts de 1 et `n`)
 - ▶ on impose à `n` d'être un entier strictement positif.
- ▶ Liste ou tuple ?
 - ▶ On peut efficacement ajouter des éléments à une liste : `append`
 - ▶ Il n'y a pas d'équivalent pour les tuples (immutable/immuable)

- ▶ La fonction `diviseurs(n)` va retourner la liste des diviseurs de `n`.
 - ▶ uniquement ceux non triviaux (distincts de 1 et `n`)
 - ▶ on impose à `n` d'être un entier strictement positif.
- ▶ Liste ou tuple ?
 - ▶ On peut efficacement ajouter des éléments à une liste : `append`
 - ▶ Il n'y a pas d'équivalent pour les tuples (immutable/immuable)
 - ▶ On ne connaît pas à l'avance le nombre d'éléments du résultat

- ▶ La fonction `diviseurs(n)` va retourner la liste des diviseurs de n .
 - ▶ uniquement ceux non triviaux (distincts de 1 et n)
 - ▶ on impose à n d'être un entier strictement positif.
- ▶ Liste ou tuple ?
 - ▶ On peut efficacement ajouter des éléments à une liste : `append`
 - ▶ Il n'y a pas d'équivalent pour les tuples (immutable/immuable)
 - ▶ On ne connaît pas à l'avance le nombre d'éléments du résultat
 - ▶ On va donc utiliser une liste plutôt qu'un tuple

- ▶ La fonction `diviseurs(n)` va retourner la liste des diviseurs de `n`.
 - ▶ uniquement ceux non triviaux (distincts de 1 et `n`)
 - ▶ on impose à `n` d'être un entier strictement positif.
- ▶ Liste ou tuple ?
 - ▶ On peut efficacement ajouter des éléments à une liste : `append`
 - ▶ Il n'y a pas d'équivalent pour les tuples (immutable/immuable)
 - ▶ On ne connaît pas à l'avance le nombre d'éléments du résultat
 - ▶ On va donc utiliser une liste plutôt qu'un tuple

```
def diviseurs(n):  
    res = []  
    for d in range(2, n):  
        if n % d == 0 : # Si d divise n  
            res.append(d)  
    return res
```

SCRIPT

```
>>>
```

SHELL

- ▶ La fonction `diviseurs(n)` va retourner la liste des diviseurs de `n`.
 - ▶ uniquement ceux non triviaux (distincts de 1 et `n`)
 - ▶ on impose à `n` d'être un entier strictement positif.
- ▶ Liste ou tuple ?
 - ▶ On peut efficacement ajouter des éléments à une liste : `append`
 - ▶ Il n'y a pas d'équivalent pour les tuples (immutable/immuable)
 - ▶ On ne connaît pas à l'avance le nombre d'éléments du résultat
 - ▶ On va donc utiliser une liste plutôt qu'un tuple

```
def diviseurs(n):  
    res = []  
    for d in range(2, n):  
        if n % d == 0 : # Si d divise n  
            res.append(d)  
    return res
```

SCRIPT

```
>>> d = diviseurs(500)
```

SHELL

- ▶ La fonction `diviseurs(n)` va retourner la liste des diviseurs de `n`.
 - ▶ uniquement ceux non triviaux (distincts de 1 et `n`)
 - ▶ on impose à `n` d'être un entier strictement positif.
- ▶ Liste ou tuple ?
 - ▶ On peut efficacement ajouter des éléments à une liste : `append`
 - ▶ Il n'y a pas d'équivalent pour les tuples (immutable/immuable)
 - ▶ On ne connaît pas à l'avance le nombre d'éléments du résultat
 - ▶ On va donc utiliser une liste plutôt qu'un tuple

```
def diviseurs(n):  
    res = []  
    for d in range(2, n):  
        if n % d == 0 : # Si d divise n  
            res.append(d)  
    return res
```

SCRIPT

```
>>> d = diviseurs(500)  
>>>
```

SHELL

- ▶ La fonction `diviseurs(n)` va retourner la liste des diviseurs de `n`.
 - ▶ uniquement ceux non triviaux (distincts de 1 et `n`)
 - ▶ on impose à `n` d'être un entier strictement positif.
- ▶ Liste ou tuple ?
 - ▶ On peut efficacement ajouter des éléments à une liste : `append`
 - ▶ Il n'y a pas d'équivalent pour les tuples (immutable/immuable)
 - ▶ On ne connaît pas à l'avance le nombre d'éléments du résultat
 - ▶ On va donc utiliser une liste plutôt qu'un tuple

```
def diviseurs(n):  
    res = []  
    for d in range(2, n):  
        if n % d == 0 : # Si d divise n  
            res.append(d)  
    return res
```

SCRIPT

```
>>> d = diviseurs(500)  
>>> (len(d) , d)
```

SHELL

- ▶ La fonction `diviseurs(n)` va retourner la liste des diviseurs de `n`.
 - ▶ uniquement ceux non triviaux (distincts de 1 et `n`)
 - ▶ on impose à `n` d'être un entier strictement positif.
- ▶ Liste ou tuple ?
 - ▶ On peut efficacement ajouter des éléments à une liste : `append`
 - ▶ Il n'y a pas d'équivalent pour les tuples (immutable/immuable)
 - ▶ On ne connaît pas à l'avance le nombre d'éléments du résultat
 - ▶ On va donc utiliser une liste plutôt qu'un tuple

```
def diviseurs(n):  
    res = []  
    for d in range(2, n):  
        if n % d == 0 : # Si d divise n  
            res.append(d)  
    return res
```

SCRIPT

```
>>> d = diviseurs(500)  
>>> (len(d), d)  
(10, [2, 4, 5, 10, 20, 25, 50, 100, 125, 250])
```

SHELL

<https://docs.python.org/fr/3.7/tutorial/datastructures.html>

<code>list.append(x)</code>	Ajoute un élément à la fin de la liste.
<code>list.extend(L)</code>	Étend la liste en y ajoutant tous les éléments de l'itérable.
<code>list.insert(i, x)</code>	Insère un élément à la position indiquée. Le premier argument est la position de l'élément courant avant lequel l'insertion doit s'effectuer.
<code>list.remove(x)</code>	Supprime de la liste le premier élément dont la valeur est égale à <code>x</code> . Erreur s'il n'existe aucun élément avec cette valeur.
<code>list.pop(i)</code>	Enlève de la liste l'élément situé à la position indiquée et le renvoie en valeur de retour. Si aucune position n'est spécifiée, <code>a.pop()</code> enlève et renvoie le dernier élément de la liste.
<code>list.index(x)</code>	Renvoie la position du premier élément de la liste dont la valeur égale <code>x</code> . Erreur si aucun élément n'est trouvé.
<code>list.count(x)</code>	Renvoie le nombre d'éléments ayant la valeur <code>x</code> dans la liste.
<code>list.sort()</code>	Ordonne les éléments dans la liste, en place.
<code>list.reverse()</code>	Inverse l'ordre des éléments dans la liste, en place.

► Exercices : à réécrire chez soi :)

- ▶ Calculons la liste des chiffres d'une chaîne s.

- ▶ Calculons la liste des chiffres d'une chaîne `s`.
 - ▶ Nous utilisons la méthode `isdigit()` de la classe `str`.

- ▶ Calculons la liste des chiffres d'une chaîne `s`.
 - ▶ Nous utilisons la méthode `isdigit()` de la classe `str`.
 - ▶ Vous devez être capable d'écrire `isdigit!` (cf. TP 3)

- ▶ Calculons la liste des chiffres d'une chaîne s.
 - ▶ Nous utilisons la méthode `isdigit()` de la classe `str`.
 - ▶ Vous devez être capable d'écrire `isdigit()`! (cf. TP 3)

```
>>>
```

```
SHELL
```

```
>>>
```

```
SHELL
```

- ▶ Calculons la liste des chiffres d'une chaîne s.
 - ▶ Nous utilisons la méthode `isdigit()` de la classe `str`.
 - ▶ Vous devez être capable d'écrire `isdigit()`! (cf. TP 3)

```
>>> '456'.isdigit() SHELL
```

```
>>> '45a6'.isdigit() SHELL
```

- ▶ Calculons la liste des chiffres d'une chaîne s.
 - ▶ Nous utilisons la méthode `isdigit()` de la classe `str`.
 - ▶ Vous devez être capable d'écrire `isdigit()`! (cf. TP 3)

```
>>> '456'.isdigit() SHELL  
True
```

```
>>> '45a6'.isdigit() SHELL  
False
```

- ▶ Calculons la liste des chiffres d'une chaîne `s`.
 - ▶ Nous utilisons la méthode `isdigit()` de la classe `str`.
 - ▶ Vous devez être capable d'écrire `isdigit()`! (cf. TP 3)

```
>>> '456'.isdigit() SHELL  
True
```

```
>>> '45a6'.isdigit() SHELL  
False
```

- ▶ Méthode classique avec boucle `for`.

```
def chiffres(chaîne):  
    liste = []  
    for c in chaîne:  
        if c.isdigit():  
            liste.append(c)  
    return liste
```

SCRIPT

```
>>>
```

SHELL

- ▶ Calculons la liste des chiffres d'une chaîne `s`.
 - ▶ Nous utilisons la méthode `isdigit()` de la classe `str`.
 - ▶ Vous devez être capable d'écrire `isdigit()`! (cf. TP 3)

```
>>> '456'.isdigit() SHELL  
True
```

```
>>> '45a6'.isdigit() SHELL  
False
```

- ▶ Méthode classique avec boucle `for`.

```
def chiffres(chaîne):  
    liste = []  
    for c in chaîne:  
        if c.isdigit():  
            liste.append(c)  
    return liste
```

SCRIPT

```
>>> chiffres('0livier E5T 2314 fois 5YMP4')
```

SHELL

- ▶ Calculons la liste des chiffres d'une chaîne `s`.
 - ▶ Nous utilisons la méthode `isdigit()` de la classe `str`.
 - ▶ Vous devez être capable d'écrire `isdigit()`! (cf. TP 3)

```
>>> '456'.isdigit() SHELL  
True
```

```
>>> '45a6'.isdigit() SHELL  
False
```

- ▶ Méthode classique avec boucle `for`.

```
def chiffres(chaîne):  
    liste = []  
    for c in chaîne:  
        if c.isdigit():  
            liste.append(c)  
    return liste
```

SCRIPT

```
>>> chiffres('0livier E5T 2314 fois 5YMP4')  
['0', '1', '5', '2', '3', '4', '5', '4']
```

SHELL

- ▶ Méthode Pythonique : compréhension de liste.

```
def chiffres(s):  
    return [c for c in s if c.isdigit()]
```

SCRIPT

- ▶ Méthode Pythonique : compréhension de liste.

```
def chiffres(s):  
    return [c for c in s if c.isdigit()]
```

SCRIPT

- ▶ Notez l'ordre des instructions :
 - ▶ D'abord le `for` puis le `if`
 - ▶ Comme dans le programme précédent.

- ▶ Méthode Pythonnesque : compréhension de liste.

```
def chiffres(s):  
    return [c for c in s if c.isdigit()]
```

SCRIPT

- ▶ Notez l'ordre des instructions :
 - ▶ D'abord le `for` puis le `if`
 - ▶ Comme dans le programme précédent.
- ▶ Ne marche pas (forcément) avec les autres langages.

- ▶ Méthode Pythonesque : compréhension de liste.

```
def chiffres(s):  
    return [c for c in s if c.isdigit()]
```

SCRIPT

- ▶ Notez l'ordre des instructions :
 - ▶ D'abord le `for` puis le `if`
 - ▶ Comme dans le programme précédent.
- ▶ Ne marche pas (forcément) avec les autres langages.
- ▶ **Durant cette UE** privilégiez la méthode classique.

 Partie I. Séquences et sucre syntaxique

 Partie II. Mutabilité des listes

 Partie III. Exceptions

 Partie IV. Lancer des exceptions

 Partie V. Gestion de la mémoire

 Partie VI. Table des matières

- ▶ En cas d'erreur dans un programme, Python lève une **exception**.

```
>>>
```

SHELL

- ▶ En cas d'erreur dans un programme, Python lève une **exception**.

```
>>> L = [6, 4, 7, 2, 1, 8]
```

SHELL

- ▶ En cas d'erreur dans un programme, Python lève une **exception**.

```
>>> L = [6, 4, 7, 2, 1, 8]  
>>>
```

SHELL

- ▶ En cas d'erreur dans un programme, Python lève une **exception**.

```
>>> L = [6, 4, 7, 2, 1, 8]
>>> L[6]
```

SHELL

- ▶ En cas d'erreur dans un programme, Python lève une **exception**.

SHELL

```
>>> L = [6, 4, 7, 2, 1, 8]
>>> L[6]
Traceback (most recent call last):
  File "<console>", line 1, in <module>
IndexError: list index out of range
>>>
```

- ▶ En cas d'erreur dans un programme, Python lève une **exception**.

SHELL

```
>>> L = [6, 4, 7, 2, 1, 8]
>>> L[6]
Traceback (most recent call last):
  File "<console>", line 1, in <module>
IndexError: list index out of range
>>> L.index(5)
```

- ▶ En cas d'erreur dans un programme, Python lève une **exception**.

SHELL

```
>>> L = [6, 4, 7, 2, 1, 8]
>>> L[6]
Traceback (most recent call last):
  File "<console>", line 1, in <module>
IndexError: list index out of range
>>> L.index(5)
Traceback (most recent call last):
  File "<console>", line 1, in <module>
ValueError: 5 is not in list
>>>
```

- ▶ En cas d'erreur dans un programme, Python lève une **exception**.

SHELL

```
>>> L = [6, 4, 7, 2, 1, 8]
>>> L[6]
Traceback (most recent call last):
  File "<console>", line 1, in <module>
IndexError: list index out of range
>>> L.index(5)
Traceback (most recent call last):
  File "<console>", line 1, in <module>
ValueError: 5 is not in list
>>> 2/0
```

- ▶ En cas d'erreur dans un programme, Python lève une **exception**.

SHELL

```
>>> L = [6, 4, 7, 2, 1, 8]
>>> L[6]
Traceback (most recent call last):
  File "<console>", line 1, in <module>
IndexError: list index out of range
>>> L.index(5)
Traceback (most recent call last):
  File "<console>", line 1, in <module>
ValueError: 5 is not in list
>>> 2/0
Traceback (most recent call last):
  File "<console>", line 1, in <module>
ZeroDivisionError: division by zero
```

- ▶ En cas d'erreur dans un programme, Python lève une **exception**.

SHELL

```
>>> L = [6, 4, 7, 2, 1, 8]
>>> L[6]
Traceback (most recent call last):
  File "<console>", line 1, in <module>
IndexError: list index out of range
>>> L.index(5)
Traceback (most recent call last):
  File "<console>", line 1, in <module>
ValueError: 5 is not in list
>>> 2/0
Traceback (most recent call last):
  File "<console>", line 1, in <module>
ZeroDivisionError: division by zero
```

- ▶ Il faut lire en détail les messages erreurs !

- ▶ En cas d'erreur dans un programme, Python lève une **exception**.

SHELL

```
>>> L = [6, 4, 7, 2, 1, 8]
>>> L[6]
Traceback (most recent call last):
  File "<console>", line 1, in <module>
IndexError: list index out of range
>>> L.index(5)
Traceback (most recent call last):
  File "<console>", line 1, in <module>
ValueError: 5 is not in list
>>> 2/0
Traceback (most recent call last):
  File "<console>", line 1, in <module>
ZeroDivisionError: division by zero
```

- ▶ Il faut lire en détail les messages erreurs !
- ▶ La cause de l'erreur y est souvent clairement indiquée.

```
1 def f(x):  
2     print("Début du calcul")  
3     a=g(x)  
4     print("Fin du calcul")  
5     return a+1  
6  
7 def g(x):  
8     return 3%x
```

SCRIPT

En cas d'erreur rencontrée :

- le programme s'**interrompt immédiatement**
- et affiche alors la **trace d'exécution**.

>>>

SHELL

```
1 def f(x):  
2     print("Début du calcul")  
3     a=g(x)  
4     print("Fin du calcul")  
5     return a+1  
6  
7 def g(x):  
8     return 3%x
```

SCRIPT

En cas d'erreur rencontrée :

- le programme s'**interrompt immédiatement**
- et affiche alors la **trace d'exécution**.

```
>>> f(0) # f définie dans le fichier toto.py
```

SHELL

```
1 def f(x):
2     print("Début du calcul")
3     a=g(x)
4     print("Fin du calcul")
5     return a+1
6
7 def g(x):
8     return 3%x
```

SCRIPT

En cas d'erreur rencontrée :

- le programme s'**interrompt immédiatement**
- et affiche alors la **trace d'exécution**.

```
>>> f(0) # f définie dans le fichier toto.py
Début du calcul
Traceback (most recent call last):
  File "<console>", line 1, in <module>
    f(0)
  File "toto.py", line 3, in f
    a=g(x)
    ~~~~
  File "toto.py", line 8, in g
    return 3%x
    ~~~
ZeroDivisionError: integer modulo by zero
```

SHELL

```
1 def f(x):  
2     print("Début du calcul")  
3     a=g(x)  
4     print("Fin du calcul")  
5     return a+1  
6  
7 def g(x):  
8     return 3%x
```

SCRIPT

En cas d'erreur rencontrée :

- le programme s'**interrompt immédiatement**
- et affiche alors la **trace d'exécution**.

```
>>> f(0) # f définie dans le fichier toto.py  
Début du calcul  
Traceback (most recent call last):  
  File "<console>", line 1, in <module>  
    f(0)  
  File "toto.py", line 3, in f  
    a=g(x)  
    ~~~~  
  File "toto.py", line 8, in g  
    return 3%x  
    ~~~  
ZeroDivisionError: integer modulo by zero
```

SHELL

- Ligne 3 du fichier `toto.py` : `f` a rencontré une erreur : `a=g(x)`

```
1 def f(x):  
2     print("Début du calcul")  
3     a=g(x)  
4     print("Fin du calcul")  
5     return a+1  
6  
7 def g(x):  
8     return 3%x
```

SCRIPT

En cas d'erreur rencontrée :

- le programme s'**interrompt immédiatement**
- et affiche alors la **trace d'exécution**.

```
>>> f(0) # f définie dans le fichier toto.py  
Début du calcul  
Traceback (most recent call last):  
  File "<console>", line 1, in <module>  
    f(0)  
  File "toto.py", line 3, in f  
    a=g(x)  
    ~~~~  
  File "toto.py", line 8, in g  
    return 3%x  
    ~~~  
ZeroDivisionError: integer modulo by zero
```

SHELL

- ▶ Ligne 3 du fichier **toto.py** : **f** a rencontré une erreur : **a=g(x)**
- ▶ Ligne 8 du fichier **toto.py** : **g** a rencontré une erreur : **return 3%x**

```
1 def f(x):
2     print("Début du calcul")
3     a=g(x)
4     print("Fin du calcul")
5     return a+1
6
7 def g(x):
8     return 3%x
```

SCRIPT

En cas d'erreur rencontrée :

- le programme s'**interrompt immédiatement**
- et affiche alors la **trace d'exécution**.

```
>>> f(0) # f définie dans le fichier toto.py
Début du calcul
Traceback (most recent call last):
  File "<console>", line 1, in <module>
    f(0)
  File "toto.py", line 3, in f
    a=g(x)
    ~~~~
  File "toto.py", line 8, in g
    return 3%x
    ~~~
ZeroDivisionError: integer modulo by zero
```

SHELL

- ▶ Ligne 3 du fichier **toto.py** : **f** a rencontré une erreur : **a=g(x)**
- ▶ Ligne 8 du fichier **toto.py** : **g** a rencontré une erreur : **return 3%x**
- ▶ L'erreur est une division par zéro.

- ▶ Les exceptions peuvent être dues :
 - ▶ à une erreur de programmation.
 - ▶ à un utilisateur qui rentre de mauvaises valeurs.

- ▶ Les exceptions peuvent être dues :
 - ▶ à une erreur de programmation.
 - ▶ à un utilisateur qui rentre de mauvaises valeurs.

```
def record(chrono):  
    if chrono < 9.58:  
        return True  
    else:  
        return False
```

SCRIPT

```
>>>
```

SHELL

- ▶ Les exceptions peuvent être dues :
 - ▶ à une erreur de programmation.
 - ▶ à un utilisateur qui rentre de mauvaises valeurs.

```
def record(chrono):  
    if chrono < 9.58:  
        return True  
    else:  
        return False
```

SCRIPT

```
>>> record('9s')
```

SHELL

- ▶ Les exceptions peuvent être dues :
 - ▶ à une erreur de programmation.
 - ▶ à un utilisateur qui rentre de mauvaises valeurs.

```
def record(chrono):  
    if chrono < 9.58:  
        return True  
    else:  
        return False
```

SCRIPT

```
>>> record('9s')
```

SHELL

```
Traceback (most recent call last):  
  File "<console>", line 1, in <module>  
  File "sprint.py", line 2, in record  
    if chrono < 9.58:  
      ~~~~~
```

```
TypeError: '<' not supported between  
instances of 'str' and 'float'
```

- ▶ Les exceptions peuvent être dues :
 - ▶ à une erreur de programmation.
 - ▶ à un utilisateur qui rentre de mauvaises valeurs.

```
def record(chrono):  
    if chrono < 9.58:  
        return True  
    else:  
        return False
```

SCRIPT

```
>>> record('9s')
```

SHELL

```
Traceback (most recent call last):  
  File "<console>", line 1, in <module>  
  File "sprint.py", line 2, in record  
    if chrono < 9.58:  
      ~~~~~
```

```
TypeError: '<' not supported between  
instances of 'str' and 'float'
```

- ▶ On peut vérifier le type :

```
def record2(chrono):  
    if type(chrono) == float:  
        return chrono < 9.58  
    else:  
        return False
```

SCRIPT

```
>>>
```

SHELL

- ▶ Les exceptions peuvent être dues :
 - ▶ à une erreur de programmation.
 - ▶ à un utilisateur qui rentre de mauvaises valeurs.

```
def record(chrono):  
    if chrono < 9.58:  
        return True  
    else:  
        return False
```

SCRIPT

```
>>> record('9s')
```

SHELL

```
Traceback (most recent call last):  
  File "<console>", line 1, in <module>  
  File "sprint.py", line 2, in record  
    if chrono < 9.58:  
      ~~~~~  
TypeError: '<' not supported between  
instances of 'str' and 'float'
```

- ▶ On peut vérifier le type :

```
def record2(chrono):  
    if type(chrono) == float:  
        return chrono < 9.58  
    else:  
        return False
```

SCRIPT

```
>>> record2(9.0)
```

SHELL

- ▶ Les exceptions peuvent être dues :
 - ▶ à une erreur de programmation.
 - ▶ à un utilisateur qui rentre de mauvaises valeurs.

```
def record(chrono):  
    if chrono < 9.58:  
        return True  
    else:  
        return False
```

SCRIPT

```
>>> record('9s')  
Traceback (most recent call last):  
  File "<console>", line 1, in <module>  
  File "sprint.py", line 2, in record  
    if chrono < 9.58:  
      ~~~~~  
TypeError: '<' not supported between  
instances of 'str' and 'float'
```

SHELL

- ▶ On peut vérifier le type :

```
def record2(chrono):  
    if type(chrono) == float:  
        return chrono < 9.58  
    else:  
        return False
```

SCRIPT

```
>>> record2(9.0)  
True  
>>>
```

SHELL

- ▶ Les exceptions peuvent être dues :
 - ▶ à une erreur de programmation.
 - ▶ à un utilisateur qui rentre de mauvaises valeurs.

```
def record(chrono):  
    if chrono < 9.58:  
        return True  
    else:  
        return False
```

SCRIPT

```
>>> record('9s')
```

SHELL

```
Traceback (most recent call last):  
  File "<console>", line 1, in <module>  
    File "sprint.py", line 2, in record  
      if chrono < 9.58:  
        ~~~~~  
TypeError: '<' not supported between  
instances of 'str' and 'float'
```

- ▶ On peut vérifier le type :

```
def record2(chrono):  
    if type(chrono) == float:  
        return chrono < 9.58  
    else:  
        return False
```

SCRIPT

```
>>> record2(9.0)  
True  
>>> record2(9)
```

SHELL

- ▶ Mais il est facile d'oublier des cas !

- ▶ Les exceptions peuvent être dues :
 - ▶ à une erreur de programmation.
 - ▶ à un utilisateur qui rentre de mauvaises valeurs.

```
def record(chrono):  
    if chrono < 9.58:  
        return True  
    else:  
        return False
```

SCRIPT

```
>>> record('9s')  
Traceback (most recent call last):  
  File "<console>", line 1, in <module>  
  File "sprint.py", line 2, in record  
    if chrono < 9.58:  
      ~~~~~  
TypeError: '<' not supported between  
instances of 'str' and 'float'
```

SHELL

- ▶ On peut vérifier le type :

```
def record2(chrono):  
    if type(chrono) == float:  
        return chrono < 9.58  
    else:  
        return False
```

SCRIPT

```
>>> record2(9.0)  
True  
>>> record2(9)  
False  
>>>
```

SHELL

- ▶ Mais il est facile d'oublier des cas !

- ▶ Les exceptions peuvent être dues :
 - ▶ à une erreur de programmation.
 - ▶ à un utilisateur qui rentre de mauvaises valeurs.

```
def record(chrono):  
    if chrono < 9.58:  
        return True  
    else:  
        return False
```

SCRIPT

```
>>> record('9s')
```

SHELL

```
Traceback (most recent call last):  
  File "<console>", line 1, in <module>  
  File "sprint.py", line 2, in record  
    if chrono < 9.58:  
      ~~~~~  
TypeError: '<' not supported between  
instances of 'str' and 'float'
```

- ▶ On peut vérifier le type :

```
def record2(chrono):  
    if type(chrono) == float:  
        return chrono < 9.58  
    else:  
        return False
```

SCRIPT

```
>>> record2(9.0)  
True  
>>> record2(9)  
False  
>>> type(9) == float
```

SHELL

- ▶ Mais il est facile d'oublier des cas !

- ▶ Les exceptions peuvent être dues :
 - ▶ à une erreur de programmation.
 - ▶ à un utilisateur qui rentre de mauvaises valeurs.

```
def record(chrono):
    if chrono < 9.58:
        return True
    else:
        return False
```

SCRIPT

```
>>> record('9s')
```

SHELL

```
Traceback (most recent call last):
  File "<console>", line 1, in <module>
  File "sprint.py", line 2, in record
    if chrono < 9.58:
    ~~~~~
TypeError: '<' not supported between
instances of 'str' and 'float'
```

- ▶ On peut vérifier le type :

```
def record2(chrono):
    if type(chrono) == float:
        return chrono < 9.58
    else:
        return False
```

SCRIPT

```
>>> record2(9.0)
True
>>> record2(9)
False
>>> type(9) == float
False
```

SHELL

- ▶ Mais il est facile d'oublier des cas !

- ▶ Pour éviter que notre programme se termine,

- ▶ Pour éviter que notre programme se termine,
 - ▶ On peut éviter les exceptions : cela peut rendre le code complexe et lourd

- ▶ Pour éviter que notre programme se termine,
 - ▶ On peut éviter les exceptions : cela peut rendre le code complexe et lourd
 - ▶ On peut les **rattraper** pour les traiter proprement.

- ▶ Pour éviter que notre programme se termine,
 - ▶ On peut éviter les exceptions : cela peut rendre le code complexe et lourd
 - ▶ On peut les **rattraper** pour les traiter proprement.

```
try:  
    instruction # Bloc try  
    instruction # Calcul qui peut  
    instruction # lever des exceptions  
except:  
    instruction # Bloc except : Exécute  
    instruction # seulement si une exception  
    instruction # a été levée dans le Bloc 1  
instruction # Suite du programme
```

SCRIPT

- ▶ Pour éviter que notre programme se termine,
 - ▶ On peut éviter les exceptions : cela peut rendre le code complexe et lourd
 - ▶ On peut les **rattraper** pour les traiter proprement.

SCRIPT

```
try:  
    instruction # Bloc try  
    instruction # Calcul qui peut  
    instruction # lever des exceptions  
except:  
    instruction # Bloc except : Exécute  
    instruction # seulement si une exception  
    instruction # a été levée dans le Bloc 1  
instruction # Suite du programme
```

- ▶ Dans un bloc **try**, on lance un code qui peut lever une exception.

- ▶ Pour éviter que notre programme se termine,
 - ▶ On peut éviter les exceptions : cela peut rendre le code complexe et lourd
 - ▶ On peut les **rattraper** pour les traiter proprement.

SCRIPT

```
try:  
    instruction # Bloc try  
    instruction # Calcul qui peut  
    instruction # lever des exceptions  
except:  
    instruction # Bloc except : Exécute  
    instruction # seulement si une exception  
    instruction # a été levée dans le Bloc 1  
instruction # Suite du programme
```

- ▶ Dans un bloc **try**, on lance un code qui peut lever une exception.
- ▶ Si aucune exception n'est levée, on passe à la suite du programme.

- ▶ Pour éviter que notre programme se termine,
 - ▶ On peut éviter les exceptions : cela peut rendre le code complexe et lourd
 - ▶ On peut les **rattraper** pour les traiter proprement.

```
try:  
    instruction # Bloc try  
    instruction # Calcul qui peut  
    instruction # lever des exceptions  
except:  
    instruction # Bloc except : Exécute  
    instruction # seulement si une exception  
    instruction # a été levée dans le Bloc 1  
instruction # Suite du programme
```

SCRIPT

- ▶ Dans un bloc **try**, on lance un code qui peut lever une exception.
- ▶ Si aucune exception n'est levée, on passe à la suite du programme.
- ▶ Si une exception est levée dans le bloc **try** :

- ▶ Pour éviter que notre programme se termine,
 - ▶ On peut éviter les exceptions : cela peut rendre le code complexe et lourd
 - ▶ On peut les **rattraper** pour les traiter proprement.

```
try:
    instruction # Bloc try
    instruction # Calcul qui peut
    instruction # lever des exceptions
except:
    instruction # Bloc except : Exécute
    instruction # seulement si une exception
    instruction # a été levée dans le Bloc 1
instruction # Suite du programme
```

SCRIPT

- ▶ Dans un bloc **try**, on lance un code qui peut lever une exception.
- ▶ Si aucune exception n'est levée, on passe à la suite du programme.
- ▶ Si une exception est levée dans le bloc **try** :
 - ▶ on interrompt le bloc **try** à partir de l'exception

- ▶ Pour éviter que notre programme se termine,
 - ▶ On peut éviter les exceptions : cela peut rendre le code complexe et lourd
 - ▶ On peut les **rattraper** pour les traiter proprement.

```
try:  
    instruction # Bloc try  
    instruction # Calcul qui peut  
    instruction # lever des exceptions  
except:  
    instruction # Bloc except : Exécute  
    instruction # seulement si une exception  
    instruction # a été levée dans le Bloc 1  
instruction # Suite du programme
```

SCRIPT

- ▶ Dans un bloc **try**, on lance un code qui peut lever une exception.
- ▶ Si aucune exception n'est levée, on passe à la suite du programme.
- ▶ Si une exception est levée dans le bloc **try** :
 - ▶ on interrompt le bloc **try** à partir de l'exception
 - ▶ on exécute le bloc **except**

- ▶ Pour éviter que notre programme se termine,
 - ▶ On peut éviter les exceptions : cela peut rendre le code complexe et lourd
 - ▶ On peut les **rattraper** pour les traiter proprement.

```
try:  
    instruction # Bloc try  
    instruction # Calcul qui peut  
    instruction # lever des exceptions  
except:  
    instruction # Bloc except : Exécute  
    instruction # seulement si une exception  
    instruction # a été levée dans le Bloc 1  
instruction # Suite du programme
```

SCRIPT

- ▶ Dans un bloc **try**, on lance un code qui peut lever une exception.
- ▶ Si aucune exception n'est levée, on passe à la suite du programme.
- ▶ Si une exception est levée dans le bloc **try** :
 - ▶ on interrompt le bloc **try** à partir de l'exception
 - ▶ on exécute le bloc **except**
 - ▶ on passe alors à la suite du programme

```
def record3(chrono):  
    try:  
        print('On essaie le calcul')  
        résultat = (chrono < 9.58)  
        print('Tout c'est bien passé :)')  
    except:  
        print('Au secours une erreur !!!')  
        résultat = False  
    return résultat
```

SCRIPT

- ▶ Si le test lève une exception, on considère que le record n'est pas battu.

```
>>>
```

SHELL

```
def record3(chrono):  
    try:  
        print('On essaie le calcul')  
        résultat = (chrono < 9.58)  
        print('Tout c'est bien passé :)')  
    except:  
        print('Au secours une erreur !!!')  
        résultat = False  
    return résultat
```

SCRIPT

- ▶ Si le test lève une exception, on considère que le record n'est pas battu.

```
>>> record3(9.6)
```

SHELL

```
def record3(chrono):  
    try:  
        print('On essaie le calcul')  
        résultat = (chrono < 9.58)  
        print('Tout c'est bien passé :)')  
    except:  
        print('Au secours une erreur !!!')  
        résultat = False  
    return résultat
```

SCRIPT

- ▶ Si le test lève une exception, on considère que le record n'est pas battu.

```
>>> record3(9.6)  
On essaie le calcul  
Tout c'est bien passé :)  
False  
>>>
```

SHELL

SCRIPT

```
def record3(chrono):  
    try:  
        print('On essaie le calcul')  
        résultat = (chrono < 9.58)  
        print('Tout c'est bien passé :)')  
    except:  
        print('Au secours une erreur !!!')  
        résultat = False  
    return résultat
```

- ▶ Si le test lève une exception, on considère que le record n'est pas battu.

SHELL

```
>>> record3(9.6)  
On essaie le calcul  
Tout c'est bien passé :)  
False  
>>> record3(9)
```

```
def record3(chrono):  
    try:  
        print('On essaie le calcul')  
        résultat = (chrono < 9.58)  
        print('Tout c'est bien passé :)')  
    except:  
        print('Au secours une erreur !!!')  
        résultat = False  
    return résultat
```

SCRIPT

- ▶ Si le test lève une exception, on considère que le record n'est pas battu.

```
>>> record3(9.6)  
On essaie le calcul  
Tout c'est bien passé :)  
False  
>>> record3(9)  
On essaie le calcul  
Tout c'est bien passé :)  
True  
>>>
```

SHELL

```
def record3(chrono):  
    try:  
        print('On essaie le calcul')  
        résultat = (chrono < 9.58)  
        print('Tout c'est bien passé :)')  
    except:  
        print('Au secours une erreur !!!')  
        résultat = False  
    return résultat
```

SCRIPT

- ▶ Si le test lève une exception, on considère que le record n'est pas battu.

```
>>> record3(9.6)  
On essaie le calcul  
Tout c'est bien passé :)  
False  
>>> record3(9)  
On essaie le calcul  
Tout c'est bien passé :)  
True  
>>> record3('huit secondes et des poussières')
```

SHELL

```
def record3(chrono):  
    try:  
        print('On essaie le calcul')  
        résultat = (chrono < 9.58)  
        print('Tout c'est bien passé :)')  
    except:  
        print('Au secours une erreur !!!')  
        résultat = False  
    return résultat
```

SCRIPT

- ▶ Si le test lève une exception, on considère que le record n'est pas battu.

```
>>> record3(9.6)  
On essaie le calcul  
Tout c'est bien passé :)  
False  
>>> record3(9)  
On essaie le calcul  
Tout c'est bien passé :)  
True  
>>> record3('huit secondes et des poussières')  
On essaie le calcul  
Au secours une erreur !!!  
False
```

SHELL

- ▶ On cherche à écrire une fonction `recherche(x, seq)` :
 - ▶ qui renvoie l'indice `x` dans la séquence `seq`.
 - ▶ qui renvoie `-1` si l'élément n'est pas dans `seq`.

- ▶ On cherche à écrire une fonction recherche(`x`, `seq`) :
 - ▶ qui renvoie l'indice `x` dans la séquence `seq`.
 - ▶ qui renvoie `-1` si l'élément n'est pas dans `seq`.
 - ▶ cf. cours 3 page 25 (**position**).

- ▶ On cherche à écrire une fonction recherche (`x, seq`) :
 - ▶ qui renvoie l'indice `x` dans la séquence `seq`.
 - ▶ qui renvoie `-1` si l'élément n'est pas dans `seq`.
 - ▶ cf. cours 3 page 25 (**position**).

- ▶ Il existe une méthode `index`, mais elle **lève une exception** en cas d'échec.

```
>>>
```

```
SHELL
```

- ▶ On cherche à écrire une fonction recherche(`x`, `seq`) :
 - ▶ qui renvoie l'indice `x` dans la séquence `seq`.
 - ▶ qui renvoie `-1` si l'élément n'est pas dans `seq`.
 - ▶ cf. cours 3 page 25 (**position**).

- ▶ Il existe une méthode `index`, mais elle **lève une exception** en cas d'échec.

```
>>> ['a', 'b', 'c', 'b', 'c'].index('c')
```

SHELL

- ▶ On cherche à écrire une fonction recherche(`x`, `seq`) :
 - ▶ qui renvoie l'indice `x` dans la séquence `seq`.
 - ▶ qui renvoie `-1` si l'élément n'est pas dans `seq`.
 - ▶ cf. cours 3 page 25 (**position**).

- ▶ Il existe une méthode `index`, mais elle **lève une exception** en cas d'échec.

```
>>> ['a', 'b', 'c', 'b', 'c'].index('c')  
2  
>>>
```

SHELL

- ▶ On cherche à écrire une fonction recherche(`x`, `seq`) :
 - ▶ qui renvoie l'indice `x` dans la séquence `seq`.
 - ▶ qui renvoie `-1` si l'élément n'est pas dans `seq`.
 - ▶ cf. cours 3 page 25 (**position**).

- ▶ Il existe une méthode `index`, mais elle **lève une exception** en cas d'échec.

```
>>> ['a', 'b', 'c', 'b', 'c'].index('c')  
2  
>>> ['a', 'b', 'c', 'b', 'c'].index('d')
```

SHELL

- ▶ On cherche à écrire une fonction recherche(x, seq) :
 - ▶ qui renvoie l'indice x dans la séquence seq.
 - ▶ qui renvoie -1 si l'élément n'est pas dans seq.
 - ▶ cf. cours 3 page 25 (position).

- ▶ Il existe une méthode index, mais elle lève une exception en cas d'échec.

```
>>> ['a', 'b', 'c', 'b', 'c'].index('c')
2
>>> ['a', 'b', 'c', 'b', 'c'].index('d')
Traceback (most recent call last):
  File "<console>", line 1, in <module>
ValueError: 'd' is not in list
```

SHELL

- ▶ On cherche à écrire une fonction recherche(x, seq) :
 - ▶ qui renvoie l'indice x dans la séquence seq.
 - ▶ qui renvoie -1 si l'élément n'est pas dans seq.
 - ▶ cf. cours 3 page 25 (**position**).
- ▶ Il existe une méthode index, mais elle **lève une exception** en cas d'échec.

```
>>> ['a', 'b', 'c', 'b', 'c'].index('c')
2
>>> ['a', 'b', 'c', 'b', 'c'].index('d')
Traceback (most recent call last):
  File "<console>", line 1, in <module>
ValueError: 'd' is not in list
```

SHELL

- ▶ On va transformer cette « erreur » en -1 en capturant l'exception.

- ▶ On va utiliser la méthode `index`...

- ▶ On va utiliser la méthode `index`...
- ▶ ... et lorsqu'elle lance une exception...

- ▶ On va utiliser la méthode `index`...
- ▶ ... et lorsqu'elle lance une exception...
 - ▶ on la rattrape au vol!
 - ▶ et on renvoie `-1`

- ▶ On va utiliser la méthode `index`...
- ▶ ... et lorsqu'elle lance une exception...
 - ▶ on la rattrape au vol!
 - ▶ et on renvoie `-1`

```
def recherche(x, seq):  
    try:  
        res = seq.index(x)  
        # Pas d'erreur ? On continue.  
        return res  
    except:  
        # Une erreur ? On exécute ce bloc.  
        return -1
```

SCRIPT

- ▶ On va utiliser la méthode `index`...
- ▶ ... et lorsqu'elle lance une exception...
 - ▶ on la rattrape au vol!
 - ▶ et on renvoie `-1`

```
def recherche(x, seq):  
    try:  
        res = seq.index(x)  
        # Pas d'erreur ? On continue.  
        return res  
    except:  
        # Une erreur ? On exécute ce bloc.  
        return -1
```

SCRIPT

- ▶ Et cela fonctionne avec les chaînes, les listes et les tuples.

```
>>>
```

SHELL

- ▶ On va utiliser la méthode `index`...
- ▶ ... et lorsqu'elle lance une exception...
 - ▶ on la rattrape au vol!
 - ▶ et on renvoie `-1`

```
def recherche(x, seq):  
    try:  
        res = seq.index(x)  
        # Pas d'erreur ? On continue.  
        return res  
    except:  
        # Une erreur ? On exécute ce bloc.  
        return -1
```

SCRIPT

- ▶ Et cela fonctionne avec les chaînes, les listes et les tuples.

```
>>> L=['a', 'b', 'c', 'b', 'c'] ; T=(1,2,3)
```

SHELL

- ▶ On va utiliser la méthode `index`...
- ▶ ... et lorsqu'elle lance une exception...
 - ▶ on la rattrape au vol!
 - ▶ et on renvoie `-1`

```
def recherche(x, seq):  
    try:  
        res = seq.index(x)  
        # Pas d'erreur ? On continue.  
        return res  
    except:  
        # Une erreur ? On exécute ce bloc.  
        return -1
```

SCRIPT

- ▶ Et cela fonctionne avec les chaînes, les listes et les tuples.

```
>>> L=['a', 'b', 'c', 'b', 'c'] ; T=(1,2,3)  
>>>
```

SHELL

- ▶ On va utiliser la méthode `index`...
- ▶ ... et lorsqu'elle lance une exception...
 - ▶ on la rattrape au vol!
 - ▶ et on renvoie `-1`

```
def recherche(x, seq):  
    try:  
        res = seq.index(x)  
        # Pas d'erreur ? On continue.  
        return res  
    except:  
        # Une erreur ? On exécute ce bloc.  
        return -1
```

SCRIPT

- ▶ Et cela fonctionne avec les chaînes, les listes et les tuples.

```
>>> L=['a', 'b', 'c', 'b', 'c'] ; T=(1,2,3)  
>>> recherche('c',L)
```

SHELL

- ▶ On va utiliser la méthode `index`...
- ▶ ... et lorsqu'elle lance une exception...
 - ▶ on la rattrape au vol!
 - ▶ et on renvoie `-1`

```
def recherche(x, seq):  
    try:  
        res = seq.index(x)  
        # Pas d'erreur ? On continue.  
        return res  
    except:  
        # Une erreur ? On exécute ce bloc.  
        return -1
```

SCRIPT

- ▶ Et cela fonctionne avec les chaînes, les listes et les tuples.

```
>>> L=['a', 'b', 'c', 'b', 'c'] ; T=(1,2,3)  
>>> recherche('c',L)  
2  
>>>
```

SHELL

- ▶ On va utiliser la méthode `index`...
- ▶ ... et lorsqu'elle lance une exception...
 - ▶ on la rattrape au vol!
 - ▶ et on renvoie `-1`

```
def recherche(x, seq):  
    try:  
        res = seq.index(x)  
        # Pas d'erreur ? On continue.  
        return res  
    except:  
        # Une erreur ? On exécute ce bloc.  
        return -1
```

SCRIPT

- ▶ Et cela fonctionne avec les chaînes, les listes et les tuples.

```
>>> L=['a', 'b', 'c', 'b', 'c'] ; T=(1,2,3)  
>>> recherche('c',L)  
2  
>>> recherche(4,T)
```

SHELL

- ▶ On va utiliser la méthode `index`...
- ▶ ... et lorsqu'elle lance une exception...
 - ▶ on la rattrape au vol!
 - ▶ et on renvoie `-1`

```
def recherche(x, seq):  
    try:  
        res = seq.index(x)  
        # Pas d'erreur ? On continue.  
        return res  
    except:  
        # Une erreur ? On exécute ce bloc.  
        return -1
```

SCRIPT

- ▶ Et cela fonctionne avec les chaînes, les listes et les tuples.

```
>>> L=['a', 'b', 'c', 'b', 'c'] ; T=(1,2,3)  
>>> recherche('c',L)  
2  
>>> recherche(4,T)  
-1
```

SHELL

- ▶ On veut calculer la moyenne d'une liste de note moyenne(L).

```
def moyenne(L):  
    return sum(L) / len(L) # vous devez savoir écrire sum(...) !
```

SCRIPT

- ▶ On veut calculer la moyenne d'une liste de note moyenne (L).

```
def moyenne(L):  
    return sum(L) / len(L) # vous devez savoir écrire sum(...) !
```

SCRIPT

- ▶ Si la liste est vide, on renvoie "ABI" (*absence injustifiée*).
 - ▶ on va rattraper l'erreur de la division par zéro **et seulement celle-ci**

- ▶ On veut calculer la moyenne d'une liste de note moyenne (L).

```
def moyenne(L):  
    return sum(L) / len(L) # vous devez savoir écrire sum(...) !
```

SCRIPT

- ▶ Si la liste est vide, on renvoie "ABI" (*absence injustifiée*).
 - ▶ on va rattraper l'erreur de la division par zéro **et seulement celle-ci**

```
def moyenne(L):  
    try:  
        return sum(L) / len(L)  
    except ZeroDivisionError:  
        return "ABI"
```

SCRIPT

>>>

SHELL

- ▶ On veut calculer la moyenne d'une liste de note moyenne (L).

```
def moyenne(L):  
    return sum(L) / len(L) # vous devez savoir écrire sum(...) !
```

SCRIPT

- ▶ Si la liste est vide, on renvoie "ABI" (*absence injustifiée*).
 - ▶ on va rattraper l'erreur de la division par zéro **et seulement celle-ci**

```
def moyenne(L):  
    try:  
        return sum(L) / len(L)  
    except ZeroDivisionError:  
        return "ABI"
```

SCRIPT

```
>>> moyenne([19,15,17])
```

SHELL

- ▶ On veut calculer la moyenne d'une liste de note moyenne (L).

```
def moyenne(L):  
    return sum(L) / len(L) # vous devez savoir écrire sum(...) !
```

SCRIPT

- ▶ Si la liste est vide, on renvoie "ABI" (*absence injustifiée*).
 - ▶ on va rattraper l'erreur de la division par zéro **et seulement celle-ci**

```
def moyenne(L):  
    try:  
        return sum(L) / len(L)  
    except ZeroDivisionError:  
        return "ABI"
```

SCRIPT

```
>>> moyenne([19,15,17])  
17.0  
>>>
```

SHELL

- ▶ On veut calculer la moyenne d'une liste de note moyenne (L).

```
def moyenne(L):  
    return sum(L) / len(L) # vous devez savoir écrire sum(...) !
```

SCRIPT

- ▶ Si la liste est vide, on renvoie "ABI" (*absence injustifiée*).
 - ▶ on va rattraper l'erreur de la division par zéro **et seulement celle-ci**

```
def moyenne(L):  
    try:  
        return sum(L) / len(L)  
    except ZeroDivisionError:  
        return "ABI"
```

SCRIPT

```
>>> moyenne([19,15,17])  
17.0  
>>> moyenne([])
```

SHELL

- ▶ On veut calculer la moyenne d'une liste de note moyenne (L).

```
def moyenne(L):  
    return sum(L) / len(L) # vous devez savoir écrire sum(...) !
```

SCRIPT

- ▶ Si la liste est vide, on renvoie "ABI" (*absence injustifiée*).
 - ▶ on va rattraper l'erreur de la division par zéro **et seulement celle-ci**

```
def moyenne(L):  
    try:  
        return sum(L) / len(L)  
    except ZeroDivisionError:  
        return "ABI"
```

SCRIPT

```
>>> moyenne([19,15,17])  
17.0  
>>> moyenne([])  
'ABI'  
>>>
```

SHELL

- ▶ On veut calculer la moyenne d'une liste de note moyenne (L).

```
def moyenne(L):  
    return sum(L) / len(L) # vous devez savoir écrire sum(...) !
```

SCRIPT

- ▶ Si la liste est vide, on renvoie "ABI" (*absence injustifiée*).
 - ▶ on va rattraper l'erreur de la division par zéro **et seulement celle-ci**

```
def moyenne(L):  
    try:  
        return sum(L) / len(L)  
    except ZeroDivisionError:  
        return "ABI"
```

SCRIPT

```
>>> moyenne([19,15,17])  
17.0  
>>> moyenne([])  
'ABI'  
>>> moyenne(12)
```

SHELL

- ▶ On veut calculer la moyenne d'une liste de note moyenne (L).

```
def moyenne(L):  
    return sum(L) / len(L) # vous devez savoir écrire sum(...) !
```

SCRIPT

- ▶ Si la liste est vide, on renvoie "ABI" (absence injustifiée).
 - ▶ on va rattraper l'erreur de la division par zéro et seulement celle-ci

```
def moyenne(L):  
    try:  
        return sum(L) / len(L)  
    except ZeroDivisionError:  
        return "ABI"
```

SCRIPT

```
>>> moyenne([19,15,17])  
17.0  
>>> moyenne([])  
'ABI'  
>>> moyenne(12)  
Traceback (most recent call last):  
  File "<console>", line 1, in <module>  
  File "<console>", line 3, in moyenne  
TypeError: 'int' object is not iterable
```

SHELL

- ▶ La méthode `isdigit` ne fonctionne qu'avec les entiers.

```
>>> '1987'.isdigit()
```

SHELL

- ▶ La méthode `isdigit` ne fonctionne qu'avec les entiers.

```
>>> '1987'.isdigit()
True
>>>
```

SHELL

- ▶ La méthode `isdigit` ne fonctionne qu'avec les entiers.

```
>>> '1987'.isdigit()
True
>>> 'MCMLXXXVII'.isdigit()
```

SHELL

- ▶ La méthode `isdigit` ne fonctionne qu'avec les entiers.

```
>>> '1987'.isdigit()
True
>>> 'MCMLXXXVII'.isdigit()
False
>>>
```

SHELL

- ▶ La méthode `isdigit` ne fonctionne qu'avec les entiers.

```
>>> '1987'.isdigit()
True
>>> 'MCMLXXXVII'.isdigit()
False
>>> '6.55957'.isdigit()
```

SHELL

- ▶ La méthode `isdigit` ne fonctionne qu'avec les entiers.

```
>>> '1987'.isdigit()
True
>>> 'MCMLXXXVII'.isdigit()
False
>>> '6.55957'.isdigit()
False
```

```
>>>
```

```
SHELL
```

- ▶ La méthode `isdigit` ne fonctionne qu'avec les entiers.
- ▶ Astuce : on essaie de convertir une chaîne avec `float`

```
>>> '1987'.isdigit()
True
>>> 'MCMLXXXVII'.isdigit()
False
>>> '6.55957'.isdigit()
False
```

SHELL

```
>>> float('6.55957')
```

SHELL

- ▶ La méthode `isdigit` ne fonctionne qu'avec les entiers.
- ▶ Astuce : on essaie de convertir une chaîne avec `float`
 - ▶ si ça marche, c'est que c'était possible...

```
>>> '1987'.isdigit()
True
>>> 'MCMLXXXVII'.isdigit()
False
>>> '6.55957'.isdigit()
False
```

SHELL

```
>>> float('6.55957')
6.55957
>>>
```

SHELL

- ▶ La méthode `isdigit` ne fonctionne qu'avec les entiers.
- ▶ Astuce : on essaie de convertir une chaîne avec `float`
 - ▶ si ça marche, c'est que c'était possible...

```
>>> '1987'.isdigit()
True
>>> 'MCMLXXXVII'.isdigit()
False
>>> '6.55957'.isdigit()
False
```

SHELL

```
>>> float('6.55957')
6.55957
>>> float('MCMLXXXVII')
```

SHELL

- ▶ La méthode `isdigit` ne fonctionne qu'avec les entiers.
- ▶ Astuce : on essaie de convertir une chaîne avec `float`
 - ▶ si ça marche, c'est que c'était possible...
 - ▶ sinon, c'est visiblement autre chose qu'un nombre flottant !

```
>>> '1987'.isdigit()
True
>>> 'MCMLXXXVII'.isdigit()
False
>>> '6.55957'.isdigit()
False
```

SHELL

```
>>> float('6.55957')
6.55957
>>> float('MCMLXXXVII')
Traceback (most recent call last):
  File "<console>", line 1, in <module>
ValueError: could not convert string
to float: 'MCMLXXXVII'
```

SHELL

- ▶ La méthode `isdigit` ne fonctionne qu'avec les entiers.
- ▶ Astuce : on essaie de convertir une chaîne avec `float`
 - ▶ si ça marche, c'est que c'était possible...
 - ▶ sinon, c'est visiblement autre chose qu'un nombre flottant !

```
>>> '1987'.isdigit()
True
>>> 'MCMLXXXVII'.isdigit()
False
>>> '6.55957'.isdigit()
False
```

SHELL

```
>>> float('6.55957')
6.55957
>>> float('MCMLXXXVII')
Traceback (most recent call last):
  File "<console>", line 1, in <module>
ValueError: could not convert string
to float: 'MCMLXXXVII'
```

SHELL

```
def est_nombre(s):
    try:
        float(s)
        return True
    except ValueError:
        return False
```

SCRIPT

>>>

SHELL

- ▶ La méthode `isdigit` ne fonctionne qu'avec les entiers.
- ▶ Astuce : on essaie de convertir une chaîne avec `float`
 - ▶ si ça marche, c'est que c'était possible...
 - ▶ sinon, c'est visiblement autre chose qu'un nombre flottant !

```
>>> '1987'.isdigit()
True
>>> 'MCMLXXXVII'.isdigit()
False
>>> '6.55957'.isdigit()
False
```

SHELL

```
>>> float('6.55957')
6.55957
>>> float('MCMLXXXVII')
Traceback (most recent call last):
  File "<console>", line 1, in <module>
ValueError: could not convert string
to float: 'MCMLXXXVII'
```

SHELL

```
def est_nombre(s):
    try:
        float(s)
        return True
    except ValueError:
        return False
```

SCRIPT

```
>>> est_nombre('1987')
```

SHELL

- ▶ La méthode `isdigit` ne fonctionne qu'avec les entiers.
- ▶ Astuce : on essaie de convertir une chaîne avec `float`
 - ▶ si ça marche, c'est que c'était possible...
 - ▶ sinon, c'est visiblement autre chose qu'un nombre flottant !

```
>>> '1987'.isdigit()
True
>>> 'MCMLXXXVII'.isdigit()
False
>>> '6.55957'.isdigit()
False
```

SHELL

```
>>> float('6.55957')
6.55957
>>> float('MCMLXXXVII')
Traceback (most recent call last):
  File "<console>", line 1, in <module>
ValueError: could not convert string
to float: 'MCMLXXXVII'
```

SHELL

```
def est_nombre(s):
    try:
        float(s)
        return True
    except ValueError:
        return False
```

SCRIPT

```
>>> est_nombre('1987')
True
>>>
```

SHELL

- ▶ La méthode `isdigit` ne fonctionne qu'avec les entiers.
- ▶ Astuce : on essaie de convertir une chaîne avec `float`
 - ▶ si ça marche, c'est que c'était possible...
 - ▶ sinon, c'est visiblement autre chose qu'un nombre flottant !

```
>>> '1987'.isdigit()
True
>>> 'MCMLXXXVII'.isdigit()
False
>>> '6.55957'.isdigit()
False
```

SHELL

```
>>> float('6.55957')
6.55957
>>> float('MCMLXXXVII')
Traceback (most recent call last):
  File "<console>", line 1, in <module>
ValueError: could not convert string
to float: 'MCMLXXXVII'
```

SHELL

```
def est_nombre(s):
    try:
        float(s)
        return True
    except ValueError:
        return False
```

SCRIPT

```
>>> est_nombre('1987')
True
>>> est_nombre('6.55957')
```

SHELL

- ▶ La méthode `isdigit` ne fonctionne qu'avec les entiers.
- ▶ Astuce : on essaie de convertir une chaîne avec `float`
 - ▶ si ça marche, c'est que c'était possible...
 - ▶ sinon, c'est visiblement autre chose qu'un nombre flottant !

```
>>> '1987'.isdigit()
True
>>> 'MCMLXXXVII'.isdigit()
False
>>> '6.55957'.isdigit()
False
```

SHELL

```
>>> float('6.55957')
6.55957
>>> float('MCMLXXXVII')
Traceback (most recent call last):
  File "<console>", line 1, in <module>
ValueError: could not convert string
to float: 'MCMLXXXVII'
```

SHELL

```
def est_nombre(s):
    try:
        float(s)
        return True
    except ValueError:
        return False
```

SCRIPT

```
>>> est_nombre('1987')
True
>>> est_nombre('6.55957')
True
>>>
```

SHELL

- ▶ La méthode `isdigit` ne fonctionne qu'avec les entiers.
- ▶ Astuce : on essaie de convertir une chaîne avec `float`
 - ▶ si ça marche, c'est que c'était possible...
 - ▶ sinon, c'est visiblement autre chose qu'un nombre flottant !

```
>>> '1987'.isdigit()
True
>>> 'MCMLXXXVII'.isdigit()
False
>>> '6.55957'.isdigit()
False
```

SHELL

```
>>> float('6.55957')
6.55957
>>> float('MCMLXXXVII')
Traceback (most recent call last):
  File "<console>", line 1, in <module>
ValueError: could not convert string
to float: 'MCMLXXXVII'
```

SHELL

```
def est_nombre(s):
    try:
        float(s)
        return True
    except ValueError:
        return False
```

SCRIPT

```
>>> est_nombre('1987')
True
>>> est_nombre('6.55957')
True
>>> est_nombre('MCMLXXXVII')
```

SHELL

- ▶ La méthode `isdigit` ne fonctionne qu'avec les entiers.
- ▶ Astuce : on essaie de convertir une chaîne avec `float`
 - ▶ si ça marche, c'est que c'était possible...
 - ▶ sinon, c'est visiblement autre chose qu'un nombre flottant !

```
>>> '1987'.isdigit()
True
>>> 'MCMLXXXVII'.isdigit()
False
>>> '6.55957'.isdigit()
False
```

SHELL

```
>>> float('6.55957')
6.55957
>>> float('MCMLXXXVII')
Traceback (most recent call last):
  File "<console>", line 1, in <module>
ValueError: could not convert string
to float: 'MCMLXXXVII'
```

SHELL

```
def est_nombre(s):
    try:
        float(s)
        return True
    except ValueError:
        return False
```

SCRIPT

```
>>> est_nombre('1987')
True
>>> est_nombre('6.55957')
True
>>> est_nombre('MCMLXXXVII')
False
```

SHELL

 Partie I. Séquences et sucre syntaxique

 Partie II. Mutabilité des listes

 Partie III. Exceptions

 Partie IV. Lancer des exceptions

 Partie V. Gestion de la mémoire

 Partie VI. Table des matières

- ▶ S'il y a trop peu d'erreurs dans votre code, **vous pouvez en ajouter !**

- ▶ S'il y a trop peu d'erreurs dans votre code, **vous pouvez en ajouter!**
 - C'est une bonne pratique!
 - On ne cache pas d'erreurs mais on en informe l'utilisateur
 - Code plus court et lisible (on ne se préoccupe pas d'arguments non conformes)

- ▶ S'il y a trop peu d'erreurs dans votre code, **vous pouvez en ajouter!**
 - C'est une bonne pratique!
 - On ne cache pas d'erreurs mais on en informe l'utilisateur
 - Code plus court et lisible (on ne se préoccupe pas d'arguments non conformes)
- ▶ Conseil pour incarner la Zénitude!
 - L'explicite est mieux que l'implicite [...]
 - Les erreurs ne doivent jamais être passées sous silence, sauf de manière explicite

- ▶ S'il y a trop peu d'erreurs dans votre code, **vous pouvez en ajouter !**
 - C'est une bonne pratique !
 - On ne cache pas d'erreurs mais on en informe l'utilisateur
 - Code plus court et lisible (on ne se préoccupe pas d'arguments non conformes)
- ▶ Conseil pour incarner la Zénitude !
 - L'explicite est mieux que l'implicite [...]
 - Les erreurs ne doivent jamais être passées sous silence, sauf de manière explicite
- ▶ **assert** : **vérifie une propriété et lève une erreur en cas de non-respect.**

- ▶ S'il y a trop peu d'erreurs dans votre code, **vous pouvez en ajouter!**
 - C'est une bonne pratique!
 - On ne cache pas d'erreurs mais on en informe l'utilisateur
 - Code plus court et lisible (on ne se préoccupe pas d'arguments non conformes)
- ▶ Conseil pour incarner la Zénitude!
 - L'explicite est mieux que l'implicite [...]
 - Les erreurs ne doivent jamais être passées sous silence, sauf de manière explicite
- ▶ **assert** : **vérifie une propriété et lève une erreur en cas de non-respect.**

```
# assert
# On impose L non vide
def moyenne(L):
    assert L != []
    return sum(L)/len(L)
```

SCRIPT

>>>

SHELL

- ▶ S'il y a trop peu d'erreurs dans votre code, **vous pouvez en ajouter!**
 - C'est une bonne pratique!
 - On ne cache pas d'erreurs mais on en informe l'utilisateur
 - Code plus court et lisible (on ne se préoccupe pas d'arguments non conformes)
- ▶ Conseil pour incarner la Zénitude!
 - L'explicite est mieux que l'implicite [...]
 - Les erreurs ne doivent jamais être passées sous silence, sauf de manière explicite
- ▶ **assert** : **vérifie une propriété et lève une erreur en cas de non-respect.**

```
# assert
# On impose L non vide
def moyenne(L):
    assert L != []
    return sum(L)/len(L)
```

SCRIPT

```
>>> moyenne([])
```

SHELL

- ▶ S'il y a trop peu d'erreurs dans votre code, **vous pouvez en ajouter!**
 - C'est une bonne pratique!
 - On ne cache pas d'erreurs mais on en informe l'utilisateur
 - Code plus court et lisible (on ne se préoccupe pas d'arguments non conformes)
- ▶ Conseil pour incarner la Zénitude!
 - L'explicite est mieux que l'implicite [...]
 - Les erreurs ne doivent jamais être passées sous silence, sauf de manière explicite
- ▶ **assert** : **vérifie une propriété et lève une erreur en cas de non-respect.**

```
# assert
# On impose L non vide
def moyenne(L):
    assert L != []
    return sum(L)/len(L)
```

SCRIPT

```
>>> moyenne([])
Traceback (most recent call last):
  File "<console>", line 1, in <module>
  File "<console>", line 2, in moyenne
AssertionError
```

SHELL

- ▶ S'il y a trop peu d'erreurs dans votre code, **vous pouvez en ajouter!**
 - C'est une bonne pratique!
 - On ne cache pas d'erreurs mais on en informe l'utilisateur
 - Code plus court et lisible (on ne se préoccupe pas d'arguments non conformes)
- ▶ Conseil pour incarner la Zénitude!
 - L'explicite est mieux que l'implicite [...]
 - Les erreurs ne doivent jamais être passées sous silence, sauf de manière explicite
- ▶ **assert** : vérifie une propriété et lève une erreur en cas de non-respect.

```
# assert
# On impose L non vide
def moyenne(L):
    assert L != []
    return sum(L)/len(L)
```

SCRIPT

```
>>> moyenne([])
Traceback (most recent call last):
  File "<console>", line 1, in <module>
  File "<console>", line 2, in moyenne
AssertionError
```

SHELL

- ▶ Rapide à mettre en place
- ▶ Permet d'être explicite sur ce qu'attend le programme.

- ▶ S'il y a trop peu d'erreurs dans votre code, **vous pouvez en ajouter !**
 - C'est une bonne pratique !
 - On ne cache pas d'erreurs mais on en informe l'utilisateur
 - Code plus court et lisible (on ne se préoccupe pas d'arguments non conformes)
- ▶ Conseil pour incarner la Zénitude !
 - L'explicite est mieux que l'implicite [...]
 - Les erreurs ne doivent jamais être passées sous silence, sauf de manière explicite
- ▶ **assert** : **vérifie une propriété et lève une erreur en cas de non-respect.**

```
# assert
# On impose L non vide
def moyenne(L):
    assert L != []
    return sum(L)/len(L)
```

SCRIPT

```
>>> moyenne([])
Traceback (most recent call last):
  File "<console>", line 1, in <module>
  File "<console>", line 2, in moyenne
AssertionError
```

SHELL

- ▶ Rapide à mettre en place
- ▶ Permet d'être explicite sur ce qu'attend le programme.
- ▶ Message d'erreur un peu vague.

>>>

SHELL

```
>>> import this
```

SHELL

SHELL

```
>>> import this
```

```
The Zen of Python, by Tim Peters
```

```
Beautiful is better than ugly.  
Explicit is better than implicit.  
Simple is better than complex.  
Complex is better than complicated.  
Flat is better than nested.  
Sparse is better than dense.  
Readability counts.  
Special cases aren't special enough to break the rules.  
Although practicality beats purity.  
Errors should never pass silently.  
Unless explicitly silenced.  
In the face of ambiguity, refuse the temptation to guess.  
There should be one-- and preferably only one --obvious way to do it.  
Although that way may not be obvious at first unless you're Dutch.  
Now is better than never.  
Although never is often better than *right* now.  
If the implementation is hard to explain, it's a bad idea.  
If the implementation is easy to explain, it may be a good idea.  
Namespaces are one honking great idea -- let's do more of those!
```

SCRIPT

```
def f(L):  
    """ f(L) renvoie un couple (n,b)  
    n est la taille de L, b vaut True si n est pair """  
    pair=True  
    for i in range(len(L)):  
        pair=not(pair)  
    return (i+1,pair)  
  
assert f([2,3,4]) == (3,False) # 3 éléments : impair  
assert f([2,3,4,6]) == (4,True) # 4 éléments : pair  
assert f([]) == (0,True) # 0 élément : pair
```

SCRIPT

```
def f(L):  
    """ f(L) renvoie un couple (n,b)  
    n est la taille de L, b vaut True si n est pair """  
    pair=True  
    for i in range(len(L)):  
        pair=not(pair)  
    return (i+1,pair)  
  
assert f([2,3,4]) == (3,False) # 3 éléments : impair  
assert f([2,3,4,6]) == (4,True) # 4 éléments : pair  
assert f([]) == (0,True) # 0 élément : pair
```

- ▶ si un test est valide, il ne se passe rien.
- ▶ sinon il y a une exception

SCRIPT

```
def f(L):
    """ f(L) renvoie un couple (n,b)
    n est la taille de L, b vaut True si n est pair """
    pair=True
    for i in range(len(L)):
        pair=not(pair)
    return (i+1,pair)

assert f([2,3,4]) == (3,False) # 3 éléments : impair
assert f([2,3,4,6]) == (4,True) # 4 éléments : pair
assert f([]) == (0,True) # 0 élément : pair
```

- ▶ si un test est valide, il ne se passe rien.
- ▶ sinon il y a une exception

SHELL

```
Traceback (most recent call last):
  File "<console>", line 1, in <module>
  File "tp6.py", line 9, in <module>
    assert f([]) == (0,True) # 0 élément : pair
           ~~~~~
  File "tp6.py", line 5, in f
    return (i+1,pair)
           ^
```

UnboundLocalError: cannot access local variable 'i' where it is not associated with a value

SCRIPT

```
def f(L):
    """ f(L) renvoie un couple (n,b)
    n est la taille de L, b vaut True si n est pair """
    pair=True
    for i in range(len(L)):
        pair=not(pair)
    return (i+1,pair)

assert f([2,3,4]) == (3,False) # 3 éléments : impair
assert f([2,3,4,6]) == (4,True) # 4 éléments : pair
assert f([]) == (0,True) # 0 élément : pair
```

- ▶ si un test est valide, il ne se passe rien.
- ▶ sinon il y a une exception (ici l'erreur ne vient pas du `assert`)

SHELL

```
Traceback (most recent call last):
  File "<console>", line 1, in <module>
  File "tp6.py", line 9, in <module>
    assert f([]) == (0,True) # 0 élément : pair
           ~~~~~
  File "tp6.py", line 5, in f
    return (i+1,pair)
           ^
```

UnboundLocalError: cannot access local variable 'i' where it is not associated with a value

- ▶ Méthode 1 : `assert`

- ▶ Méthode 1 : `assert`
 - ▶ Très pratique pour repérer les bogues qu'on ne devrait jamais rencontrer.

- ▶ Méthode 1 : `assert`

- ▶ Très pratique pour repérer les bogues qu'on ne devrait jamais rencontrer.
- ▶ Permet de détecter les erreurs du développeur : **utile pour les tests.**

- ▶ Méthode 1 : `assert`
 - ▶ Très pratique pour repérer les bogues qu'on ne devrait jamais rencontrer.
 - ▶ Permet de détecter les erreurs du développeur : **utile pour les tests.**
 - ▶ Mais messages peu clairs en production.

▶ Méthode 1 : `assert`

- ▶ Très pratique pour repérer les bogues qu'on ne devrait jamais rencontrer.
- ▶ Permet de détecter les erreurs du développeur : **utile pour les tests.**
- ▶ Mais messages peu clairs en production.
- ▶ (même si on peut ajouter un message : `assert test, "Message"`)

▶ Méthode 1 : `assert`

- ▶ Très pratique pour repérer les bogues qu'on ne devrait jamais rencontrer.
- ▶ Permet de détecter les erreurs du développeur : **utile pour les tests.**
- ▶ Mais messages peu clairs en production.
- ▶ (même si on peut ajouter un message : `assert test, "Message"`)

▶ Méthode 2 : `raise`

- ▶ Permet de préciser le type d'erreur
- ▶ par exemple : `ValueError`, `IndexError`, `ZeroDivisionError`

▶ Méthode 1 : `assert`

- ▶ Très pratique pour repérer les bogues qu'on ne devrait jamais rencontrer.
- ▶ Permet de détecter les erreurs du développeur : **utile pour les tests**.
- ▶ Mais messages peu clairs en production.
- ▶ (même si on peut ajouter un message : `assert test, "Message"`)

▶ Méthode 2 : `raise`

- ▶ Permet de préciser le type d'erreur
- ▶ par exemple : `ValueError`, `IndexError`, `ZeroDivisionError`
- ▶ Permet d'ajouter un message **clair et explicatif**.

```
def moyenne(L):  
    if L == []:  
        raise ValueError('Liste vide : non mais allo quoi !')  
    else:  
        return sum(L) / len(L)
```

SCRIPT

```
>>>
```

```
SHELL
```

```
>>> raise AssertionError('Il faut lire les consignes !!!')
```

SHELL

```
>>> raise AssertionError('Il faut lire les consignes !!!')
```

SHELL

```
Traceback (most recent call last):
```

```
  File "<console>", line 1, in <module>
```

```
AssertionError: Il faut lire les consignes !!!
```

```
>>>
```

SHELL

```
>>> raise AssertionError('Il faut lire les consignes !!!')
```

SHELL

```
Traceback (most recent call last):
```

```
  File "<console>", line 1, in <module>
```

```
AssertionError: Il faut lire les consignes !!!
```

```
>>> raise ZeroDivisionError("Moyenne d'une liste vide impossible")
```

SHELL

```
>>> raise AssertionError('Il faut lire les consignes !!!')
```

SHELL

```
Traceback (most recent call last):
```

```
  File "<console>", line 1, in <module>
```

```
AssertionError: Il faut lire les consignes !!!
```

```
>>>     raise ZeroDivisionError("Moyenne d'une liste vide impossible")
```

SHELL

```
  File "<console>", line 1
```

```
    raise ZeroDivisionError("Moyenne d'une liste vide impossible")
```

```
IndentationError: unexpected indent
```

```
>>>
```

SHELL

```
>>> raise AssertionError('Il faut lire les consignes !!!')
```

SHELL

```
Traceback (most recent call last):
```

```
  File "<console>", line 1, in <module>
```

```
AssertionError: Il faut lire les consignes !!!
```

```
>>>     raise ZeroDivisionError("Moyenne d'une liste vide impossible")
```

SHELL

```
  File "<console>", line 1
```

```
    raise ZeroDivisionError("Moyenne d'une liste vide impossible")
```

```
IndentationError: unexpected indent
```

```
>>> raise ValueError('L argument doit être pair' + 1)
```

SHELL

```
>>> raise AssertionError('Il faut lire les consignes !!!')
```

SHELL

```
Traceback (most recent call last):
```

```
  File "<console>", line 1, in <module>
```

```
AssertionError: Il faut lire les consignes !!!
```

```
>>>     raise ZeroDivisionError("Moyenne d'une liste vide impossible")
```

SHELL

```
  File "<console>", line 1
```

```
    raise ZeroDivisionError("Moyenne d'une liste vide impossible")
```

```
IndentationError: unexpected indent
```

```
>>> raise ValueError('L argument doit être pair' + 1)
```

SHELL

```
Traceback (most recent call last):
```

```
  File "<console>", line 1, in <module>
```

```
TypeError: can only concatenate str (not "int") to str
```

```
>>>
```

SHELL

```
>>> raise AssertionError('Il faut lire les consignes !!!')
```

SHELL

```
Traceback (most recent call last):
```

```
  File "<console>", line 1, in <module>
```

```
AssertionError: Il faut lire les consignes !!!
```

```
>>>     raise ZeroDivisionError("Moyenne d'une liste vide impossible")
```

SHELL

```
  File "<console>", line 1
```

```
    raise ZeroDivisionError("Moyenne d'une liste vide impossible")
```

```
IndentationError: unexpected indent
```

```
>>> raise ValueError('L argument doit être pair' + 1)
```

SHELL

```
Traceback (most recent call last):
```

```
  File "<console>", line 1, in <module>
```

```
TypeError: can only concatenate str (not "int") to str
```

```
>>> raise IndexError("Je croyais la liste plus grande" + srt(1))
```

SHELL

```
>>> raise AssertionError('Il faut lire les consignes !!!')
```

SHELL

```
Traceback (most recent call last):
```

```
File "<console>", line 1, in <module>
```

```
AssertionError: Il faut lire les consignes !!!
```

```
>>>     raise ZeroDivisionError("Moyenne d'une liste vide impossible")
```

SHELL

```
File "<console>", line 1
```

```
    raise ZeroDivisionError("Moyenne d'une liste vide impossible")
```

```
IndentationError: unexpected indent
```

```
>>> raise ValueError('L argument doit être pair' + 1)
```

SHELL

```
Traceback (most recent call last):
```

```
File "<console>", line 1, in <module>
```

```
TypeError: can only concatenate str (not "int") to str
```

```
>>> raise IndexError("Je croyais la liste plus grande" + srt(1))
```

SHELL

```
Traceback (most recent call last):
```

```
File "<console>", line 1, in <module>
```

```
NameError: name 'srt' is not defined
```

```
>>> raise AssertionError('Il faut lire les consignes !!!')
Traceback (most recent call last):
  File "<console>", line 1, in <module>
AssertionError: Il faut lire les consignes !!!
```

SHELL

```
>>>     raise ZeroDivisionError("Moyenne d'une liste vide impossible")
      File "<console>", line 1
        raise ZeroDivisionError("Moyenne d'une liste vide impossible")
IndentationError: unexpected indent
```

SHELL

```
>>> raise ValueError('L argument doit être pair' + 1)
Traceback (most recent call last):
  File "<console>", line 1, in <module>
TypeError: can only concatenate str (not "int") to str
```

SHELL

```
>>> raise IndexError("Je croyais la liste plus grande" + srt(1))
Traceback (most recent call last):
  File "<console>", line 1, in <module>
NameError: name 'srt' is not defined
```

SHELL

- ▶ Vous pouvez utiliser **ValueError** et **TypeError**. Évitez les autres.

```
>>> raise AssertionError('Il faut lire les consignes !!!')
Traceback (most recent call last):
  File "<console>", line 1, in <module>
AssertionError: Il faut lire les consignes !!!
```

SHELL

```
>>>     raise ZeroDivisionError("Moyenne d'une liste vide impossible")
      File "<console>", line 1
        raise ZeroDivisionError("Moyenne d'une liste vide impossible")
IndentationError: unexpected indent
```

SHELL

```
>>> raise ValueError('L argument doit être pair' + 1)
Traceback (most recent call last):
  File "<console>", line 1, in <module>
TypeError: can only concatenate str (not "int") to str
```

SHELL

```
>>> raise IndexError("Je croyais la liste plus grande" + srt(1))
Traceback (most recent call last):
  File "<console>", line 1, in <module>
NameError: name 'srt' is not defined
```

SHELL

- ▶ Vous pouvez utiliser **ValueError** et **TypeError**. Évitez les autres.
- ▶ On peut créer ses propres exceptions

```
>>> raise AssertionError('Il faut lire les consignes !!!')
```

SHELL

```
Traceback (most recent call last):
```

```
File "<console>", line 1, in <module>
```

```
AssertionError: Il faut lire les consignes !!!
```

```
>>>     raise ZeroDivisionError("Moyenne d'une liste vide impossible")
```

SHELL

```
File "<console>", line 1
```

```
    raise ZeroDivisionError("Moyenne d'une liste vide impossible")
```

```
IndentationError: unexpected indent
```

```
>>> raise ValueError('L argument doit être pair' + 1)
```

SHELL

```
Traceback (most recent call last):
```

```
File "<console>", line 1, in <module>
```

```
TypeError: can only concatenate str (not "int") to str
```

```
>>> raise IndexError("Je croyais la liste plus grande" + srt(1))
```

SHELL

```
Traceback (most recent call last):
```

```
File "<console>", line 1, in <module>
```

```
NameError: name 'srt' is not defined
```

- ▶ Vous pouvez utiliser **ValueError** et **TypeError**. Évitez les autres.
- ▶ On peut créer ses propres exceptions... mais nous ne verrons pas comment.

SCRIPT

```
def f():  
    # déclenche une exception mais ne la rattrape pas  
    2/0  
    print('Ce message ne sera pas affiché.')  
def g():  
    f() # déclenche une exception  
    print('Ce message non plus.')  
def h():  
    try:  
        g()  
        print('Ce message ne sera toujours pas affiché')    except:  
        print('Attrapée !')  
h()
```

- ▶ Dans cet exemple l'exception **interrompt** la fonction `f()`,

SCRIPT

```
def f():  
    # déclenche une exception mais ne la rattrape pas  
    2/0  
    print('Ce message ne sera pas affiché.')  
def g():  
    f() # déclenche une exception  
    print('Ce message non plus.')  
def h():  
    try:  
        g()  
        print('Ce message ne sera toujours pas affiché')    except:  
        print('Attrapée !')  
h()
```

- ▶ Dans cet exemple l'exception **interrompt la fonction f()**,
- ▶ **mais aussi la fonction g()** qui appelle la fonction f()

SCRIPT

```
def f():  
    # déclenche une exception mais ne la rattrape pas  
    2/0  
    print('Ce message ne sera pas affiché.')
```

```
def g():  
    f() # déclenche une exception  
    print('Ce message non plus.')
```

```
def h():  
    try:  
        g()  
        print('Ce message ne sera toujours pas affiché')    except:  
        print('Attrapée !')
```

```
h()
```

- ▶ Dans cet exemple l'exception **interrompt la fonction f()**,
- ▶ **mais aussi la fonction g()** qui appelle la fonction f()
- ▶ on passe directement de la ligne 2/0 à la ligne `print('Attrapée !')`

 Partie I. Séquences et sucre syntaxique

 Partie II. Mutabilité des listes

 Partie III. Exceptions

 Partie IV. Lancer des exceptions

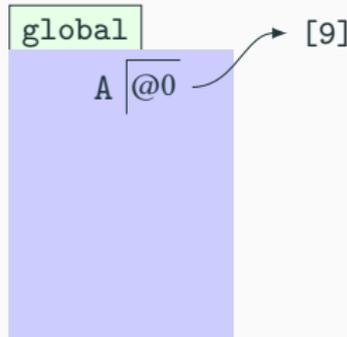
 Partie V. Gestion de la mémoire

 Partie VI. Table des matières

- ▶ Une simple affectation (L=M) copie simplement le pointeur.
 - ▶ Avantage : rapide
 - ▶ Inconvénient : dangereux et ne permet pas de copier.
- ▶ Il existe une méthode `M.copy()` pour copier la liste.
- ▶ Il existe aussi une méthode `M.deepcopy()` pour la copier en profondeur.

```
from copy import copy
from copy import deepcopy
A=[9]
L = [1, 2, A]
M = L
N = copy(L)
# Si je modifie A, je modifie
# aussi M et N !
O = deepcopy(L)
# O est vraiment indépendant
```

SCRIPT

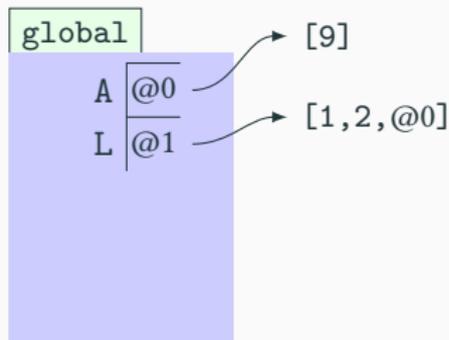


- ▶ À savoir écrire vous même !

- ▶ Une simple affectation (L=M) copie simplement le pointeur.
 - ▶ Avantage : rapide
 - ▶ Inconvénient : dangereux et ne permet pas de copier.
- ▶ Il existe une méthode M.copy() pour copier la liste.
- ▶ Il existe aussi une méthode M.deepcopy() pour la copier en profondeur.

```
from copy import copy
from copy import deepcopy
A=[9]
L = [1, 2, A]
M = L
N = copy(L)
# Si je modifie A, je modifie
# aussi M et N !
O = deepcopy(L)
# O est vraiment indépendant
```

SCRIPT



- ▶ À savoir écrire vous même !

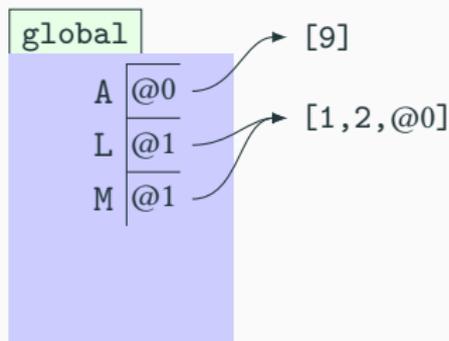
- ▶ Une simple affectation ($L=M$) copie simplement le pointeur.
 - ▶ Avantage : rapide
 - ▶ Inconvénient : dangereux et ne permet pas de copier.
- ▶ Il existe une méthode `M.copy()` pour copier la liste.
- ▶ Il existe aussi une méthode `M.deepcopy()` pour la copier en profondeur.

```

from copy import copy
from copy import deepcopy
A=[9]
L = [1, 2, A]
M = L
N = copy(L)
# Si je modifie A, je modifie
# aussi M et N !
O = deepcopy(L)
# O est vraiment indépendant

```

SCRIPT



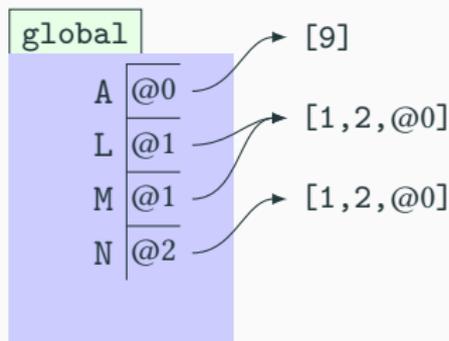
- ▶ À savoir écrire vous même !

- ▶ Une simple affectation ($L=M$) copie simplement le pointeur.
 - ▶ Avantage : rapide
 - ▶ Inconvénient : dangereux et ne permet pas de copier.
- ▶ Il existe une méthode `M.copy()` pour copier la liste.
- ▶ Il existe aussi une méthode `M.deepcopy()` pour la copier en profondeur.

```

from copy import copy
from copy import deepcopy
A=[9]
L = [1, 2, A]
M = L
N = copy(L)
# Si je modifie A, je modifie
# aussi M et N !
O = deepcopy(L)
# O est vraiment indépendant
  
```

SCRIPT



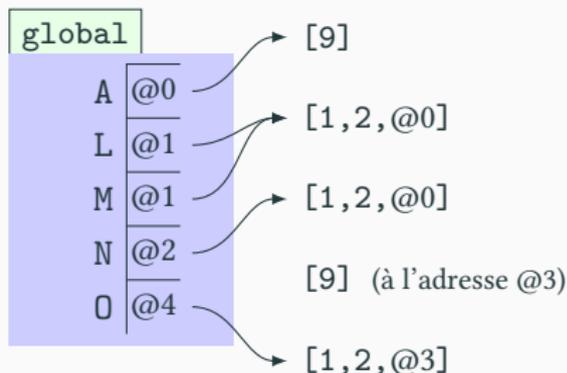
- ▶ À savoir écrire vous même !

- ▶ Une simple affectation (L=M) copie simplement le pointeur.
 - ▶ Avantage : rapide
 - ▶ Inconvénient : dangereux et ne permet pas de copier.
- ▶ Il existe une méthode `M.copy()` pour copier la liste.
- ▶ Il existe aussi une méthode `M.deepcopy()` pour la copier en profondeur.

```

from copy import copy
from copy import deepcopy
A=[9]
L = [1, 2, A]
M = L
N = copy(L)
# Si je modifie A, je modifie
# aussi M et N !
O = deepcopy(L)
# O est vraiment indépendant
  
```

SCRIPT



- ▶ À savoir écrire vous même !

- ▶ Que signifie L et M sont la même liste ?

- ▶ Que signifie `L et M sont la même liste` ?
- ▶ À ne pas confondre :
 - ▶ L'égalité testée avec `==` : les listes ont le même contenu.

- ▶ Que signifie L et M sont la même liste ?
- ▶ À ne pas confondre :
 - ▶ L'égalité testée avec `==` : les listes ont le même contenu.
 - ▶ L'identité testée avec `is` : les listes pointent au même endroit mémoire.

```
>>>
```

```
SHELL
```

- ▶ Que signifie L et M sont la même liste ?
- ▶ À ne pas confondre :
 - ▶ L'égalité testée avec `==` : les listes ont le même contenu.
 - ▶ L'identité testée avec `is` : les listes pointent au même endroit mémoire.

```
>>> L = [1,2,3] ; N = [1,2,3]
```

SHELL

- ▶ Que signifie L et M sont la même liste ?
- ▶ À ne pas confondre :
 - ▶ L'égalité testée avec `==` : les listes ont le même contenu.
 - ▶ L'identité testée avec `is` : les listes pointent au même endroit mémoire.

```
>>> L = [1,2,3] ; N = [1,2,3]  
>>>
```

SHELL

- ▶ Que signifie L et M sont la même liste ?
- ▶ À ne pas confondre :
 - ▶ L'égalité testée avec `==` : les listes ont le même contenu.
 - ▶ L'identité testée avec `is` : les listes pointent au même endroit mémoire.

```
>>> L = [1,2,3] ; N = [1,2,3]
>>> M = L
```

SHELL

- ▶ Que signifie L et M sont la même liste ?
- ▶ À ne pas confondre :
 - ▶ L'égalité testée avec `==` : les listes ont le même contenu.
 - ▶ L'identité testée avec `is` : les listes pointent au même endroit mémoire.

```
>>> L = [1,2,3] ; N = [1,2,3]
>>> M = L
>>>
```

SHELL

- ▶ Que signifie L et M sont la même liste ?
- ▶ À ne pas confondre :
 - ▶ L'égalité testée avec `==` : les listes ont le même contenu.
 - ▶ L'identité testée avec `is` : les listes pointent au même endroit mémoire.

```
>>> L = [1,2,3] ; N = [1,2,3]
>>> M = L
>>> print(M is L , M==L) # M et L sont identiques
```

SHELL

- ▶ Que signifie L et M sont la même liste ?
- ▶ À ne pas confondre :
 - ▶ L'égalité testée avec `==` : les listes ont le même contenu.
 - ▶ L'identité testée avec `is` : les listes pointent au même endroit mémoire.

```
>>> L = [1,2,3] ; N = [1,2,3]
>>> M = L
>>> print(M is L , M==L) # M et L sont identiques
True True
>>>
```

SHELL

- ▶ Que signifie L et M sont la même liste ?
- ▶ À ne pas confondre :
 - ▶ L'égalité testée avec `==` : les listes ont le même contenu.
 - ▶ L'identité testée avec `is` : les listes pointent au même endroit mémoire.

```
>>> L = [1,2,3] ; N = [1,2,3]
>>> M = L
>>> print(M is L , M==L) # M et L sont identiques
True True
>>> print(M is N , M==N) # Non identiques mais égales
```

SHELL

- ▶ Que signifie L et M sont la même liste ?
- ▶ À ne pas confondre :
 - ▶ L'égalité testée avec `==` : les listes ont le même contenu.
 - ▶ L'identité testée avec `is` : les listes pointent au même endroit mémoire.

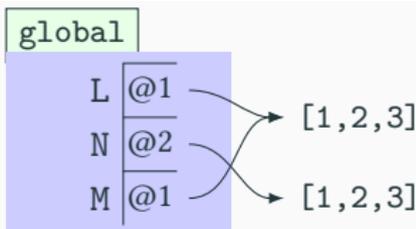
```
>>> L = [1,2,3] ; N = [1,2,3]
>>> M = L
>>> print(M is L , M==L) # M et L sont identiques
True True
>>> print(M is N , M==N) # Non identiques mais égales
False True
```

SHELL

- ▶ Que signifie L et M sont la même liste ?
- ▶ À ne pas confondre :
 - ▶ L'égalité testée avec `==` : les listes ont le même contenu.
 - ▶ L'identité testée avec `is` : les listes pointent au même endroit mémoire.

```
>>> L = [1,2,3] ; N = [1,2,3]
>>> M = L
>>> print(M is L , M==L) # M et L sont identiques
True True
>>> print(M is N , M==N) # Non identiques mais égales
False True
```

SHELL

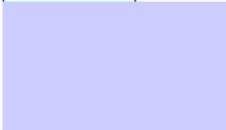


- ▶ Exercice : écrire une fonction `copy(L)` qui retourne une liste égale mais distincte de L.

```
L = [1,2]
M = L
L.append(3)
L = L + [4]
```

SCRIPT

global



```
L = [1,2]  
M = L  
L.append(3)  
L = L + [4]
```

SCRIPT

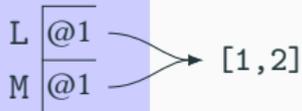
global

L |@1 → [1,2]

```
L = [1,2]
M = L
L.append(3)
L = L + [4]
```

SCRIPT

global



```
L = [1,2]
M = L
L.append(3)
L = L + [4]
```

SCRIPT

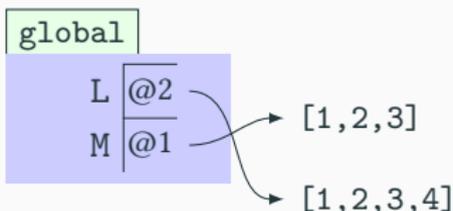
global



- ▶ L'appel de `L.append(3)` **prolonge la liste**
 - ▶ Ne modifie pas L (toujours égale à @1), seulement le contenu de la liste.
 - ▶ est très rapide
 - ▶ a un effet global!

```
L = [1,2]
M = L
L.append(3)
L = L + [4]
```

SCRIPT



- ▶ L'appel de `L.append(3)` **prolonge la liste**
 - ▶ Ne modifie pas L (toujours égale à @1), seulement le contenu de la liste.
 - ▶ est très rapide
 - ▶ a un effet global!

- ▶ Le calcul de `L+[4]` **crée une nouvelle liste**
 - ▶ Peut être très long si L contient beaucoup d'éléments
 - ▶ Sécurisé mais souvent inutile
 - ▶ Crée un nouvel objet en mémoire

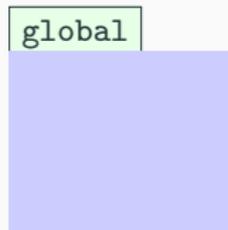
- ▶ Pour simplifier, il y a trois endroits où Python stocke des informations.
 - ▶ La mémoire des variables globales.
 - ▶ La mémoire des variables locales communément appelée pile
 - ▶ La mémoire des objets (liste, fonction, etc) communément appelée tas
 - ▶ Une variable peut contenir un lien vers un objet du tas.

```
x=3
L=[1,2,3]

def f(liste):
    z=2
    L=['a','b']
    return liste+L

f(L)
```

SCRIPT



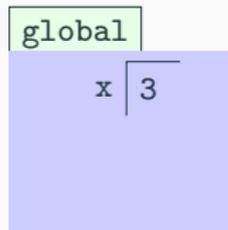
- ▶ Pour simplifier, il y a trois endroits où Python stocke des informations.
 - ▶ La mémoire des variables globales.
 - ▶ La mémoire des variables locales communément appelée pile
 - ▶ La mémoire des objets (liste, fonction, etc) communément appelée tas
 - ▶ Une variable peut contenir un lien vers un objet du tas.

```
x=3
L=[1,2,3]

def f(liste):
    z=2
    L=['a','b']
    return liste+L

f(L)
```

SCRIPT



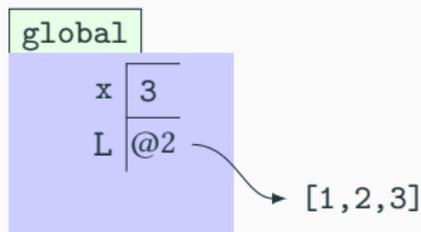
- ▶ Pour simplifier, il y a trois endroits où Python stocke des informations.
 - ▶ La mémoire des variables globales.
 - ▶ La mémoire des variables locales communément appelée pile
 - ▶ La mémoire des objets (liste, fonction, etc) communément appelée tas
 - ▶ Une variable peut contenir un lien vers un objet du tas.

```
x=3
L=[1,2,3]

def f(liste):
    z=2
    L=['a','b']
    return liste+L

f(L)
```

SCRIPT



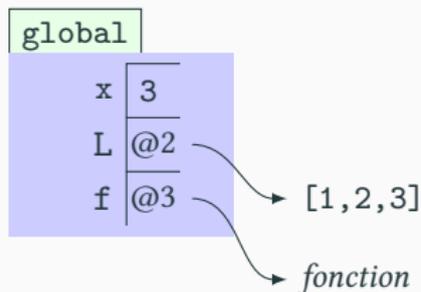
- ▶ Pour simplifier, il y a trois endroits où Python stocke des informations.
 - ▶ La mémoire des variables globales.
 - ▶ La mémoire des variables locales communément appelée pile
 - ▶ La mémoire des objets (liste, fonction, etc) communément appelée tas
 - ▶ Une variable peut contenir un lien vers un objet du tas.

```
x=3
L=[1,2,3]

def f(liste):
    z=2
    L=['a','b']
    return liste+L

f(L)
```

SCRIPT



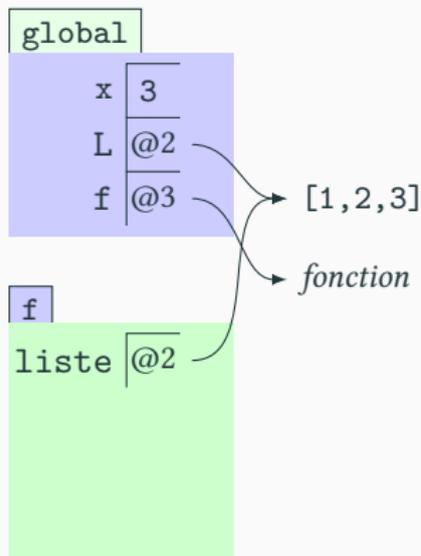
- ▶ Pour simplifier, il y a trois endroits où Python stocke des informations.
 - ▶ La mémoire des variables globales.
 - ▶ La mémoire des variables locales communément appelée pile
 - ▶ La mémoire des objets (liste, fonction, etc) communément appelée tas
 - ▶ Une variable peut contenir un lien vers un objet du tas.

```
x=3
L=[1,2,3]

def f(liste):
    z=2
    L=['a','b']
    return liste+L

f(L)
```

SCRIPT

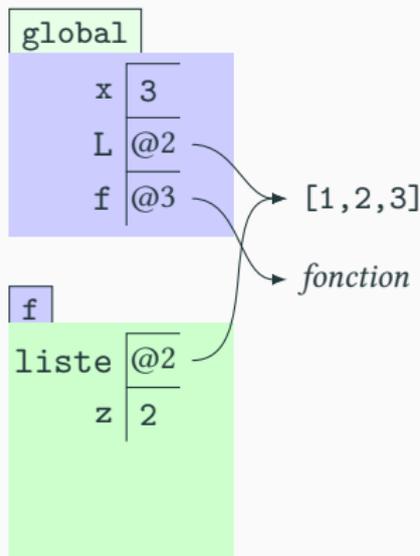


- ▶ Pour simplifier, il y a trois endroits où Python stocke des informations.
 - ▶ La mémoire des variables globales.
 - ▶ La mémoire des variables locales communément appelée pile
 - ▶ La mémoire des objets (liste, fonction, etc) communément appelée tas
 - ▶ Une variable peut contenir un lien vers un objet du tas.

```
SCRIPT
x=3
L=[1,2,3]

def f(liste):
    z=2
    L=['a','b']
    return liste+L

f(L)
```

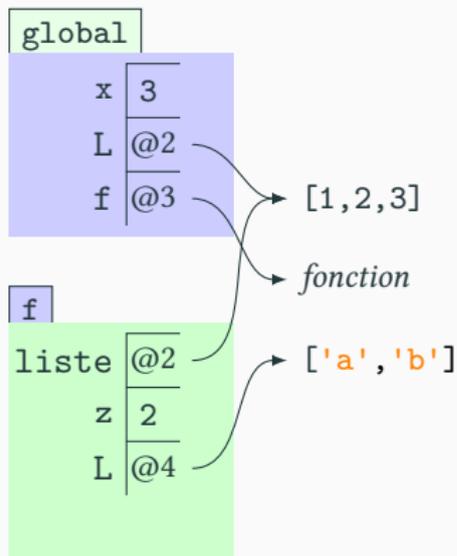


- ▶ Pour simplifier, il y a trois endroits où Python stocke des informations.
 - ▶ La mémoire des variables globales.
 - ▶ La mémoire des variables locales communément appelée pile
 - ▶ La mémoire des objets (liste, fonction, etc) communément appelée tas
 - ▶ Une variable peut contenir un lien vers un objet du tas.

```
SCRIPT
x=3
L=[1,2,3]

def f(liste):
    z=2
    L=['a','b']
    return liste+L

f(L)
```



- ▶ Pour simplifier, il y a trois endroits où Python stocke des informations.
 - ▶ La mémoire des variables globales.
 - ▶ La mémoire des variables locales communément appelée pile
 - ▶ La mémoire des objets (liste, fonction, etc) communément appelée tas
 - ▶ Une variable peut contenir un lien vers un objet du tas.

```

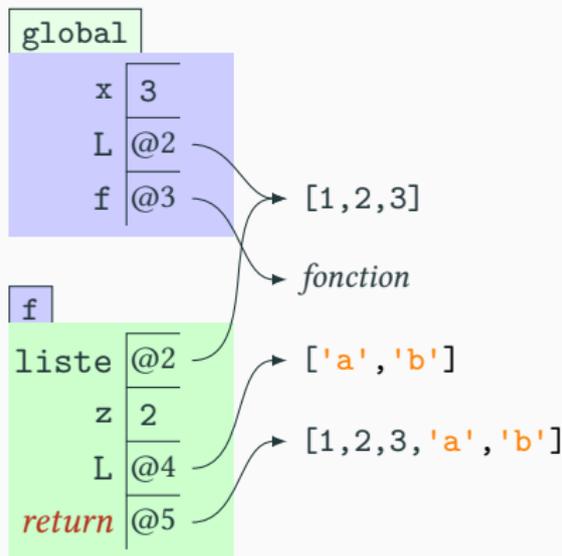
x=3
L=[1,2,3]

def f(liste):
    z=2
    L=['a','b']
    return liste+L

f(L)

```

SCRIPT



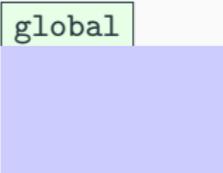
```
def f(x):  
    y = 1  
    g(y)  
    print(x)
```

```
def g(y):  
    x = y
```

```
f(3) # affiche 3
```

SCRIPT

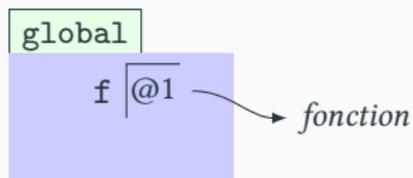
global



```
def f(x):  
    y = 1  
    g(y)  
    print(x)  
  
def g(y):  
    x = y  
  
f(3) # affiche 3
```

SCRIPT

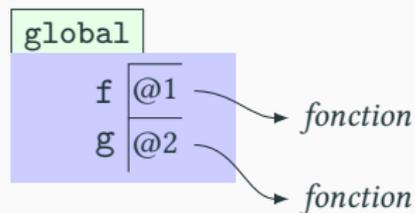
- ▶ On définit **f**



```
def f(x):  
    y = 1  
    g(y)  
    print(x)  
  
def g(y):  
    x = y  
  
f(3) # affiche 3
```

SCRIPT

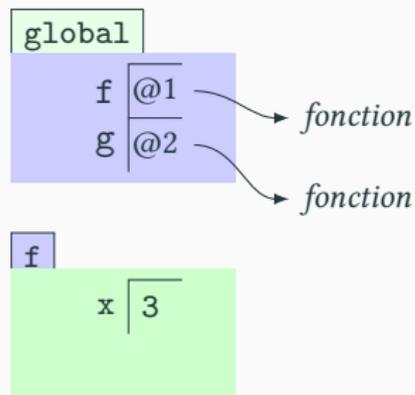
- ▶ On définit **f**
- ▶ On définit **g**



```
def f(x):  
    y = 1  
    g(y)  
    print(x)  
  
def g(y):  
    x = y  
  
f(3) # affiche 3
```

SCRIPT

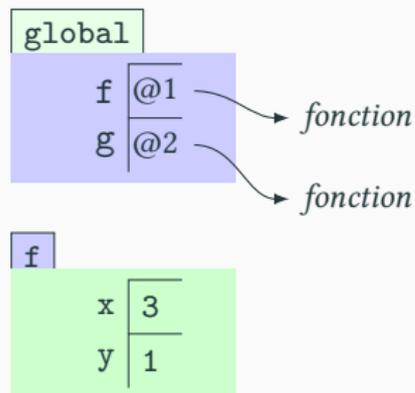
- ▶ On définit **f**
- ▶ On définit **g**
- ▶ On appelle **f(3)**



```
def f(x):  
    y = 1  
    g(y)  
    print(x)  
  
def g(y):  
    x = y  
  
f(3) # affiche 3
```

SCRIPT

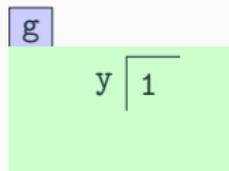
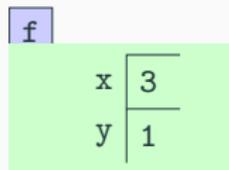
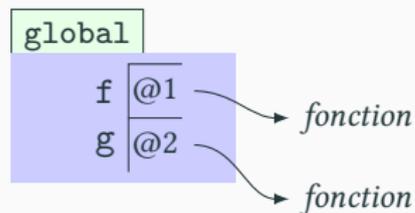
- ▶ On définit **f**
- ▶ On définit **g**
- ▶ On appelle **f(3)**



```
def f(x):  
    y = 1  
    g(y)  
    print(x)  
  
def g(y):  
    x = y  
  
f(3) # affiche 3
```

SCRIPT

- ▶ On définit **f**
- ▶ On définit **g**
- ▶ On appelle **f(3)**
- ▶ On appelle **g(y)** dans **f**



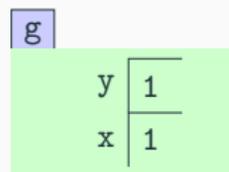
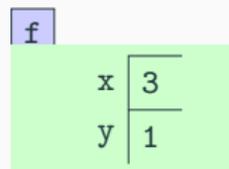
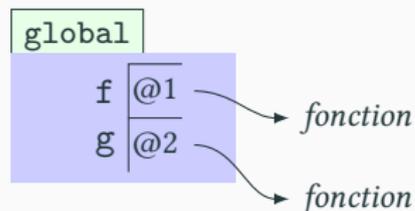
```
def f(x):  
    y = 1  
    g(y)  
    print(x)
```

SCRIPT

```
def g(y):  
    x = y
```

```
f(3) # affiche 3
```

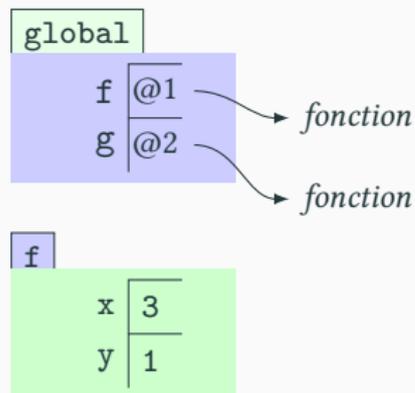
- ▶ On définit **f**
- ▶ On définit **g**
- ▶ On appelle **f(3)**
- ▶ On appelle **g(y)** dans **f**



```
def f(x):  
    y = 1  
    g(y)  
    print(x)  
  
def g(y):  
    x = y  
  
f(3) # affiche 3
```

SCRIPT

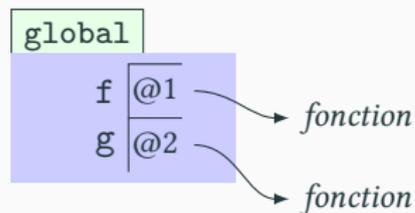
- ▶ On définit **f**
- ▶ On définit **g**
- ▶ On appelle **f(3)**
- ▶ On appelle **g(y)** dans **f**
- ▶ **g** se termine, on libère sa mémoire



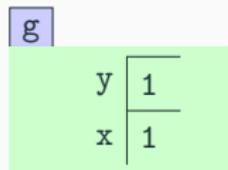
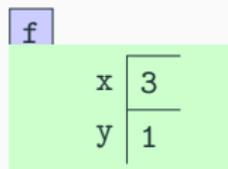
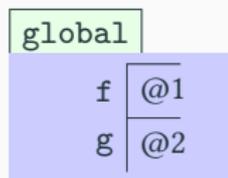
```
def f(x):  
    y = 1  
    g(y)  
    print(x)  
  
def g(y):  
    x = y  
  
f(3) # affiche 3
```

SCRIPT

- ▶ On définit **f**
- ▶ On définit **g**
- ▶ On appelle **f(3)**
- ▶ On appelle **g(y)** dans **f**
- ▶ **g** se termine, on libère sa mémoire
- ▶ **f** se termine, on libère sa mémoire

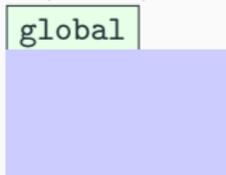


- ▶ Chaque appel de fonction ajoute un cadre sur la pile.
 - ▶ Les cadres s'empilent, ils forment une pile.
 - ▶ Il ne dure que le temps de l'appel.
 - ▶ Ensuite, il disparaît avec ses variables locales.
- ▶ Chaque appel de fonction a son propre **espace de nom**.
 - ▶ Le `x` de `f` n'est pas le même que celui de `g`
 - ▶ Cela permet de ne pas s'embrouiller
- ▶ Si on appelle plusieurs fois une fonction, il y aura **un cadre par appel**.



- ▶ Il est impossible de partager des variables locales entre fonctions
- ▶ Mais on peut se transmettre des valeurs (du tas) entre fonctions :

- ▶ par passage d'argument $g(z)$
- ▶ par valeur de retour `return x+x`



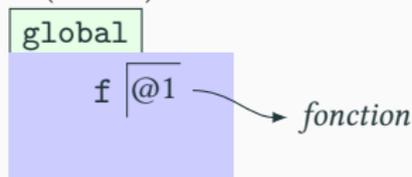
```
def f(x):  
    z=[x+2]  
    y=g(z)  
  
def g(x):  
    return x+x  
  
f(5)
```

SCRIPT

C'est la manière propre

- ▶ Il est impossible de partager des variables locales entre fonctions
- ▶ Mais on peut se transmettre des valeurs (du tas) entre fonctions :

- ▶ par passage d'argument $g(z)$
- ▶ par valeur de retour `return x+x`



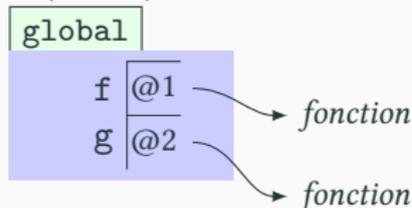
```
def f(x):  
    z=[x+2]  
    y=g(z)  
  
def g(x):  
    return x+x  
  
f(5)
```

SCRIPT

C'est la manière propre

- ▶ Il est impossible de partager des variables locales entre fonctions
- ▶ Mais on peut se transmettre des valeurs (du tas) entre fonctions :

- ▶ par passage d'argument $g(z)$
- ▶ par valeur de retour `return x+x`



```
def f(x):  
    z=[x+2]  
    y=g(z)  
  
def g(x):  
    return x+x  
  
f(5)
```

SCRIPT

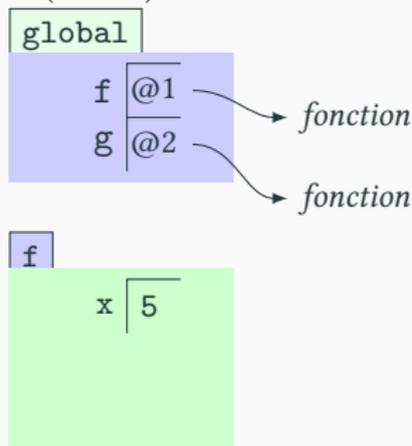
C'est la manière propre

- ▶ Il est impossible de partager des variables locales entre fonctions
- ▶ Mais on peut se transmettre des valeurs (du tas) entre fonctions :

- ▶ par passage d'argument $g(z)$
- ▶ par valeur de retour `return x+x`

```
def f(x):  
    z=[x+2]  
    y=g(z)  
  
def g(x):  
    return x+x  
  
f(5)
```

SCRIPT



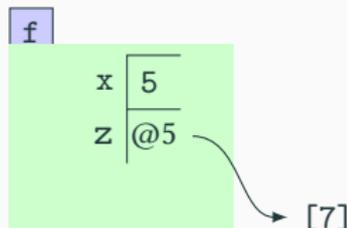
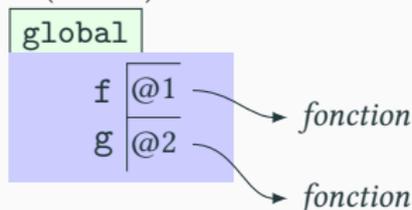
C'est la manière propre

- ▶ Il est impossible de partager des variables locales entre fonctions
- ▶ Mais on peut se transmettre des valeurs (du tas) entre fonctions :

- ▶ par passage d'argument $g(z)$
- ▶ par valeur de retour `return x+x`

```
def f(x):  
    z=[x+2]  
    y=g(z)  
  
def g(x):  
    return x+x  
  
f(5)
```

SCRIPT



C'est la manière propre

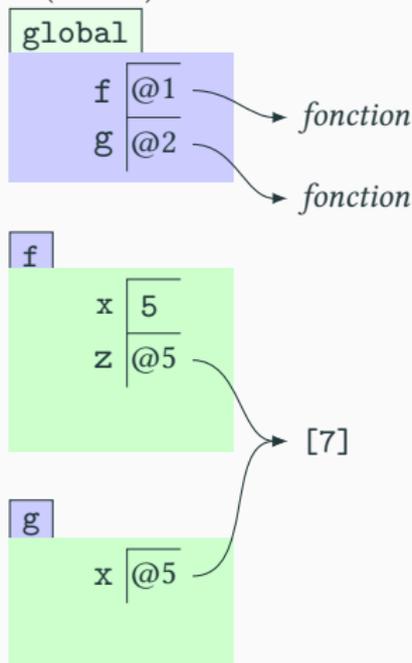
- ▶ Il est impossible de partager des variables locales entre fonctions
- ▶ Mais on peut se transmettre des valeurs (du tas) entre fonctions :

- ▶ par passage d'argument `g(z)`
- ▶ par valeur de retour `return x+x`

```
def f(x):  
    z=[x+2]  
    y=g(z)  
  
def g(x):  
    return x+x  
  
f(5)
```

SCRIPT

C'est la manière propre



- ▶ Il est impossible de partager des variables locales entre fonctions
- ▶ Mais on peut se transmettre des valeurs (du tas) entre fonctions :

- ▶ par passage d'argument `g(z)`
- ▶ par valeur de retour `return x+x`

```

def f(x):
    z=[x+2]
    y=g(z)

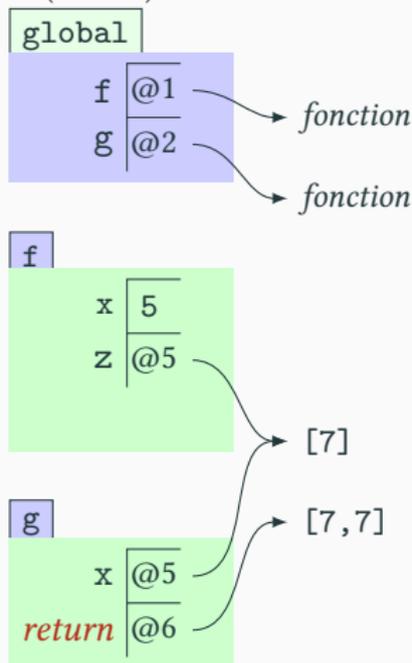
def g(x):
    return x+x

f(5)

```

SCRIPT

C'est la manière propre

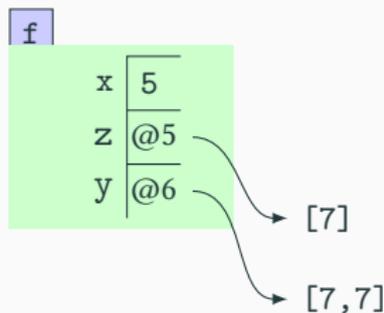
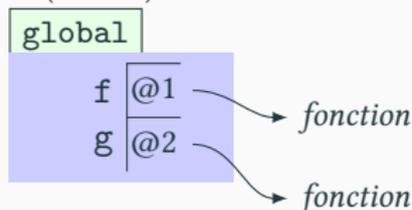


- ▶ Il est impossible de partager des variables locales entre fonctions
- ▶ Mais on peut se transmettre des valeurs (du tas) entre fonctions :

- ▶ par passage d'argument $g(z)$
- ▶ par valeur de retour `return x+x`

```
def f(x):  
    z=[x+2]  
    y=g(z)  
  
def g(x):  
    return x+x  
  
f(5)
```

SCRIPT



C'est la manière propre

- ▶ On peut aussi utiliser des variables globales (cours 4)
- ▶ Ici, f et g vont modifier la variable globale z.

```
def f(x):  
    global z  
    z=[x+2]  
    g()  
    y=z  
  
def g():  
    global z  
    z=z+z  
  
f(5)
```

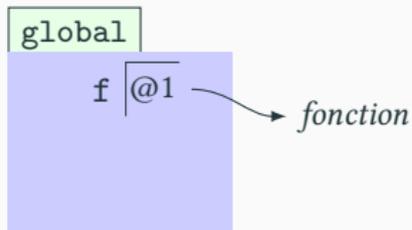
SCRIPT

global

- ▶ On peut aussi utiliser des variables globales (cours 4)
- ▶ Ici, f et g vont modifier la variable globale z.

```
def f(x):  
    global z  
    z=[x+2]  
    g()  
    y=z  
  
def g():  
    global z  
    z=z+z  
  
f(5)
```

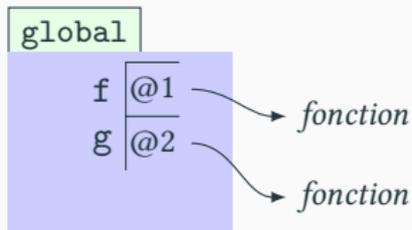
SCRIPT



- ▶ On peut aussi utiliser des variables globales (cours 4)
- ▶ Ici, f et g vont modifier la variable globale z.

```
def f(x):  
    global z  
    z=[x+2]  
    g()  
    y=z  
  
def g():  
    global z  
    z=z+z  
  
f(5)
```

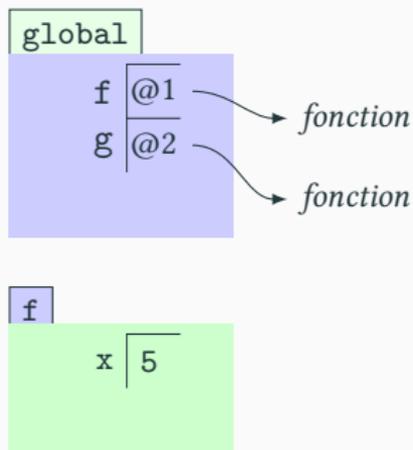
SCRIPT



- ▶ On peut aussi utiliser des variables globales (cours 4)
- ▶ Ici, f et g vont modifier la variable globale z.

```
def f(x):  
    global z  
    z=[x+2]  
    g()  
    y=z  
  
def g():  
    global z  
    z=z+z  
  
f(5)
```

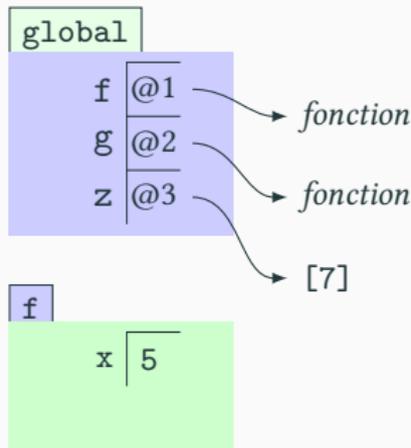
SCRIPT



- ▶ On peut aussi utiliser des variables globales (cours 4)
- ▶ Ici, f et g vont modifier la variable globale z.

```
def f(x):  
    global z  
    z=[x+2]  
    g()  
    y=z  
  
def g():  
    global z  
    z=z+z  
  
f(5)
```

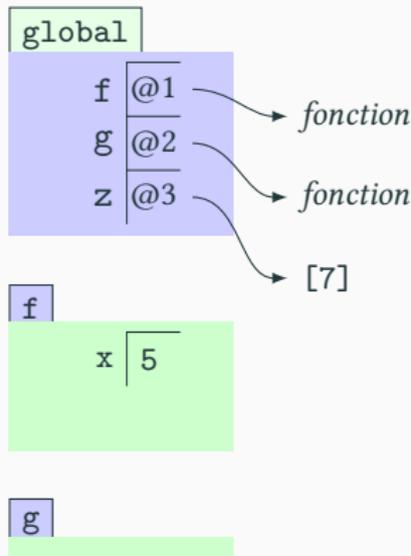
SCRIPT



- ▶ On peut aussi utiliser des variables globales (cours 4)
- ▶ Ici, f et g vont modifier la variable globale z.

```
def f(x):  
    global z  
    z=[x+2]  
    g()  
    y=z  
  
def g():  
    global z  
    z=z+z  
  
f(5)
```

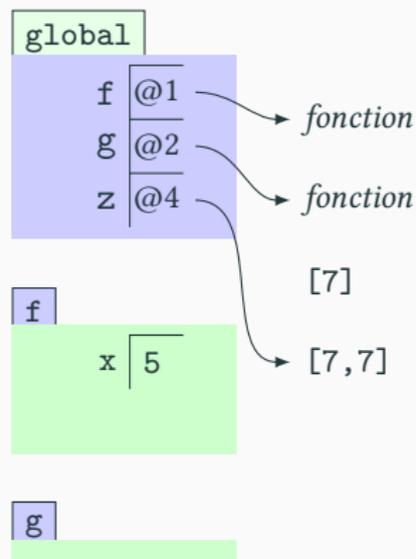
SCRIPT



- ▶ On peut aussi utiliser des variables globales (cours 4)
- ▶ Ici, f et g vont modifier la variable globale z.

```
def f(x):  
    global z  
    z=[x+2]  
    g()  
    y=z  
  
def g():  
    global z  
    z=z+z  
  
f(5)
```

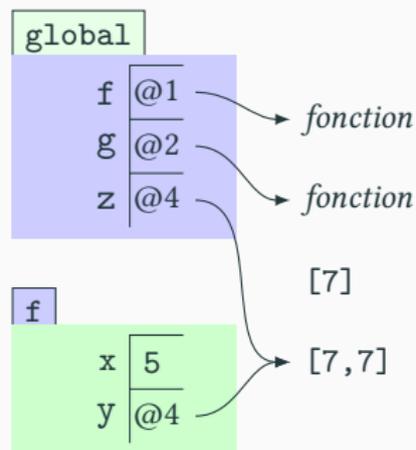
SCRIPT



- ▶ On peut aussi utiliser des variables globales (cours 4)
- ▶ Ici, f et g vont modifier la variable globale z.

```
def f(x):  
    global z  
    z=[x+2]  
    g()  
    y=z  
  
def g():  
    global z  
    z=z+z  
  
f(5)
```

SCRIPT



- ▶ On peut aussi utiliser des variables globales (cours 4)
- ▶ Ici, f et g vont modifier la variable globale z.

```

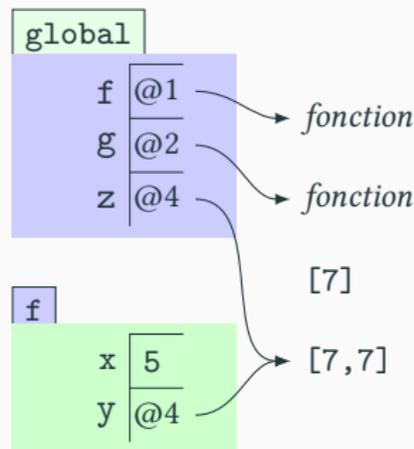
def f(x):
    global z
    z=[x+2]
    g()
    y=z

def g():
    global z
    z=z+z

f(5)

```

SCRIPT



C'est la manière (très!) sale
#balancetongoret

- ▶ **Attention** : le contenu d'une liste est **toujours modifiable globalement**.

- ▶ **Attention** : le contenu d'une liste est **toujours modifiable globalement**.
 - ▶ La variable L contient un lien vers la liste [1, 2, 3]

- ▶ **Attention** : le contenu d'une liste est **toujours modifiable globalement**.
 - ▶ La variable L contient un lien vers la liste [1, 2, 3]
 - ▶ **Ce lien n'est pas modifiable** (par défaut) par une fonction (variable locale).

- ▶ **Attention** : le contenu d'une liste est **toujours modifiable globalement**.
 - ▶ La variable L contient un lien vers la liste [1, 2, 3]
 - ▶ **Ce lien n'est pas modifiable** (par défaut) par une fonction (variable locale).
 - ▶ **Le contenu** pointé par le lien est toujours modifiable.

- ▶ **Attention** : le contenu d'une liste est **toujours modifiable globalement**.
 - ▶ La variable L contient un lien vers la liste [1, 2, 3]
 - ▶ **Ce lien n'est pas modifiable** (par défaut) par une fonction (variable locale).
 - ▶ **Le contenu** pointé par le lien est toujours modifiable.

```
def swap(i,j,L):  
    (L[i], L[j]) = (L[j], L[i])  
    i = i + 1  
  
i = 1  
M = [1, 2, 3, 4, 5]  
  
swap(i,3,M)  
print(M) # affiche [1, 4, 3, 2, 5]  
print(i) # affiche 1
```

SCRIPT

- ▶ **Attention** : le contenu d'une liste est **toujours modifiable globalement**.
 - ▶ La variable L contient un lien vers la liste [1, 2, 3]
 - ▶ Ce lien **n'est pas modifiable** (par défaut) par une fonction (variable locale).
 - ▶ Le **contenu** pointé par le lien est toujours modifiable.

```

def swap(i,j,L):
    (L[i], L[j]) = (L[j], L[i])
    i = i + 1

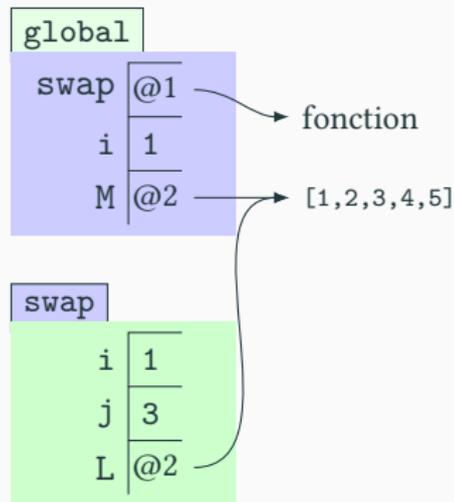
i = 1
M = [1, 2, 3, 4, 5]

swap(i,3,M)
print(M) # affiche [1, 4, 3, 2, 5]
print(i) # affiche 1

```

SCRIPT

- ▶ Pas de **global** M dans la fonction **swap**
- ▶ Donc M n'est pas modifié (pointe toujours vers la même liste)
- ▶ Mais le contenu de cette liste a changé!



```
class Point:
```

SCRIPT

```
    def __init__(self,x,y):  
        self.x = x  
        self.y = y
```

```
def translation(q): # q n'est pas une variable globale  
    q.x = q.x + 20  
    q.y = q.y + 30
```

```
>>>
```

SHELL

```
class Point:
```

SCRIPT

```
    def __init__(self,x,y):  
        self.x = x  
        self.y = y
```

```
def translation(q): # q n'est pas une variable globale  
    q.x = q.x + 20  
    q.y = q.y + 30
```

```
>>> p = Point(0,0)
```

SHELL

```
class Point:
```

SCRIPT

```
    def __init__(self,x,y):  
        self.x = x  
        self.y = y
```

```
def translation(q): # q n'est pas une variable globale  
    q.x = q.x + 20  
    q.y = q.y + 30
```

```
>>> p = Point(0,0)  
>>>
```

SHELL

```
class Point:
```

SCRIPT

```
    def __init__(self,x,y):  
        self.x = x  
        self.y = y
```

```
def translation(q): # q n'est pas une variable globale  
    q.x = q.x + 20  
    q.y = q.y + 30
```

```
>>> p = Point(0,0)
```

```
>>> (p.x,p.y)
```

SHELL

```
class Point:
```

SCRIPT

```
    def __init__(self,x,y):  
        self.x = x  
        self.y = y
```

```
def translation(q): # q n'est pas une variable globale  
    q.x = q.x + 20  
    q.y = q.y + 30
```

```
>>> p = Point(0,0)  
>>> (p.x,p.y)  
(0, 0)  
>>>
```

SHELL

```
class Point:
```

SCRIPT

```
    def __init__(self,x,y):  
        self.x = x  
        self.y = y
```

```
def translation(q): # q n'est pas une variable globale  
    q.x = q.x + 20  
    q.y = q.y + 30
```

```
>>> p = Point(0,0)  
>>> (p.x,p.y)  
(0, 0)  
>>> translation(p)
```

SHELL

```
class Point:
```

SCRIPT

```
    def __init__(self,x,y):  
        self.x = x  
        self.y = y
```

```
def translation(q): # q n'est pas une variable globale  
    q.x = q.x + 20  
    q.y = q.y + 30
```

```
>>> p = Point(0,0)  
>>> (p.x,p.y)  
(0, 0)  
>>> translation(p)  
>>>
```

SHELL

```
class Point:
```

SCRIPT

```
    def __init__(self,x,y):  
        self.x = x  
        self.y = y
```

```
def translation(q): # q n'est pas une variable globale  
    q.x = q.x + 20  
    q.y = q.y + 30
```

SHELL

```
>>> p = Point(0,0)  
>>> (p.x,p.y)  
(0, 0)  
>>> translation(p)  
>>> (p.x,p.y)
```

```
class Point:
```

SCRIPT

```
    def __init__(self,x,y):  
        self.x = x  
        self.y = y
```

```
def translation(q): # q n'est pas une variable globale  
    q.x = q.x + 20  
    q.y = q.y + 30
```

```
>>> p = Point(0,0)  
>>> (p.x,p.y)  
(0, 0)  
>>> translation(p)  
>>> (p.x,p.y)  
(20, 30)
```

SHELL

- ▶ Techniquement, on ne modifie pas la variable p (contenant le pointeur)...

```
class Point:
```

SCRIPT

```
    def __init__(self,x,y):  
        self.x = x  
        self.y = y
```

```
def translation(q): # q n'est pas une variable globale  
    q.x = q.x + 20  
    q.y = q.y + 30
```

```
>>> p = Point(0,0)  
>>> (p.x,p.y)  
(0, 0)  
>>> translation(p)  
>>> (p.x,p.y)  
(20, 30)
```

SHELL

- ▶ Techniquement, on ne modifie pas la variable p (contenant le pointeur)...
 - ▶ ...seulement son contenu.

```
class Point:
    def __init__(self,x,y):
        self.x = x
        self.y = y

def translation(q): # q n'est pas une variable globale
    q.x = q.x + 20
    q.y = q.y + 30
```

SCRIPT

```
>>> p = Point(0,0)
>>> (p.x,p.y)
(0, 0)
>>> translation(p)
>>> (p.x,p.y)
(20, 30)
```

SHELL

- ▶ Techniquement, on ne modifie pas la variable p (contenant le pointeur)...
 - ▶ ...seulement son contenu.
- ▶ Attention danger !

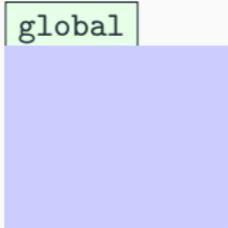
- ▶ En Python tout est objet
- ▶ En pratique et contrairement à beaucoup d'autres langages, les variables ne contiennent que des pointeurs.

```
def f(a):  
    b=a+1
```

```
x=2  
y=3  
f(y)
```

SCRIPT

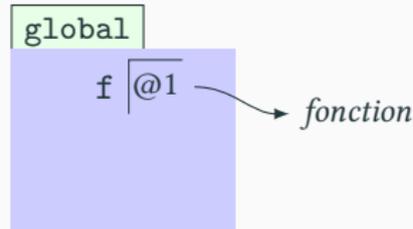
global



- ▶ En Python tout est objet
- ▶ En pratique et contrairement à beaucoup d'autres langages, les variables ne contiennent que des pointeurs.

```
def f(a):  
    b=a+1  
  
x=2  
y=3  
f(y)
```

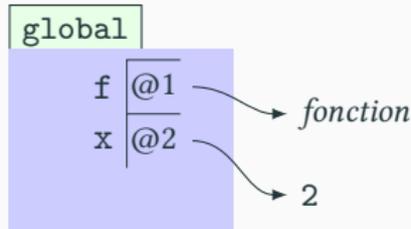
SCRIPT



- ▶ En Python tout est objet
- ▶ En pratique et contrairement à beaucoup d'autres langages, les variables ne contiennent que des pointeurs.

```
def f(a):  
    b=a+1  
  
x=2  
y=3  
f(y)
```

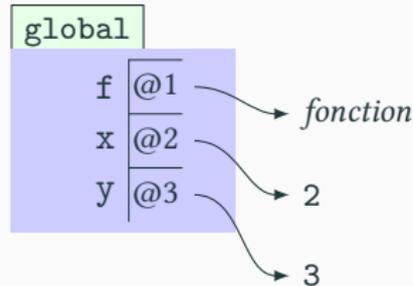
SCRIPT



- ▶ En Python tout est objet
- ▶ En pratique et contrairement à beaucoup d'autres langages, les variables ne contiennent que des pointeurs.

```
def f(a):  
    b=a+1  
  
x=2  
y=3  
f(y)
```

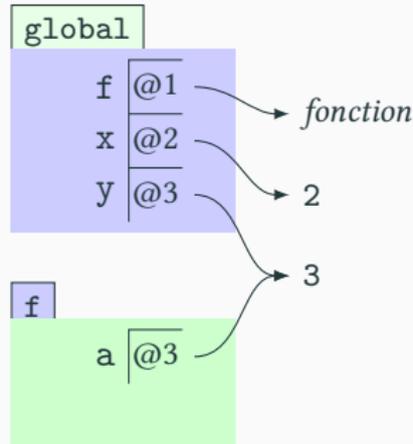
SCRIPT



- ▶ En Python tout est objet
- ▶ En pratique et contrairement à beaucoup d'autres langages, les variables ne contiennent que des pointeurs.

```
def f(a):  
    b=a+1  
  
x=2  
y=3  
f(y)
```

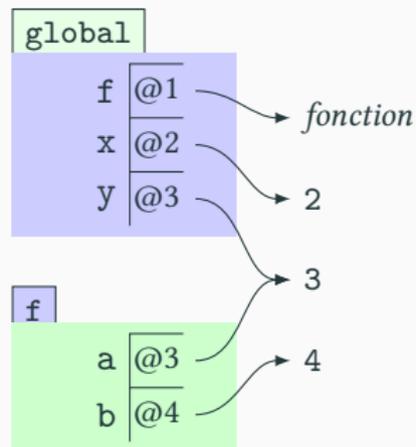
SCRIPT



- ▶ En Python tout est objet
- ▶ En pratique et contrairement à beaucoup d'autres langages, les variables ne contiennent que des pointeurs.

```
def f(a):  
    b=a+1  
  
x=2  
y=3  
f(y)
```

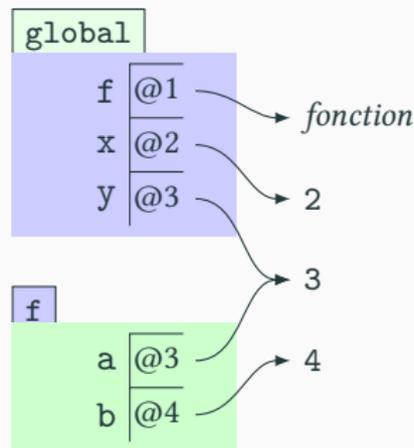
SCRIPT



- ▶ En Python tout est objet
- ▶ En pratique et contrairement à beaucoup d'autres langages, les variables ne contiennent que des pointeurs.

```
def f(a):  
    b=a+1  
  
x=2  
y=3  
f(y)
```

SCRIPT



- ▶ Cela signifie-t-il que `f` peut modifier `y` à travers `a` ?

- ▶ La réponse est non!
 - ▶ `f` ne peut pas modifier le pointeur dans `y` (pas de `global`)
 - ▶ `f` ne peut pas modifier la valeur `3` (qui sera toujours égale à trois).
- ▶ La majorité des types sont heureusement immuables.
 - ▶ `int`, `float`, `str`, `tuple`, `Nonetype`
 - ▶ Il serait gênant de pouvoir modifier la valeur du nombre `3`!

```
>>>
```

```
SHELL
```

- ▶ La réponse est non!
 - ▶ `f` ne peut pas modifier le pointeur dans `y` (pas de `global`)
 - ▶ `f` ne peut pas modifier la valeur `3` (qui sera toujours égale à trois).
- ▶ La majorité des types sont heureusement immuables.
 - ▶ `int`, `float`, `str`, `tuple`, `Nonetype`
 - ▶ Il serait gênant de pouvoir modifier la valeur du nombre `3`!

```
>>> x=3
```

SHELL

- ▶ La réponse est non!
 - ▶ `f` ne peut pas modifier le pointeur dans `y` (pas de `global`)
 - ▶ `f` ne peut pas modifier la valeur `3` (qui sera toujours égale à trois).
- ▶ La majorité des types sont heureusement immuables.
 - ▶ `int`, `float`, `str`, `tuple`, `Nonetype`
 - ▶ Il serait gênant de pouvoir modifier la valeur du nombre `3`!

```
>>> x=3  
>>>
```

SHELL

- ▶ La réponse est non!
 - ▶ `f` ne peut pas modifier le pointeur dans `y` (pas de `global`)
 - ▶ `f` ne peut pas modifier la valeur `3` (qui sera toujours égale à trois).
- ▶ La majorité des types sont heureusement immuables.
 - ▶ `int`, `float`, `str`, `tuple`, `Nonetype`
 - ▶ Il serait gênant de pouvoir modifier la valeur du nombre `3`!

```
>>> x=3  
>>> x=4
```

SHELL

- ▶ je modifie `x` mais pas l'entier `3`

- ▶ La réponse est non!
 - ▶ `f` ne peut pas modifier le pointeur dans `y` (pas de `global`)
 - ▶ `f` ne peut pas modifier la valeur `3` (qui sera toujours égale à trois).
- ▶ La majorité des types sont heureusement immuables.
 - ▶ `int`, `float`, `str`, `tuple`, `Nonetype`
 - ▶ Il serait gênant de pouvoir modifier la valeur du nombre `3`!

```
>>> x=3
>>> x=4
>>>
```

SHELL

- ▶ je modifie `x` mais pas l'entier `3`

- ▶ La réponse est non!
 - ▶ `f` ne peut pas modifier le pointeur dans `y` (pas de `global`)
 - ▶ `f` ne peut pas modifier la valeur `3` (qui sera toujours égale à trois).
- ▶ La majorité des types sont heureusement immuables.
 - ▶ `int`, `float`, `str`, `tuple`, `Nonetype`
 - ▶ Il serait gênant de pouvoir modifier la valeur du nombre `3`!

```
>>> x=3
>>> x=4
>>> L=[1]
```

SHELL

- ▶ je modifie `x` mais pas l'entier `3`

- ▶ La réponse est non!
 - ▶ `f` ne peut pas modifier le pointeur dans `y` (pas de `global`)
 - ▶ `f` ne peut pas modifier la valeur 3 (qui sera toujours égale à trois).
- ▶ La majorité des types sont heureusement immuables.
 - ▶ `int`, `float`, `str`, `tuple`, `Nonetype`
 - ▶ Il serait gênant de pouvoir modifier la valeur du nombre 3!

```
>>> x=3
>>> x=4
>>> L=[1]
>>>
```

SHELL

- ▶ je modifie `x` mais pas l'entier 3

- ▶ La réponse est non!
 - ▶ `f` ne peut pas modifier le pointeur dans `y` (pas de `global`)
 - ▶ `f` ne peut pas modifier la valeur 3 (qui sera toujours égale à trois).
- ▶ La majorité des types sont heureusement immuables.
 - ▶ `int`, `float`, `str`, `tuple`, `Nonetype`
 - ▶ Il serait gênant de pouvoir modifier la valeur du nombre 3!

```
>>> x=3
>>> x=4
>>> L=[1]
>>> L.append(3)
```

SHELL

- ▶ je modifie `x` mais pas l'entier 3
- ▶ Je modifie la liste `[1]` (qui devient `[1,3]`) mais pas `L`!

- ▶ La réponse est non!
 - ▶ `f` ne peut pas modifier le pointeur dans `y` (pas de `global`)
 - ▶ `f` ne peut pas modifier la valeur 3 (qui sera toujours égale à trois).
- ▶ La majorité des types sont heureusement immuables.
 - ▶ `int`, `float`, `str`, `tuple`, `Nonetype`
 - ▶ Il serait gênant de pouvoir modifier la valeur du nombre 3!

```
>>> x=3
>>> x=4
>>> L=[1]
>>> L.append(3)
```

SHELL

- ▶ je modifie `x` mais pas l'entier 3
 - ▶ Je modifie la liste `[1]` (qui devient `[1,3]`) mais pas `L`!
- ▶ Seuls les objets plus complexes (listes, ou objets créés par l'utilisateur) sont mutables.
 - ▶ source de bogues!

Merci pour votre attention

Questions



Cours 6 — Listes, gestion mémoire et exceptions

Partiel de mi-semestre

Partie I. Séquences et sucre syntaxique

Indices négatifs

Parcours

Expressivité des boucles

Construction par compréhension

Exercices

Partie II. Mutabilité des listes

Modification de liste

Remarques sur la mémoire

Ajout d'un élément

Ajout d'un élément : explication

Exemple : créer la liste des diviseurs

Méthodes usuelles sur les listes

Chiffres dans une chaîne

Chiffres dans une chaîne avec compréhension

Partie III. Exceptions

Exceptions

Erreurs et trace d'exécution

Éviter les exceptions

Rattraper les exceptions

Un premier exemple : la fonction `record`

Exemple : la fonction `index`

Exemple : la fonction `recherche`

Exemple : calcul de la moyenne

Exemple : reconnaître un nombre

Partie IV. Lancer des exceptions

Lever une exception : `assert`

La Zénitude

Tester son code avec `assert`

Lever une exception : `raise`

Jeu des sept erreurs

Exceptions longue distance

Partie V. Gestion de la mémoire

Variables et affectations

Être ou ne pas être égal...

Modification et affectation

Zones de mémoire

Mémoire et appels de fonction

Mémoire et variables locales

Partage de variables locales entre fonctions

Partage de variables globales entre fonctions

Listes et appels de fonction

Objets et appels de fonction

Tout est objet

Objets mutables et immuables

Partie VI. Table des matières

- ▶ © 2024 — Olivier Baldellon
- ▶ Ce document est publié sous licence **CC-BY Attribution 4.0** 
- Vous êtes autorisé à :
 - ▶ **Partager** — copier, distribuer et communiquer le matériel par tous moyens et sous tous formats pour toute utilisation, y compris commerciale.
 - ▶ **Adapter** — remixer, transformer et créer à partir du matériel pour toute utilisation, y compris commerciale.
- Selon les conditions suivantes :
 - ▶ **Attribution** — Vous devez créditer l'œuvre, intégrer un lien vers la licence et indiquer si des modifications ont été effectuées à l'œuvre. Vous devez indiquer ces informations par tous les moyens raisonnables, sans toutefois suggérer que l'Offrant vous soutient ou soutient la façon dont vous avez utilisé son œuvre.
- ▶ <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.fr>