

Thème 2 - Types construits

00 Les Listes en Python

Programme Première

Contenus	Capacités attendues	Commentaires
Tableau indexé, tableau donné en compréhension	Lire et modifier les éléments d'un tableau grâce à leurs index. Construire un tableau par compréhension. Utiliser des tableaux de tableaux pour représenter des matrices : notation <code>a[i][j]</code> . Itérer sur les éléments d'un tableau.	Seuls les tableaux dont les éléments sont du même type sont présentés. Aucune connaissance des tranches (slices) n'est exigible. L'aspect dynamique des tableaux de Python n'est pas évoqué. Python identifie listes et tableaux. Il n'est pas fait référence aux tableaux de la bibliothèque NumPy.

1. Notion de tableau, indices

En informatique (comme ailleurs...), un tableau permet de stocker de façon structurée plusieurs valeurs, en général de même type¹.

Voici comment on se représente traditionnellement un tableau de 6 entiers, avec des cases (ou cellules):

4	2	1	42	78	12
---	---	---	----	----	----

Bien entendu, il faut stocker ce tableau dans une variable et lui donner un nom. Appelons-le `t`. Ce tableau est **ordonné**, le premier élément est 4, le deuxième est 2, et le dernier est 12.

On repère chaque élément du tableau par sa position, le numéro de la case, qu'on appelle **indice**.

	0	1	2	3	4	5
t	4	2	1	42	78	12

Généralement, on utilise la notation `t[i]` pour désigner l'élément d'indice `i` du tableau `t`. Par exemple, dans notre exemple, `t[3]` contient la valeur 42.

Enfin la **taille** d'un tableau est le nombre d'éléments qu'il contient. Ici le tableau `t` a une taille égale à 6.

2. Tableau et liste de Python

 **Le type** `list`

En Python, on implémente le type abstrait de tableau par le type `list`. On définit un tableau avec des **crochets** et on sépare ses éléments par des **virgules**. Par abus de langage on parle de liste plutôt que de tableau².

Une liste vide se déclarera par `[]`.

2.1. Déclaration d'une liste

 **Exemple 1**
 **Script Python**

```
>>> t = [4, 2, 1, 42, 78, 12]
>>> type(t)
<class 'list'>
>>> famille = ["Bart", "Lisa", "Maggie"] # (1)
>>> type(famille)
<class 'list'>
```

1. Nous prendrons souvent l'exemple de la famille Simpsons.

- Une liste **vide** se déclarera avec `[]`.

 **Script Python**

```
>>> copies_corrigees = []
```

Nous verrons plus tard qu'il est fréquent dans les exercices de partir d'une liste vide et d'ajouter progressivement des éléments.

2.2. Accès aux éléments d'une liste

👍 Exemple 2

🐍 Script Python

```
>>> t = [4, 2, 1, 42, 78, 12]
>>> t[3]
42
>>> t[-1]
12
>>> famille = ["Bart", "Lisa", "Maggie"] # (1)
>>> famille[0]
'Bart'
>>> famille[1]
'Lisa'
>>> famille[2]
'Maggie'
>>> famille[3]
Traceback (most recent call last):
File "<pyshell>", line 1, in <module>
IndexError: list index out of range
```

Remarques :

- Un indice qui dépasse la valeur `longueur de la liste -1` provoquera donc une erreur `list index out of range`. C'est une erreur **très fréquente** lorsqu'on manipule des listes.
- Il est par contre possible d'utiliser des indices **négatifs**. On utilise par exemple très souvent l'indice `-1` pour accéder au dernier élément de la liste, sans avoir à connaître la longueur de celle-ci :

🐍 Script Python

```
>>> famille[-1]
'Maggie'
```

2.3. Longueur d'une liste

👍 Exemple 3

La longueur d'une liste sera donnée par la fonction `len()`, qui renvoie donc un nombre entier positif ou nul.

🐍 Script Python

```
>>> len(famille)
3
```

Remarques :

- La liste vide a pour longueur 0 :

🐍 Script Python

```
>>> len([])
0
```

- Le dernier élément d'une liste `maliste` (non vide) sera donc toujours l'élément d'indice `len(maliste)-1`.

Script Python

```
>>> famille[len(famille) - 1]
'Maggie'
```

- Comme indiqué précédemment, ce dernier élément est aussi accessible par l'indice `-1`.

Remarques bis:

- on obtient la taille d'une liste avec la fonction `len`;
- un indice supérieur à `len(t) - 1` provoque une erreur `IndexError: list index out of range` (en dehors de la liste);
- on peut utiliser les indices négatifs: en particulier l'indice `-1` permet d'accéder facilement au **dernier** élément.

3. Parcours des éléments d'une liste ★★★

Il existe principalement deux méthodes pour parcourir une liste :

- par ses éléments
- par les indices.

Mais dans les deux cas on utilise une boucle `for`.

Ces deux méthodes sont à maîtriser impérativement.

3.1. Parcours «par éléments»

C'est la méthode la plus naturelle, celle déjà vue lors de la présentation de la boucle `for`. Nous allons simplement *itérer* sur les éléments de la liste.

Exemple 4

Le code :

Script Python

```
1  famille = ["Bart", "Lisa", "Maggie"]
2
3  for membre in famille:
4      print(membre)
```

renverra :

Script Python

```
Bart
Lisa
Maggie
```

Remarque :

- Penser à donner un nom signifiant à la variable qui parcourt la liste. Il aurait par exemple été très maladroit d'écrire

 Script Python

```
for k in famille:  
    print(k)
```

En effet le nom de variable `k` est habituellement utilisé pour les nombres (les indices, les compteurs...).

Exercice 1

Énoncé

Après un référendum, la liste `urne` contient uniquement des 'oui' ou des 'non'. Déterminer le vainqueur de ce référendum.

 Script Python

Correction

Script Python

3.2. Parcours «par indice»

Chaque élément étant accessible par son indice (de `0` à `len(liste) - 1`), il suffit de faire parcourir à une variable `i` l'ensemble des entiers de `0` à `len(liste) - 1`, par l'instruction `range(len(liste))` :

👍 Exemple 5

Le code :

🐍 Script Python

```
1 famille = ["Bart", "Lisa", "Maggie"]
2
3 for i in range(len(famille)):
4     print(famille[i])
```

renverra :

🐍 Script Python

```
Bart
Lisa
Maggie
```

⚠️ **Bonne habitude à prendre** : nommer sa variable d'indice `i`, `j`, `k` ou `indice` mais pas autre chose !

3.3. Avantages et inconvénients de chaque méthode

3.3.1. Parcours par élément

🐍 Script Python

```
for membre in famille:
    print(membre)
```

Les avantages 👍

- la simplicité : un code plus facile à écrire, avec un nom de variable explicite.
- la sécurité : pas de risque d'`index out of range` !

Les inconvénients 🤢

- méthode rudimentaire : lorsqu'on est «positionné» sur un élément, il n'est pas possible d'accéder au précédent ou au suivant. (et c'est parfois utile).
- on n'a pas accès à l'indice correspondant à la valeur.
- on ne peut pas modifier l'élément sur lequel on est positionné :

🐍 Script Python

```
>>> lst = [1, 2, 3]
>>> for nb in lst:
...     nb = nb * 2 # ①
...
>>> lst
[2, 4, 6] # ②
```

3.3.2.

Parcours par indice

 Script Python

```
for i in range(len(famille)):
    print(famille[i])
```

Les avantages 

- le contrôle : en parcourant par indice, on peut s'arrêter où on veut, on peut accéder au suivant/précédent...
- pour les tableaux à deux dimensions, on retrouve la désignation classique d'un élément par numéro de ligne / numéro de colonne.

Les inconvénients 

- la complexité : il faut connaître le nombre d'éléments de la liste (ou le récupérer par la fonction `len()`)
- le risque d'erreur : encore et toujours le `index out of range` ...

 Exercice 2

Énoncé

On donne la liste :

 Script Python

```
lst = [3, 1, 4, 1, 5, 9]
```

En utilisant un parcours **par indice** :

1. Afficher les éléments de cette liste.
2. Afficher les éléments de cette liste **dans l'ordre inverse** (en commençant par 9)

Correction 

 Script Python

```
1 lst = [3, 1, 4, 1, 5, 9]
2
3 for i in range(len(lst)-1, -1, -1):
4     print(lst[i])
```

 Exercice 3

Énoncé

Trouvez le nombre qui est **exactement à la même place** dans la liste `list1` et dans la liste `list2`, sachant que :

- les deux listes ont la même taille
- vous n'avez droit qu'à une seule boucle `for`.

 Script Python

```
list1 = [8468, 4560, 3941, 3328, 7, 9910, 9208, 8400, 6502, 1076, 5921, 6720, 948, 9561, 7391,
7745, 9007, 9707, 4370, 9636, 5265, 2638, 8919, 7814, 5142, 1060, 6971, 4065, 4629, 4490, 2480,
9180, 5623, 6600, 1764, 9846, 7605, 8271, 4681, 2818, 832, 5280, 3170, 8965, 4332, 3198, 9454,
2025, 2373, 4067]
list2 = [9093, 2559, 9664, 8075, 4525, 5847, 67, 8932, 5049, 5241, 5886, 1393, 9413, 8872, 2560,
4636, 9004, 7586, 1461, 350, 2627, 2187, 7778, 8933, 351, 7097, 356, 4110, 1393, 4864, 1088,
3904, 5623, 8040, 7273, 1114, 4394, 4108, 7123, 8001, 5715, 7215, 7460, 5829, 9513, 1256, 4052,
1585, 1608, 3941]
```

Correction

 Script Python

```
1 list1 = [8468, 4560, 3941, 3328, 7, 9910, 9208, 8400, 6502, 1076, 5921, 6720, 948, 9561,
2 7391, 7745, 9007, 9707, 4370, 9636, 5265, 2638, 8919, 7814, 5142, 1060, 6971, 4065, 4629,
3 4490, 2480, 9180, 5623, 6600, 1764, 9846, 7605, 8271, 4681, 2818, 832, 5280, 3170, 8965,
4 4332, 3198, 9454, 2025, 2373, 4067]
5 list2 = [9093, 2559, 9664, 8075, 4525, 5847, 67, 8932, 5049, 5241, 5886, 1393, 9413, 8872,
6 2560, 4636, 9004, 7586, 1461, 350, 2627, 2187, 7778, 8933, 351, 7097, 356, 4110, 1393, 4864,
1088, 3904, 5623, 8040, 7273, 1114, 4394, 4108, 7123, 8001, 5715, 7215, 7460, 5829, 9513,
1256, 4052, 1585, 1608, 3941]

for i in range(len(list1)):
    if list1[i] == list2[i]:
        print(list1[i])
```

Exercice 4

Énoncé

Dans la liste

Script Python

```
lst = [2428970, 1518306, 4971405, 1690994, 7918102, 4030834, 8830131, 7514856, 7903128, 6307569,
6624056, 5260490, 6447835, 4598783, 9108626, 5045240, 4128269, 4460134, 2497873, 5076659,
8104003, 7604887, 7451976, 4136924, 5691945, 8726293, 7855592, 3562473, 8849129, 6488474,
5303587, 2606124, 5484044, 4559758, 7592232, 2211406, 9974334, 7988936, 7582946, 7668748,
1799997, 3837917, 3196209, 7064342, 2543765, 1182013, 7253381, 1153735, 1037391, 4375946,
4445821, 5965587, 6001887, 4162629, 5235783, 8716582, 4901175, 5445422, 1120005, 8332321,
7075046, 2194175, 5557300, 2887907, 5103214, 2520744, 5104399, 2065665, 3035703, 7890213,
1758301, 3407982, 1355453, 4896338, 7979392, 9671602, 9690721, 7423779, 7423780, 3080825,
6785783, 3836837, 7310931, 1857470, 3492507, 2823231, 1492310, 1911148, 9620515, 5564910,
7009452, 7464745, 9608747, 7267383, 6939140, 6556578, 3592267, 8135497, 4881660, 5346884,
6859150]
```

se cachent deux nombres consécutifs. Pouvez-vous les trouver ?

Correction

Script Python

```
1 lst = [2428970, 1518306, 4971405, 1690994, 7918102, 4030834, 8830131, 7514856, 7903128,
2 6307569, 6624056, 5260490, 6447835, 4598783, 9108626, 5045240, 4128269, 4460134, 2497873,
3 5076659, 8104003, 7604887, 7451976, 4136924, 5691945, 8726293, 7855592, 3562473, 8849129,
4 6488474, 5303587, 2606124, 5484044, 4559758, 7592232, 2211406, 9974334, 7988936, 7582946,
5 7668748, 1799997, 3837917, 3196209, 7064342, 2543765, 1182013, 7253381, 1153735, 1037391,
4375946, 4445821, 5965587, 6001887, 4162629, 5235783, 8716582, 4901175, 5445422, 1120005,
8332321, 7075046, 2194175, 5557300, 2887907, 5103214, 2520744, 5104399, 2065665, 3035703,
7890213, 1758301, 3407982, 1355453, 4896338, 7979392, 9671602, 9690721, 7423779, 7423780,
3080825, 6785783, 3836837, 7310931, 1857470, 3492507, 2823231, 1492310, 1911148, 9620515,
5564910, 7009452, 7464745, 9608747, 7267383, 6939140, 6556578, 3592267, 8135497, 4881660,
5346884, 6859150]

for i in range(len(lst)-1): # Il faut s'arrêter à l'avant-dernier élément de la liste
    if lst[i] + 1 == lst[i+1]:
        print(lst[i], lst[i+1])
```

3.4. Création de listes

Jusqu'à présent on a créé des listes en *extension*, c'est-à-dire qu'on a écrit tous les éléments un par un entre crochets. Voici deux autres façons de faire, souvent pratiques et parfois plus rapides lorsque la taille de la liste est grande.

1 Avec une boucle `for` et la méthode `append`

On crée une liste vide, puis on lui ajoute élément par élément.

Création d'une liste contenant les entiers multiples de 3 ou de 5 inférieurs à 100:

Script Python

```
1 multiples = []
2 for k in range(101):
3     if k%3 == 0 or k%5 == 0:
4         multiples.append(k)
```

1 Construction d'une liste en compréhension ★★★

C'est une grande caractéristique du langage Python (même si ce n'est pas une exclusivité) : la méthode de liste en compréhension propose une manière élégante, rapide et naturelle pour créer des listes.

«en compréhension», pourquoi ?

Cette expression vient des mathématiques. On dit qu'on définit un sous-ensemble *par compréhension* lorsqu'on part d'un ensemble plus grand dont on ne garde que les éléments vérifiant une certaine propriété.

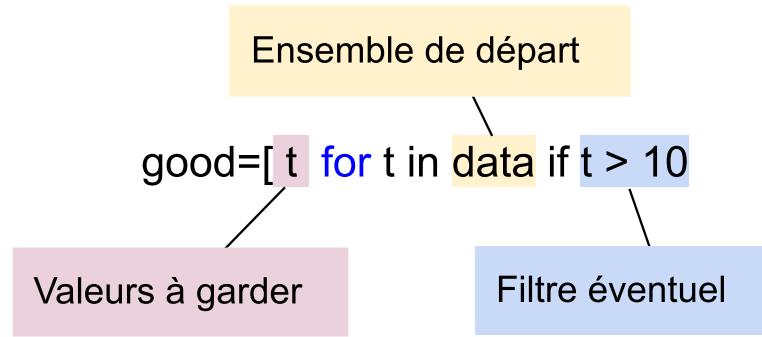
Exemple 6 ❤️

Imaginons que nous possédons une liste `data` de températures, dont nous ne voulons garder que celles strictement supérieures à 20.

Script Python

```
>>> data = [1, 7, 9, 15, 5, 20, 10, 18]
>>> good = [p for p in tab1 if p > 10]
>>> good
[15, 20, 18]
```

Explications :



3.4.1. le filtre éventuel

C'est lui qui donne tout son sens à cette méthode : il permet de ne garder que certaines valeurs. Il est pourtant éventuel : que se passe-t-il s'il n'y a pas de filtre ?

🐍 Script Python

```
>>> data = [17, 22, 15, 28, 16, 13, 21, 23]
>>> good = [t for t in data]
>>> good
[17, 22, 15, 28, 16, 13, 21, 23]
```

On se retrouve évidemment avec une nouvelle liste qui contient exactement les éléments de la liste de départ, ce qui n'est pas très intéressant. Pourtant les listes en compréhension *sans filtre* sont très fréquentes, nous le verrons plus loin.

ⓘ Éléments identiques

Il est souvent pratique d'initialiser une liste de taille donnée, souvent en la remplissant de la même valeur, souvent 0. Par exemple, pour produire une liste contenant 26 zéros:

🐍 Script Python

```
>>> lst = 26 * [0]
>>> lst
[0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0]
```

 Exercice 5

Énoncé

Construire une liste contenant tous les nombres inférieurs à 100 qui sont divisibles par 7.

Correction

 Script Python

```

1  lst = []
2  for n in range(1, 101):
3      if n % 7 == 0:
4          lst.append(n)

```

 Exercice 6

Énoncé

On considère la liste

 Script Python

```
temp = [11, 28, -16, -18, -10, 16, 10, 16, 2, 7, 23, 22, -4, -2, 19, 16, 22, -8, 18, -14, 29, -1, 16, 22, -5, 6, 2, -4, 9, -17, -13, 22, 14, 24, 22, -9, -18, -9, 25, -11, 17, 17, 25, -10, 2, -18, 29, 14, -16, 7]
```

Construire la liste `temp_pos` qui ne contient que les éléments positifs de `temp`.

Solution

 Script Python

```

1  temp_pos = []
2  for t in temp:
3      if t >= 0:
4          temp_pos.append(t)

```")}}

```

## Exercice 7

### Énoncé

On considère la liste `lst = [51, 52, 66, 91, 92, 82, 65, 53, 86, 42, 79, 95]`. Seuls les nombres entre 60 et 90 ont une signification : ce sont des codes ASCII (récupérables par la fonction `chr`).

Créer (en compréhension) une liste `sol` qui contient les lettres correspondants aux nombres ayant une signification.

### Correction

#### Script Python

```
>>> lst = [51, 52, 66, 91, 92, 82, 65, 53, 86, 42, 79, 95]
>>> decode = [chr(k) for k in lst if k > 60 and k < 90]
>>> decode
['B', 'R', 'A', 'V', 'O']
```

## 3.5. Modification de liste

En Python, les objets de type `list` sont modifiables (on emploie le mot *mutable*). Et c'est souvent une bonne chose, car des listes peuvent évoluer après leur création.

### Modification d'un élément existant

On modifie un élément du tableau par simple affectation, en écrasant sa valeur avec la nouvelle.

#### Script Python

```
>>> famille = ["Bart", "Lisa", "Maggie"]
>>> famille[0] = "Bartholomew" # oui, c'est son vrai nom
>>> famille
['Bartholomew', 'Lisa', 'Maggie']
```

### Ajout d'un élément en fin de liste

La méthode `append` permet d'ajouter un élément en fin de liste (et donc d'augmenter la taille de la liste).

#### Script Python

```
>>> famille = ["Bart", "Lisa", "Maggie"]
>>> famille.append("Homer")
>>> famille
['Bart', 'Lisa', 'Maggie', 'Homer']
```

## Suppression d'un élément

La méthode `remove` permet de supprimer la **première** occurrence de l'élément (et seulement la première). À condition bien entendu que l'élément soit dans la liste...

### Script Python

```
>>> matieres = ["nsi", "maths", "anglais", "français", "maths"]
>>> matieres.remove("maths")
>>> matieres
["nsi", "anglais", "français", "maths"]
>>> matieres.remove("espagnol")
Traceback (most recent call last):
File "<pyshell>", line 1, in <module>
ValueError: list.remove(x): x not in list
```

### Remarques :

- Attention, `remove` n'enlève que la *première occurrence* de l'élément désigné. S'il y en a d'autres après, elles resteront dans la liste :

### Script Python

```
>>> lst = [3, 1, 4, 5, 1, 9, 4]
>>> lst.remove(4)
>>> lst
[3, 1, 5, 1, 9, 4]
```

- Si l'élément à supprimer n'est pas trouvé, un message d'erreur est renvoyé :

### Script Python

```
>>> lst = [3, 1, 4, 5, 1, 9]
>>> lst.remove(2)
Traceback (most recent call last):
 File "<pyshell>", line 1, in <module>
ValueError: list.remove(x): x not in list
```

## Exercice 8

### Énoncé

Dans la liste suivante:

- remplacer "Loki" par "Thor"
- ajouter "Dr. Strange"
- supprimer l'intrus.

### Script Python

```
avengers = ["Black Widow", "Captain America", "Loki", "Iron Man", "Hulk", "Batman", "Hawkeye"]
```

### Solution

### Script Python

```
avengers[2] = 'Thor'
avengers.append('Dr. Strange')
avengers.remove('Batman')
```

## 4. Un phénomène inquiétant : la copie de liste (Hors Programme enfin presque ....)

### une copie un peu trop parfaite

Observez le code ci-dessous, réalisé sans trucage.

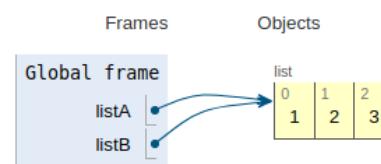
### Script Python

```
>>> listA = [1, 2, 3]
>>> listB = listA
>>> listA.append(7)
>>> listB
[1, 2, 3, 7]
>>> listB.append(8)
>>> listA
[1, 2, 3, 7, 8]
```

Tout se passe comme si les listes `listA` et `listB` étaient devenus des clones «synchronisés» depuis l'affectation `listB = listA`.

## Analyse grâce à PythonTutor

L'illustration de PythonTutor nous donne la clé de l'énigme :



`listA` et `listB` sont en fait **un seul et même objet**.

Comment en avoir le cœur net ? En observant leur adresse-mémoire, disponible grâce à la fonction `id` :

### Script Python

```
>>> id(listA)
140485841327616
>>> id(listB)
140485841327616
```

4.1. Mais alors, comment copier le contenu d'une liste vers une autre sans créer un clone ?

### Exemple fondateur n°12 ❤️

#### Script Python

```
>>> listA = [3, 4, 5]
>>> listB = list(listA)
```

D'autres possibilités existent, comme `listA.copy()`, ou encore `listA[::]` ...

 Exercice 9

## Énoncé

Effectuer les tests nécessaires pour prouver que l'exemple précédent a bien produit deux objets différents.

## Correction

 Script Python

```
>>> listA = [3, 4, 5]
>>> listB = list(listA)
>>> listA.append(9)
>>> listB
[3, 4, 5]
>>> id(listA)
140157471522368
>>> id(listB)
140157465797184
```

1. même si Python l'autorise, il n'y a pas beaucoup de situations où on va créer un tableau avec des valeurs de types différents. ↵
2. en fait la liste est un autre type abstrait de données en informatique. Python identifie un peu les deux. C'est un peu plus compliqué en réalité, mais c'est une autre histoire... ↵