

# Informatique et Calcul Scientifique

## Tuples, dictionnaires

26.03.2025

## La fois passée, on a vu...

- ▶ Notre première structure de données : les listes
- ▶ Les opérations sur les listes : ajouter/enlever des éléments, lire/modifier des éléments, calculs sur les listes...
- ▶ Les compréhensions de liste
- ▶ la notion de copie superficielle et les conséquences de la mutabilité

# But de la leçon

Aujourd'hui on...

...verra deux nouvelles structures de données :

- ▶ Les tuples
- ▶ Les dictionnaires.

et leur lien avec la définition de fonctions.

# Tuples

Un **tuple**, comme une liste, permet de regrouper et d'indexer des données.

A la différence d'une liste, un tuple est un objet **non mutable** ! On peut donc

- ▶ Créer un tuple
- ▶ Accéder à ses éléments en mode lecture uniquement.

On ne peut ni modifier un élément d'un tuple, ni lui ajouter/enlever des éléments.

On peut cependant effectuer sur un tuple toutes les opérations qu'on a vues sur les listes et qui ne les modifient pas.

## Créer un tuple

Un tuple est déclaré en utilisant des parenthèses rondes `()`.

- ▶ L'instruction `t = (0, 2, 4, 6)` crée un tuple contenant les éléments 0, 2, 4 et 6 et l'affecte à la variable `t`.
- ▶ Pour créer un tuple vide : `t = ()`
- ▶ Pour créer un tuple à un élément : `t = (1,)` par exemple.

# Créer un tuple

Un tuple est déclaré en utilisant des parenthèses rondes `()`.

- ▶ L'instruction `t = (0, 2, 4, 6)` crée un tuple contenant les éléments 0, 2, 4 et 6 et l'affecte à la variable `t`.
- ▶ Pour créer un tuple vide : `t = ()`
- ▶ Pour créer un tuple à un élément : `t = (1,)` par exemple.

```
# sans virgule, on affecte
# à t la valeur 1
t = (1)
print(t, type(t))

# avec virgule, on affecte
# à t le tuple contenant 1
t = (1,)
print(f"{t} est un {type(t)}\n"
de taille {len(t)})
```

Output :

```
1 <class 'int'>
(1,) est un <class 'tuple'> de
taille 1
```

# Créer un tuple

On peut créer un tuple à partir de n'importe quel autre objet itérable :

- ▶ une liste,
- ▶ un autre tuple,
- ▶ un range,
- ▶ une chaîne de caractères,
- ▶ ...

# Créer un tuple

On peut créer un tuple à partir de n'importe quel autre objet itérable :

- ▶ une liste,
- ▶ un autre tuple,
- ▶ un range,
- ▶ une chaîne de caractères,
- ▶ ...

```
t1 = tuple(range(1, 8, 2))
t2 = tuple([1, 3, 5, 7])
t3 = tuple("1357")
print(t1)
print(t2)
print(t3)
```

Output :

(1, 3, 5, 7)  
(1, 3, 5, 7)  
('1', '3', '5', '7')

# Calculs sur les tuples

Toutes les opérations qui ne modifient pas les listes s'appliquent aussi pour les tuples.

- ▶ `len(t)` donne le nombre d'éléments du tuple `t`
- ▶ Les éléments de `t` sont indexés de `0` à `len(t)-1` (ou de `-1` à `-len(t)` depuis la fin), `t[i]` est l'élément `i`
- ▶ `max(t)` , `min(t)` , `sum(t)` donnent le maximum, minimum, et la somme des éléments de `t` si ces quantités sont bien définies
- ▶ `t.count(x)` , `t.index(x)` donnent le nombre d'occurrences / l'index de la première occurrence de la valeur `x` dans le tuple `t`
- ▶ `t1 + t2` , `t1 * n` , `n * t1` créent un nouveau tuple résultant de la concaténation de `t1` avec `t2` ou de `t1` avec lui-même `n` fois
- ▶ Les expressions booléennes `x in t` et `x not in t` permettent de vérifier l'appartenance d'un élément de valeur `x` au tuple `t`

## Parcourir un tuple

Un tuple étant un objet itérable, on peut le parcourir à l'aide d'une boucle `for`.

- ▶ On peut itérer sur ses éléments...

# Parcourir un tuple

Un tuple étant un objet itérable, on peut le parcourir à l'aide d'une boucle `for`.

- ▶ On peut itérer sur ses éléments...

```
t = (1, 3, 5, 7)  
  
for x in t:  
    print(x+1)
```

Output :  
2  
4  
6  
8

- ▶ ... ou sur ses indices

# Parcourir un tuple

Un tuple étant un objet itérable, on peut le parcourir à l'aide d'une boucle `for`.

- ▶ On peut itérer sur ses éléments...

```
t = (1, 3, 5, 7)  
  
for x in t:  
    print(x+1)
```

Output :  
2  
4  
6  
8

- ▶ ... ou sur ses indices

```
t = (1, 3, 5, 7)  
  
for i in range(len(t)):  
    print(i+1, t[i]+1)
```

Output :  
1 2  
2 4  
3 6  
4 8

# Un tuple est immutable

Une fois qu'un tuple a été créé, on ne peut plus modifier aucun de ses éléments :

# Un tuple est immutable

Une fois qu'un tuple a été créé, on ne peut plus modifier aucun de ses éléments :

```
t = (1, "abc")
t[1] = "cde"
```

Output :

`TypeError: 'tuple' object does not support item assignment`

- ▶ Mais un tuple, comme une liste, contient des *références* à des objets en mémoire, et peut donc contenir une référence à un objet mutable, qui lui peut changer !

# Un tuple est immutable

Une fois qu'un tuple a été créé, on ne peut plus modifier aucun de ses éléments :

```
t = (1, "abc")
t[1] = "cde"
```

Output :

`TypeError: 'tuple' object does not support item assignment`

- ▶ Mais un tuple, comme une liste, contient des *références* à des objets en mémoire, et peut donc contenir une référence à un objet mutable, qui lui peut changer !

```
t = ([1, 2], "abc")
t[0].append(3)
print(t)
```

Output :

`([1, 2, 3], 'abc')`

# Différences entre une liste et un tuple

La grande différence entre une liste et un tuple est que le premier est mutable et le second immutable. Ceci a deux conséquences principales :

1. Un tuple prend moins de place en mémoire qu'une liste. Les opérations effectuées sur celui-ci (lecture, itération) sont ainsi plus rapides que sur les listes.

# Différences entre une liste et un tuple

La grande différence entre une liste et un tuple est que le premier est mutable et le second immutable. Ceci a deux conséquences principales :

1. Un tuple prend moins de place en mémoire qu'une liste. Les opérations effectuées sur celui-ci (lecture, itération) sont ainsi plus rapides que sur les listes.
2. La liste pouvant être modifiée, on l'utilisera plutôt pour stocker des données qui sont susceptibles d'évoluer au cours de votre programme.

On utilisera plutôt un tuple pour transporter des informations d'un bout à l'autre de notre code en s'assurant que celles-ci restent inchangées.

# Packing, unpacking

On peut simultanément affecter à une variable plusieurs valeurs qui seront “emballées” dans un tuple. C'est l'opération de **packing**.

# Packing, unpacking

On peut simultanément affecter à une variable plusieurs valeurs qui seront “emballées” dans un tuple. C'est l'opération de **packing**.

```
t = 1, 2, 3  
print(t)
```

Output :  
(1, 2, 3)

De même, on peut affecter un tuple de taille **n** à **n** variables simultanément : le tuple sera “déballé” en **n** éléments qui seront affectés aux **n** variables. C'est l'opération de **unpacking**

# Packing, unpacking

On peut simultanément affecter à une variable plusieurs valeurs qui seront “emballées” dans un tuple. C'est l'opération de **packing**.

```
t = 1, 2, 3  
print(t)
```

Output :  
(1, 2, 3)

De même, on peut affecter un tuple de taille **n** à **n** variables simultanément : le tuple sera “déballé” en **n** éléments qui seront affectés aux **n** variables. C'est l'opération de **unpacking**

```
x, y, z = t  
print(x, y, z, type(x))
```

Output :  
1 2 3 <class 'int'>

# Packing, unpacking

On peut simultanément affecter à une variable plusieurs valeurs qui seront “emballées” dans un tuple. C'est l'opération de **packing**.

```
t = 1, 2, 3  
print(t)
```

Output :  
(1, 2, 3)

De même, on peut affecter un tuple de taille  $n$  à  $n$  variables simultanément : le tuple sera “déballé” en  $n$  éléments qui seront affectés aux  $n$  variables. C'est l'opération de **unpacking**

```
x, y, z = t  
print(x, y, z, type(x))
```

Output :  
1 2 3 <class 'int'>

Derrière une affectation multiple se cachent donc une opération de packing et de unpacking.

# Packing, unpacking

On peut simultanément affecter à une variable plusieurs valeurs qui seront “emballées” dans un tuple. C'est l'opération de **packing**.

```
t = 1, 2, 3  
print(t)
```

Output :  
(1, 2, 3)

De même, on peut affecter un tuple de taille **n** à **n** variables simultanément : le tuple sera “déballé” en **n** éléments qui seront affectés aux **n** variables. C'est l'opération de **unpacking**

```
x, y, z = t  
print(x, y, z, type(x))
```

Output :  
1 2 3 <class 'int'>

Derrière une affectation multiple se cachent donc une opération de packing et de unpacking.

```
x, y, z = 1, 2, 3  
print(x, y, z)
```

Output :  
1 2 3

# Packing, unpacking

Lorsqu'une fonction retourne plusieurs valeurs, elle retourne en fait un tuple contenant ces valeurs.

- ▶ Si une fonction retourne `n` valeurs, on peut donc directement affecter à `n` variables les valeurs renvoyées par l'appel de la fonction.

# Packing, unpacking

Lorsqu'une fonction retourne plusieurs valeurs, elle retourne en fait un tuple contenant ces valeurs.

- ▶ Si une fonction retourne `n` valeurs, on peut donc directement affecter à `n` variables les valeurs renvoyées par l'appel de la fonction.

```
def aire_perim_rectangle(x, y):  
    aire = x * y  
    perimetre = 2 * x + 2 * y  
    return aire, perimetre  
  
t = aire_perim_rectangle(2, 3)  
print(t, type(t))  
  
a, p = aire_perim_rectangle(2, 3)  
print(a, p)
```

Output :  
(6, 10) <class 'tuple'>  
6 10

Lors de l'écriture de programmes, on peut être amené à manipuler des objets plus complexes.

- ▶ On aimerait par exemple associer un "mot" avec une certaine valeur. *Souvenez-vous des arguments par mot-clés !*

# Dictionnaires

Lors de l'écriture de programmes, on peut être amené à manipuler des objets plus complexes.

- ▶ On aimerait par exemple associer un "mot" avec une certaine valeur. *Souvenez-vous des arguments par mot-clés !*

Une telle structure de données dite par correspondance existe en Python. Il s'agit de **dictionnaires**.

- ▶ Un dictionnaire (`dict`) est une structure de données *non-ordonnée* qui permet d'indexer des objets (les valeurs) non pas avec des entiers  $0, 1, 2, \dots$  mais avec des **clés**.

# Dictionnaires

Lors de l'écriture de programmes, on peut être amené à manipuler des objets plus complexes.

- ▶ On aimerait par exemple associer un "mot" avec une certaine valeur. *Souvenez-vous des arguments par mot-clés !*

Une telle structure de données dite par correspondance existe en Python. Il s'agit de **dictionnaires**.

- ▶ Un dictionnaire (`dict`) est une structure de données *non-ordonnée* qui permet d'indexer des objets (les valeurs) non pas avec des entiers  $0, 1, 2, \dots$  mais avec des **clés**.
- ▶ Il s'agit d'un ensemble de paires `dict = {clé: valeur}` .

# Dictionnaires

Lors de l'écriture de programmes, on peut être amené à manipuler des objets plus complexes.

- ▶ On aimerait par exemple associer un "mot" avec une certaine valeur. *Souvenez-vous des arguments par mot-clés !*

Une telle structure de données dite par correspondance existe en Python. Il s'agit de **dictionnaires**.

- ▶ Un dictionnaire ( `dict` ) est une structure de données *non-ordonnée* qui permet d'indexer des objets (les valeurs) non pas avec des entiers 0, 1, 2, ... mais avec des **clés**.
- ▶ Il s'agit d'un ensemble de paires `dict = {clé: valeur}` .

```
dict_007 = {  
    "nom": "Bond",  
    "prenom": "James",  
    "dob": 1920,  
}  
print(dict_007["dob"])
```

Output :  
1920

# Dictionnaires

On peut penser à un dictionnaire de langues : il contient des paires (mot, définition). On peut accéder à la définition en cherchant le mot correspondant dans le dictionnaire.

- ▶ Comme un dictionnaire de langues, un dictionnaire Python stocke des valeurs (les définitions) indexées par des clés uniques (les mots).

```
d = {  
    "Pommier": "Arbre a frondaison arrondie  
                dont le fruit est la pomme.",  
    "Lune": "Satellite de la Terre,  
            recevant sa lumiere du Soleil.",  
    "Tasse": "Petit recipient a anse ou  
              a oreilles, servant a boire.",  
}  
  
print(d["Tasse"])
```

Output :  
Petit  
récipient  
à anse ou  
à  
oreilles,  
servant à  
boire.

# Opérations sur les dictionnaires

Comme les listes, les dictionnaires sont des objets **mutables**.

On peut donc :

- ▶ Créer un dictionnaire

# Opérations sur les dictionnaires

Comme les listes, les dictionnaires sont des objets **mutables**.

On peut donc :

- ▶ Créer un dictionnaire
- ▶ Effectuer des opérations de lecture :
  - ▶ Lire un élément d'un dictionnaire
  - ▶ Parcourir les clés/valeurs d'un dictionnaire
  - ▶ ...

# Opérations sur les dictionnaires

Comme les listes, les dictionnaires sont des objets **mutables**.

On peut donc :

- ▶ Créer un dictionnaire
- ▶ Effectuer des opérations de lecture :
  - ▶ Lire un élément d'un dictionnaire
  - ▶ Parcourir les clés/valeurs d'un dictionnaire
  - ▶ ...
- ▶ Effectuer des opérations d'écriture :
  - ▶ Modifier un élément d'un dictionnaire
  - ▶ Ajouter/enlever un élément d'un dictionnaire
  - ▶ ...

# Créer un dictionnaire

On peut créer un dictionnaire :

- ▶ vide, avec une paire d'accolades vide : `d = {}`

---

. La virgule après le dernier élément du dictionnaire est optionnelle mais c'est une **bonne pratique** de l'inclure.

# Créer un dictionnaire

On peut créer un dictionnaire :

- ▶ vide, avec une paire d'accolades vide : `d = {}`
- ▶ contenant déjà des paires (clé, valeur) avec la syntaxe

```
d = {clé_1:valeur_1, clé_2:valeur_2, ..., clé_n:valeur_n,}
```

Pour la lisibilité on peut aussi introduire des retours de ligne :

---

. La virgule après le dernier élément du dictionnaire est optionnelle mais c'est une **bonne pratique** de l'inclure.

# Créer un dictionnaire

On peut créer un dictionnaire :

- ▶ vide, avec une paire d'accolades vide : `d = {}`
- ▶ contenant déjà des paires (clé, valeur) avec la syntaxe

```
d = {clé_1:valeur_1, clé_2:valeur_2, ..., clé_n:valeur_n,}
```

Pour la lisibilité on peut aussi introduire des retours de ligne :

```
d = {  
    clé_1: valeur_1,  
    clé_2: valeur_2,  
    ...  
    clé_n: valeur_n,  
}
```

. La virgule après le dernier élément du dictionnaire est optionnelle mais c'est une **bonne pratique** de l'inclure.

## Créer un dictionnaire

- ▶ Les clés peuvent être n'importe quel objet non mutable

# Créer un dictionnaire

- ▶ Les clés peuvent être n'importe quel objet non mutable

```
d = {  
    1: "poire",  
    "deux": "pomme",  
    3.0: "prune",  
    (4,5): "fraise",  
}
```

```
d = {[1, 2]: 3}
```

Output :

**TypeError**: unhashable type: 'list'

- ▶ Les clés doivent être uniques. Si on définit plusieurs paires (clé, valeur) avec la même clé, seule la dernière sera gardée.

# Créer un dictionnaire

- ▶ Les clés peuvent être n'importe quel objet non mutable

```
d = {  
    1: "poire",  
    "deux": "pomme",  
    3.0: "prune",  
    (4,5): "fraise",  
}
```

```
d = {[1, 2]: 3}
```

Output :

**TypeError**: unhashable type: 'list'

- ▶ Les clés doivent être uniques. Si on définit plusieurs paires (clé, valeur) avec la même clé, seule la dernière sera gardée.

```
d = {1:123, 2:123, 1:345}  
print(d)
```

Output :

{1: 345, 2: 123}

## Créer un dictionnaire à partir d'une liste ou d'un tuple

L'instruction `dict(L)` crée un dictionnaire à partir d'une liste `L` de paires (de tuples de taille 2) :

# Créer un dictionnaire à partir d'une liste ou d'un tuple

L'instruction `dict(L)` crée un dictionnaire à partir d'une liste `L` de paires (de tuples de taille 2) :

```
L = [(1, "a"), (2, "b"), (3, "c")]
d = dict(L)
print(d)
```

Output :

```
{1: 'a', 2: 'b', 3: 'c'}
```

De même on peut créer un dictionnaire à partir d'un tuple de paires (donc un tuple de tuples) :

# Créer un dictionnaire à partir d'une liste ou d'un tuple

L'instruction `dict(L)` crée un dictionnaire à partir d'une liste `L` de paires (de tuples de taille 2) :

```
L = [(1, "a"), (2, "b"), (3, "c")]
d = dict(L)
print(d)
```

Output :  
{1: 'a', 2: 'b', 3: 'c'}

De même on peut créer un dictionnaire à partir d'un tuple de paires (donc un tuple de tuples) :

```
t = ((1, "a"), (2, "b"), (1, "c"))
d = dict(t)
print(d)
```

Output :  
{1: 'c', 2: 'b'}

## Accéder à un élément

On peut accéder à l'élément de clé `key` du dictionnaire `d` avec la syntaxe `d[key]`, si un tel élément existe :

# Accéder à un élément

On peut accéder à l'élément de clé `key` du dictionnaire `d` avec la syntaxe `d[key]`, si un tel élément existe :

```
d_fruits = {  
    10: "poire",  
    20: "pomme",  
    30: "prune",  
}  
print(d_fruits[10])
```

Output :  
poire

S'il n'y a pas d'élément de clé `key` dans `d`, `d[key]` produira une erreur :

# Accéder à un élément

On peut accéder à l'élément de clé `key` du dictionnaire `d` avec la syntaxe `d[key]`, si un tel élément existe :

```
d_fruits = {  
    10: "poire",  
    20: "pomme",  
    30: "prune",  
}  
print(d_fruits[10])
```

Output :  
poire

S'il n'y a pas d'élément de clé `key` dans `d`, `d[key]` produira une erreur :

```
print(d_fruits[5])
```

Output :  
**KeyError: 5**

## Accéder à un élément

Pour éviter une erreur si l'élément recherché n'existe pas dans le dictionnaire, on peut exécuter l'instruction `d.get(key)` .

- ▶ La méthode `get` de la classe `dict` retourne l'élément de clé `key` si un tel élément existe, et retourne `None` autrement.

# Accéder à un élément

Pour éviter une erreur si l'élément recherché n'existe pas dans le dictionnaire, on peut exécuter l'instruction `d.get(key)`.

- ▶ La méthode `get` de la classe `dict` retourne l'élément de clé `key` si un tel élément existe, et retourne `None` autrement.

```
d_fruits = {  
    10: "poire",  
    20: "pomme",  
    30: "prune",  
}  
print(d_fruits.get(10))  
print(d_fruits.get(5))
```

Output :  
poire  
None

## Insérer/modifier un élément

L'instruction `d[key] = val` permet :

- ▶ s'il n'existe pas d'élément de clé `key` dans le dictionnaire `d`, d'insérer la paire `(key, val)`

## Insérer/modifier un élément

L'instruction `d[key] = val` permet :

- ▶ s'il n'existe pas d'élément de clé `key` dans le dictionnaire `d`, d'insérer la paire `(key, val)`
- ▶ s'il existe un élément de clé `key` dans le dictionnaire `d`, de modifier sa valeur à `val`.

# Insérer/modifier un élément

L'instruction `d[key] = val` permet :

- ▶ s'il n'existe pas d'élément de clé `key` dans le dictionnaire `d`, d'insérer la paire `(key, val)`
- ▶ s'il existe un élément de clé `key` dans le dictionnaire `d`, de modifier sa valeur à `val`.

```
d_fruits = {}
d_fruits[10] = "poire"
print(d_fruits)
d_fruits[20] = "pomme"
print(d_fruits)
d_fruits[10] = "fraise"
print(d_fruits)
```

Output :

```
{10: 'poire'}
{10: 'poire', 20: 'pomme'}
{10: 'fraise', 20: 'pomme'}
```

## Supprimer un élément

L'instruction `del d[key]` supprime l'élément de clé `key` du dictionnaire `d`

# Supprimer un élément

L'instruction `del d[key]` supprime l'élément de clé `key` du dictionnaire `d`

```
d = {10: "poire", 20:"pomme"}  
del d[10]  
print(d)
```

Output :  
{20: 'pomme'}

- ▶ S'il n'existe pas d'élément de clé `key` dans `d`, `del d[key]` produit une erreur.

```
del d[3]
```

Output :  
KeyError: 3

## Petit point mémoire

Attention ! Tout comme les listes, les dictionnaires ne stockent pas des objets mais des **références** vers ces objets.

- ▶ Si l'objet est mutable, alors sa modification sera répercutée sur le dictionnaire :

# Petit point mémoire

Attention ! Tout comme les listes, les dictionnaires ne stockent pas des objets mais des **références** vers ces objets.

- ▶ Si l'objet est mutable, alors sa modification sera répercutée sur le dictionnaire :

```
original = [1, 2, 3]
d = {"cle": original}
original.append(4)

print(original, d, sep='\n')
```

Output :  
[1, 2, 3, 4]  
{'cle': [1, 2, 3, 4]}

- ▶ S'il est immuable, on crée simplement une nouvelle référence

# Petit point mémoire

Attention ! Tout comme les listes, les dictionnaires ne stockent pas des objets mais des **références** vers ces objets.

- ▶ Si l'objet est mutable, alors sa modification sera répercutée sur le dictionnaire :

```
original = [1, 2, 3]
d = {"cle": original}
original.append(4)

print(original, d, sep='\n')
```

Output :  
[1, 2, 3, 4]  
{'cle': [1, 2, 3, 4]}

- ▶ S'il est immuable, on crée simplement une nouvelle référence

```
original = 10
d = {"cle": original}
original += 5

print(original, d, sep='\n')
```

Output :  
15  
{'cle': 10}

# Appartenance

On peut vérifier l'appartenance d'une clé à un dictionnaire avec le mot-clé `in` :

# Appartenance

On peut vérifier l'appartenance d'une clé à un dictionnaire avec le mot-clé `in` :

```
d = {  
    "pomme": "malus domestica",  
    "poire": "pyrus communis",  
    "fraise": "fragaria x ananassa",  
}  
  
print("pomme" in d)  
print("mangue" not in d)
```

Output :

True

True

# Parcourir un dictionnaire

Un dictionnaire est un objet **itérable**. Comme pour les ranges, listes, strings, tuples, on peut itérer sur ses **clés** avec une boucle `for`.

- ▶ Les éléments du dictionnaire sont alors parcourus dans le même ordre que celui dans lequel il a été rempli.

# Parcourir un dictionnaire

Un dictionnaire est un objet **itérable**. Comme pour les ranges, listes, strings, tuples, on peut itérer sur ses **clés** avec une boucle `for`.

- ▶ Les éléments du dictionnaire sont alors parcourus dans le même ordre que celui dans lequel il a été rempli.

```
for x in d:  
    print(x)
```

Output :

pomme  
poire  
fraise

Parcourir les clés d'un dictionnaire nous donne accès également aux valeurs associées.

# Parcourir un dictionnaire

Un dictionnaire est un objet **itérable**. Comme pour les ranges, listes, strings, tuples, on peut itérer sur ses **clés** avec une boucle `for`.

- ▶ Les éléments du dictionnaire sont alors parcourus dans le même ordre que celui dans lequel il a été rempli.

```
for x in d:  
    print(x)
```

Output :  
pomme  
poire  
fraise

Parcourir les clés d'un dictionnaire nous donne accès également aux valeurs associées.

```
for x in d:  
    print(f"d[{x}] = {d[x]}")
```

Output :  
d[pomme] = malus domestica  
d[poire] = pyrus communis  
d[fraise] = fragaria ×  
ananassa

# Parcourir un dictionnaire

On peut aussi parcourir les clés, les valeurs ou les paires (clé, valeur) d'un dictionnaire `d` en itérant respectivement sur les vues<sup>1</sup> `d.keys()` , `d.values()` ou `d.items()` .

# Parcourir un dictionnaire

On peut aussi parcourir les clés, les valeurs ou les paires (clé, valeur) d'un dictionnaire `d` en itérant respectivement sur les vues<sup>1</sup> `d.keys()` , `d.values()` ou `d.items()` .

```
d_fruits = {  
    10: "poire",  
    20: "pomme",  
    30: "prune",  
}  
  
for x in d_fruits.keys():  
    print(x)  
print()  
  
for x in d_fruits.values():  
    print(x)
```

Output :

10

20

30

poire

pomme

prune

## 1. Vues en Python

# Parcourir un dictionnaire

Itérer sur la vue `d.items()` revient à itérer sur des tuples.

# Parcourir un dictionnaire

Itérer sur la vue `d.items()` revient à itérer sur des tuples.

```
for x in d_fruits.items():
    print(x)

print()

# tuple unpacking
for x, y in d_fruits.items():
    print(x, y)
```

Output :

(10, 'poire')  
(20, 'pomme')  
(30, 'prune')

10 poire  
20 pomme  
30 prune

# Compréhension de dictionnaire

Comme pour les listes, on peut créer de manière compacte un dictionnaire en compréhension.

```
d = {cle:val for element in ensemble_depart if condition}
```

# Compréhension de dictionnaire

Comme pour les listes, on peut créer de manière compacte un dictionnaire en compréhension.

```
d = {cle:val for element in ensemble_depart if condition}
```

Les deux programmes ci-dessous créent le même dictionnaire :

```
d = {1: 1, 2: 4, 3: 9, 4: 16}
```

```
d = {}
for x in range(1, 5):
    d[x] = x**2
```

```
d = {x : x**2 for x in range(1, 5)}
```

# Compréhension de dictionnaire

Les deux programmes ci-dessous créent le même dictionnaire.

Lequel ?

```
L = [10, 20, 30]
t = ("a", "b", "c")

d = {}
for x in L:
    for y in t:
        d[x] = y
```

```
L = [10, 20, 30]
t = ("a", "b", "c")

d = {x:y for x in L for y in t}
```

# Compréhension de dictionnaire

Les deux programmes ci-dessous créent le même dictionnaire

```
d = {10: 'a', 20: 'b', 30: 'c'}
```

```
L = [10, 20, 30]
t = ("a", "b", "c")
d = {}
for i in range(3):
    d[L[i]] = t[i]
```

```
L = [10, 20, 30]
t = ("a", "b", "c")
d = {L[i]:t[i] for i in range(3)}
```

# Application : dictionnaires imbriqués

Que se passe-t-il si on veut stocker des données plus complexes ?

- ▶ Il est possible de créer un dictionnaire dont les valeurs sont elles-mêmes des dictionnaires. On parle alors de **dictionnaire imbriqué**.

Celui-ci prend la forme suivante :

```
dict_imbrique = {
    "dictA" : {"cle_1A": valeur_1A, "cle_2A" : valeur_2A},
    "dictB" : {"cle_1B": valeur_1B, "cle_2B" : valeur_2B},
}
```

Remarquons que les clés de chaque dictionnaire ( `cle_1A` , `cle_1B` ) ne sont pas nécessairement les mêmes.

# Dictionnaires imbriqués : exemple

Prenons l'exemple d'un hôpital. Celui-ci stocke les données de chaque patient, ainsi que les tests que celui-ci a effectués.

- ▶ Pour chaque nouveau patient, on créera un dictionnaire `patient1`.
- ▶ Il contiendra le dictionnaire `informations` qui englobe toutes les informations concernant le patient.
- ▶ Ce "sous-dictionnaire" sera indexé par le mot-clé `infos`.

```
patient1 = {}
informations = { 'name': 'Alice', 'DOB': '27.06.1992',
                 'weight': 56, 'sex' : 'F'}
patient1["infos"] = informations

print(patient1)
```

Ce code produira le texte suivant :

```
patient1 = {'infos': {'name': 'Alice', 'DOB':
'27.06.1992', 'weight': 56, 'sex': 'F'}}
```

# Dictionnaires imbriqués : exemple

Admettons qu'on mesure la fréquence cardiaque ainsi que le taux d'oxygène de cette personne toutes les minutes pendant 5 minutes. On stocke ces résultats dans deux dictionnaires : `HR` et `o2`, associés aux valeurs `Heart rate` et `Oxygen level`.

```
time = [0, 1, 2, 3, 4, 5]
freq = [88, 90, 94, 82, 86, 85]
o2_level = [96, 97, 96, 96, 97, 96]

HR = {"time": time, "frequency": freq}
o2 = {"time": time, "O2": o2_level}
```

Pour simplifier le stockage des résultats, on crée un dictionnaire `measurements` qui contient `HR` et `o2`.

```
measurements = {"Heart rate": HR, "Oxygen level": o2,}
```

La commande `print(measurements)` aura donc comme output :

```
measurements = {'Heart rate': {'time': [0, 1, 2, 3, 4, 5],
'frequency': [88, 90, 94, 82, 86, 85]}, 'Oxygen level': {'time': [0, 1, 2, 3, 4, 5], 'O2': [96, 97, 96, 96, 97, 96]}}
```

## Dictionnaires imbriqués : exemple

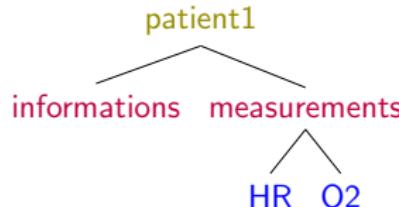
Finalement, on peut inclure le dictionnaire `measurements` dans le dictionnaire `patient1`. On a ainsi trois niveaux de dictionnaires imbriqués les uns dans les autres.

```
patient1["tests"] = measurements
print(patient1)
```

```
patient1 = {'infos': {'name': 'Alice', 'DOB': '27.06.1992', 'weight': 56, 'sex': 'F'}, 'tests': {'Heart rate': {'time': [0, 1, 2, 3, 4, 5], 'frequency': [88, 90, 94, 82, 86, 85]}, 'Oxygen level': {'time': [0, 1, 2, 3, 4, 5], 'value': [96, 97, 96, 96, 97, 96]}}}
```

# Dictionnaires imbriqués : exemple

Voici ce que donne la situation schématiquement :



Bien entendu, pour un nouveau patient on créera un dictionnaire **patient2** que l'on placera dans un nouveau dictionnaire **hopital** qui se situera à un niveau hiérarchique supérieur.

Pour accéder aux informations du patient 1 :

```
print(patient1['infos']['name'])
print(patient1['tests']['Heart rate'])
```

Output :

Alice

```
{'time':
[0, 1, 2, 3, 4, 5],
'frequency':
[88, 90, 94, 82, 86,
85]}
```

## Opérateur splat \*

On peut utiliser l'opérateur splat \* pour décompresser (unpack) des éléments d'un itérable et de les considérer individuellement.

# Opérateur splat \*

On peut utiliser l'opérateur splat \* pour décompresser (unpack) des éléments d'un itérable et de les considérer individuellement.

```
L1 = [1,2,3]
L2 = [4,5,6]
print(L1, *L2)
print([L1, L2])
print(*L1, *L2)
debut, *milieu, fin = [*L1, *L2]
print(debut, milieu, fin)
```

Output :

```
[1, 2, 3] 4 5 6
[[1, 2, 3], [4, 5, 6]]
[1, 2, 3, 4, 5, 6]
1 [2, 3, 4, 5] 6
```

- ▶ On peut ainsi les passer en tant qu'arguments séparés à une fonction

# Opérateur splat \*

On peut utiliser l'opérateur splat \* pour décompacter (unpack) des éléments d'un itérable et de les considérer individuellement.

```
L1 = [1,2,3]
L2 = [4,5,6]
print(L1, *L2)
print([L1, L2])
print([*L1, *L2])
debut, *milieu, fin = [*L1, *L2]
print(debut, milieu, fin)
```

Output :

```
[1, 2, 3] 4 5 6
[[1, 2, 3], [4, 5, 6]]
[1, 2, 3, 4, 5, 6]
1 [2, 3, 4, 5] 6
```

- ▶ On peut ainsi les passer en tant qu'arguments séparés à une fonction

```
def addition(a,b,c):
    return a+b+c
a = [1,2,3]
print(addition(*a))
print(addition(a))
```

Output :

```
6
TypeError: addition()
missing 2 required
positional arguments: 'b'
and 'c'
```

# De retour aux fonctions

On peut aussi utiliser l'opérateur `*` pour définir une fonction qui prend un nombre variable d'arguments, comme la fonction `print`.

- ▶ La syntaxe pour définir une telle fonction est la suivante :

```
def somme(x, *args):  
    print(args, type(args))  
    s = x  
    for y in args:  
        s += y  
    return s  
  
print(somme(3, 4, 5, 6))
```

Output :  
(4, 5, 6) <class 'tuple'>  
18

# Fonctions avec un nombre variable d'arguments

```
def somme(x, *args):  
    print(args, type(args))  
    s = x  
    for y in args:  
        s += y  
    return s  
  
print(somme(3, 4, 5, 6))
```

1. Dans la définition de la fonction, après les paramètres obligatoires, on définit un paramètre précédé de l'opérateur splat `*`
2. Dans l'appel de la fonction, on fournit un argument pour chaque paramètre obligatoire, puis encore autant d'arguments qu'on veut
3. Au moment de l'appel, l'interpréteur Python emballle (packing) les arguments restants dans un tuple et c'est ce tuple qui est passé à la fonction
4. Dans la fonction, on a donc accès à ce tuple `args` et on peut parcourir ses éléments.

Remarque : `args` n'est au final qu'un *nom* de variable.

# Fonctions avec un nombre variable d'arguments nommés

On peut de même définir une fonction avec un nombre variable d'arguments **nommés** avec la syntaxe suivante :

```
def somme(x, **kwargs):
    print(kwargs, type(kwargs))
    s = x
    for v in kwargs.values():
        s += v
    return s

print(somme(3, y = 4, z = 5))
```

Output :  
{'y': 4, 'z': 5} <class  
'dict'>  
12

# Fonctions avec un nombre variable d'arguments

- ▶ Dans la définition de la fonction, après les paramètres obligatoires, on définit un paramètre précédé d'un symbole `**`
- ▶ Dans l'appel de la fonction, on fournit un argument pour chaque paramètre obligatoire, puis encore autant d'arguments nommés qu'on veut
- ▶ Au moment de l'appel, l'interpréteur Python emballe (packing) les arguments restants dans un **dictionnaire** qui est passé à la fonction
- ▶ Dans la fonction, on a donc accès à ce dictionnaire et on peut itérer sur ses clés, ou sur les vues `items()` ou `values()` .

## Take Home Message

Nous avons vu deux nouvelles structures de données hétérogènes :

- ▶ Les tuples qui se comportent comme les listes si ce n'est qu'on ne peut pas les modifier
- ▶ Les dictionnaires, qui permettent d'associer une valeur à un mot-clé

On peut utiliser ces objets ainsi que l'opérateur splat pour créer des fonctions acceptant un nombre d'arguments indéterminé.