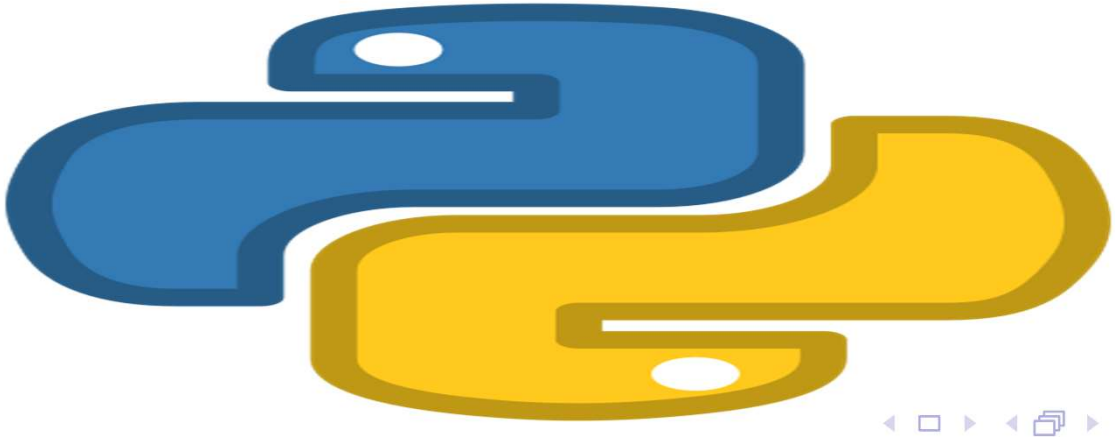
# **Python** : NumPy

**Mohammed OUANAN**

m.ouanan@umi.ac.ma



# Plan

# Plan

# Python

## **NumPy** : **Num**erical **Py**thon

- librairie **Python** dédiée aux tableaux (très utilisés en science de données : Data Science)
- open-source
- créée en 2005 par **Travis Oliphant**
- écrite partiellement en **Python** (les parties nécessitant des calculs rapides sont écrites en **C** ou **C++**)

# Python

## **NumPy** : **Num**erical **Py**thon

- librairie **Python** dédiée aux tableaux (très utilisés en science de données : Data Science)
- open-source
- créée en 2005 par **Travis Oliphant**
- écrite partiellement en **Python** (les parties nécessitant des calculs rapides sont écrites en **C** ou **C++**)

## **NumPy**, pourquoi ?

un accès jusqu'à 50 fois plus rapide que les listes, tuples... de **Python** : **NumPy** stocke les valeurs dans un espace mémoire continu

# Python

## Documentation officielle

`https://numpy.org/`

# Python

## Démarche

- Créez un répertoire `cours-numpy` dans votre espace de travail
- Lancez **VSC** et allez dans `File > Open Folder...` et choisissez `cours-numpy`
- Dans `cours-numpy`, créez un fichier `main.py`

# Python

## Pour installer **NumPy**, lancez la commande

```
pip install numpy
```

# Python

## Pour installer **NumPy**, lancez la commande

```
pip install numpy
```

**Pour utiliser `NumPy`, il faut l'importer (ici sous l'alias `np`)**

```
import numpy as np
```

# Python

## Pour installer **NumPy**, lancez la commande

```
pip install numpy
```

**Pour utiliser `NumPy`, il faut l'importer (ici sous l'alias `np`)**

```
import numpy as np
```

**Pour afficher la version de `NumPy`**

```
import numpy as np

print(np.__version__)
# affiche 1.19.1
```

# Python

**Pour créer un tableau**

```
import numpy as np

tab = np.array([1, 2, 3, 4, 5])

print(tab)
# affiche [1 2 3 4 5]
```

# Python

**Pour créer un tableau**

```
import numpy as np

tab = np.array([1, 2, 3, 4, 5])

print(tab)
# affiche [1 2 3 4 5]
```

**Pour déterminer la taille (le nombre d'éléments)**

```
print(len(tab))
# affiche 5
```

# Python

**Pour créer un tableau**

```
import numpy as np

tab = np.array([1, 2, 3, 4, 5])

print(tab)
# affiche [1 2 3 4 5]
```

**Pour déterminer la taille (le nombre d'éléments)**

```
print(len(tab))
# affiche 5
```

**Pour déterminer le type**

```
print(type(tab))
# affiche <class 'numpy.ndarray'>
```

# Python

## Explication

- `ndarray` : type de tableau défini par **NumPy**
- La méthode `array()` accepte en paramètre une liste **Python** (à plusieurs dimensions) ou un tuple et retourne un `ndarray`.
- Dimension d'un tableau = nombre d'imbrication

# Python

**Pour créer un tableau à deux dimensions**

```
tab2 = np.array([[1, 2, 3, 4, 5], [6, 7, 8, 9, 10]])
```

# Python

**Pour créer un tableau à deux dimensions**

```
tab2 = np.array([[1, 2, 3, 4, 5], [6, 7, 8, 9, 10]])
```

**La fonction `len` retourne le nombre d'éléments : ici 2 car le premier tableau contient deux sous-tableaux**

```
print(len(tab2))
# affiche 2
```

# Python

**Pour créer un tableau à deux dimensions**

```
tab2 = np.array([[1, 2, 3, 4, 5], [6, 7, 8, 9, 10]])
```

**La fonction `len` retourne le nombre d'éléments : ici 2 car le premier tableau contient deux sous-tableaux**

```
print(len(tab2))
# affiche 2
```

**La propriété `size` retourne le nombre total d'éléments**

```
print (tab2.size)
# affiche 10
```

# Python

**Pour connaître le nombre de dimensions, on utilise la propriété** `ndim`

```
print(tab2.ndim)
# affiche 2
```

# Python

**Pour connaître le nombre de dimensions, on utilise la propriété** `ndim`

```
print(tab2.ndim)
# affiche 2
```

**La propriété** `shape` **retourne un tuple contenant le nombre d'éléments par dimension**

```
print (tab2.shape)
# affiche (2, 5)
```

# Python

**Pour créer un tableau à trois dimensions (3 nivaux d'imbrications)**

```
tab3 = np.array([[[1, 2, 3], [4, 5, 6]], [[7, 8, 9], [10, 11,
   12]]])
```

# Python

**Pour créer un tableau à trois dimensions (3 nivaux d'imbrications)**

```
tab3 = np.array([[[1, 2, 3], [4, 5, 6]], [[7, 8, 9], [10, 11,
   12]]])
```

**La fonction `len` retourne le nombre d'éléments : ici 2 car le premier tableau contient deux sous-tableaux**

```
print(len(tab3))
# affiche 2
```

# Python

**Pour créer un tableau à trois dimensions (3 nivaux d'imbrications)**

```
tab3 = np.array([[[1, 2, 3], [4, 5, 6]], [[7, 8, 9], [10, 11,
   12]]])
```

**La fonction `len` retourne le nombre d'éléments : ici 2 car le premier tableau contient deux sous-tableaux**

```
print(len(tab3))
# affiche 2
```

**Pour connaître le nombre de dimensions, on utilise `ndim`**

```
print(tab3.ndim)
# affiche 3
```

# Python

**Attention, le tableau suivant a 3 éléments et 2 dimensions**

```
array = np.array([[1, 2, 3], [4, 5, 6], [7, 8, 9]])

print(len(array))
# affiche 3

print(array.ndim)
# affiche 2
```

# Python

**Attention, le tableau suivant a 3 éléments et 2 dimensions**

```
array = np.array([[1, 2, 3], [4, 5, 6], [7, 8, 9]])

print(len(array))
# affiche 3

print(array.ndim)
# affiche 2
```

**Pour créer un `ndarray` à partir d'un tuple**

```
tup = np.array((1, 2, 3))

print(len(tup))
# affiche 3
```

# Python

## Remarques

- Un `ndarray` contenant un seul élément (`np.array(4)` par exemple) est de dimension 0
- Chaque élément d'un `ndarray` est de dimension 0

# Python

**Pour créer un tableau à 4 dimensions, on peut faire**

```
tab4 = np.array([1, 2, 3, 4], ndmin=4)

print(tab4)
# affiche [[[[1 2 3 4]]]]

print(tab4.ndim)
# affiche 4
```

# Python

## Types de données autorisés par **NumPy**

- `i - integer`
- `b - boolean`
- `u - unsigned integer`
- `f - float`
- `c - complex float`
- `m - timedelta`
- `M - datetime`
- `O - object`
- `S - string` : chaîne + codage (**utf-8** par exemple)
- `U - unicode string` : chaîne non-codée
- ...

# Python

**Pour connaitre le type d'un tableau, on utilise la propriété `dtype`**

```
tab = np.array([1, 2, 3, 4, 5])

print(tab.dtype)
# affiche int32 (32 bits = 4 octets)
```

# Python

**Pour connaitre le type d'un tableau, on utilise la propriété `dtype`**

```
tab = np.array([1, 2, 3, 4, 5])

print(tab.dtype)
# affiche int32 (32 bits = 4 octets)
```

**Pour préciser le nombre d'octets**

```
tab = np.array([1, 2, 3, 4, 5], dtype='i8')
print(tab.dtype)

# affiche int64
```

## On peut aussi choisir un autre type

```
tab = np.array([1, 2, 3, 4, 5], dtype='S')

print(tab.dtype)
# affiche |S1
```

## On peut aussi choisir un autre type

```
tab = np.array([1, 2, 3, 4, 5], dtype='S')

print(tab.dtype)
# affiche |S1
```

## Ou en utilisant la méthode `astype`

```
tab = np.array([1, 2, 3, 4, 5])
strings = tab.astype('S')

print(strings.dtype)
# affiche |S11
```

## On peut aussi choisir un autre type

```
tab = np.array([1, 2, 3, 4, 5], dtype='S')

print(tab.dtype)
# affiche |S1
```

## Ou en utilisant la méthode `astype`

```
tab = np.array([1, 2, 3, 4, 5])
strings = tab.astype('S')

print(strings.dtype)
# affiche |S11
```

## Ou

```
tab = np.array([1, 2, 3, 4, 5])
strings = tab.astype(str)

print(strings.dtype)
# affiche |U11
```

| | |
|---|---|
| ndarray.ndim | dimension du tableau (nombre d'axes) |
| ndarray.shape | tuple d'entiers indiquant la taille dans chaque dimension ; ex : une matrice à *n* lignes et *m* colonnes : `(n,m)` |
| ndarray.size | nombre total d'éléments du tableau |
| ndarray.dtype | type de (tous) les éléments du tableau ; il est possible d'utiliser les types prédéfinis comme `numpy.int64` ou `numpy.float64` ou définir de nouveaux types |
| ndarray.data | les données du tableau ; en général, pour accéder aux données d'un tableau on passe plutôt par les indices |

# Python

## Remarques

- Une exception sera levée si une valeur ne peut être convertie.
- Les types pour lesquels on peut préciser la taille sont `i`, `u`, `f`, `S` et `U`.

## Pour générer 15 valeurs incrémentales pour un tableau à une dimension

```
t = np.arange(15)

print(t)
# affiche [ 0  1  2  3  4  5  6  7  8  9 10 11 12 13 14]
```

## Pour générer 15 valeurs incrémentales pour un tableau à une dimension

```
t = np.arange(15)

print(t)
# affiche [ 0  1  2  3  4  5  6  7  8  9 10 11 12 13 14]
```

**arange([start, ]stop, [step, ]dtype=None)**

- Valeur par défaut pour `start` est 0
- Valeur par défaut pour `step` est 1

**Pour générer 15 valeurs incrémentales pour un tableau à une dimension**

```
t = np.arange(15)

print(t)
# affiche [ 0  1  2  3  4  5  6  7  8  9 10 11 12 13 14]
```

`arange([start, ]stop, [step, ]dtype=None)`

- Valeur par défaut pour `start` est 0
- Valeur par défaut pour `step` est 1

**Pour générer 15 valeurs incrémentales commençant de 1**

```
t = np.arange(1, 16, 1)

print(t)
# affiche [ 1  2  3  4  5  6  7  8  9 10 11 12 13 14 15]
```

**Pour générer 15 valeurs incrémentales pour un tableau à plusieurs dimensions (ici 2)**

```
t2 = np.arange(1, 16, 1).reshape(3, 5)

print(t2)
# affiche [[ 1  2  3  4  5]  [ 6  7  8  9 10] [11 12 13 14 15]]
```

**Pour générer 15 valeurs incrémentales pour un tableau à plusieurs dimensions (ici 2)**

```
t2 = np.arange(1, 16, 1).reshape(3, 5)

print(t2)
# affiche [[ 1  2  3  4  5]  [ 6  7  8  9 10] [11 12 13 14 15]]
```

**Pour générer 12 valeurs incrémentales pour un tableau à trois dimensions**

```
t3 = np.arange(1, 13, 1).reshape(3, 2, 2)

print(t3)
# affiche [[[ 1  2] [ 3  4]] [[ 5  6] [ 7  8]] [[ 9 10] [11 12]]]
```

**Pour générer 15 valeurs incrémentales pour un tableau à plusieurs dimensions (ici 2)**

```
t2 = np.arange(1, 16, 1).reshape(3, 5)

print(t2)
# affiche [[ 1  2  3  4  5]  [ 6  7  8  9 10] [11 12 13 14 15]]
```

**Pour générer 12 valeurs incrémentales pour un tableau à trois dimensions**

```
t3 = np.arange(1, 13, 1).reshape(3, 2, 2)

print(t3)
# affiche [[[ 1  2] [ 3  4]] [[ 5  6] [ 7  8]] [[ 9 10] [11 12]]]
```

**Si les valeurs passées pour les paramètres ne permettent pas de créer le tableau, une exception sera leve´e**

```
t3 = np.arange(1, 13, 1).reshape(3, 2, 3)

print(t3)
# affiche ValueError: cannot reshape array of size 12 into shape
   (3,2,3)
```

# Python

**La méthode `reshape()` accepte aussi comme paramètre un tableau de dimension différente**

```
t = np.arange(1, 13, 1)
t3 = t.reshape(3, 2, -1)

print(t3)
# affiche [[[ 1  2] [ 3  4]] [[ 5  6] [ 7  8]] [[ 9 10] [11
  12]]]
```

# Python

**La méthode `reshape()` accepte aussi comme paramètre un tableau de dimension différente**

```
t = np.arange(1, 13, 1)
t3 = t.reshape(3, 2, -1)

print(t3)
# affiche [[[ 1  2] [ 3  4]] [[ 5  6] [ 7  8]] [[ 9 10] [11
  12]]]
```

**On peut aussi utiliser la valeur `-1` (une seule fois) pour que NumPy calcule le nombre manquant**

```
t3 = np.arange(1, 13, 1).reshape(3, 2, -1)

print(t3)
# affiche [[[ 1  2] [ 3  4]] [[ 5  6] [ 7  8]] [[ 9 10] [11
  12]]]
```

# Python

`reshape(-1)` **permet de convertir un tableau quelle que soit sa dimension en un tableau d'une seule dimension**

```
t3 = np.arange(1, 13, 1).reshape(3, 2, -1)
t = t3.reshape(-1)

print(t)
# affiche  [ 1  2  3  4  5  6  7  8  9 10 11 12]
```

# Python

**Pour créer un tableau et l'initialiser avec des zéros (réels)**

```
zeros = np.zeros(3)

print(zeros)
# affiche [ 0. 0. 0.]
```

# Python

**Pour créer un tableau et l'initialiser avec des zéros (réels)**

```
zeros = np.zeros(3)

print(zeros)
# affiche [ 0. 0. 0.]
```

**Pour créer un tableau et l'initialiser avec des zéros (entiers)**

```
zeros = np.zeros(3, dtype=np.int32)

print(zeros)
# affiche [ 0 0 0]
```

# Python

**Pour créer un tableau et l'initialiser avec des zéros (réels)**

```
zeros = np.zeros(3)

print(zeros)
# affiche [ 0. 0. 0.]
```

**Pour créer un tableau et l'initialiser avec des zéros (entiers)**

```
zeros = np.zeros(3, dtype=np.int32)

print(zeros)
# affiche [ 0 0 0]
```

**Pour créer un tableau de zéros à deux dimensions (ou plus)**

```
zeros = np.zeros((3,2), dtype=np.int32)

print(zeros)
# affiche [[0 0] [0 0] [0 0]]
```

# Python

## ones

- fonctionne exactement comme `zeros`
- retourne un tableau de `1`

# Python

## Pour généré un tableau identité (au sens matrice carrée)

```
iden = np.identity(2)

print(iden)
# affiche
# [
#   [1. 0.]
#   [0. 1.]
# ]
```

# Python

`identity` **est un cas particulier de** `eye`

```
oeil = np.eye(2)

print(oeil)
# affiche
# [
#   [1. 0.]
#   [0. 1.]
# ]
```

# Python

`eye` **permet de générer aussi des matrices non-carrées**

```
oeil = np.eye(2, 3)

print(oeil)
# affiche
# [
#   [1. 0. 0.]
#   [0. 1. 0.]
# ]
```

# Python

`eye` **permet aussi de faire une translation de la diagonale**

```
oeil = np.eye(3, 3, 1)

print(oeil)
# affiche
# [
#   [0. 1. 0.]
#   [0. 0. 1.]
#   [0. 0. 0.]
# ]
```

# Python

**Pour générer les valeurs d'un tableau à partir d'une fonction lambda**

```
fonction = np.fromfunction(lambda i, j: i + j, (3, 2))

print(fonction)
# affiche
# [
#   [0. 1.]
#   [1. 2.]
#   [2. 3.]
# ]
```

## Pour accéder au premier élément d'un tableau d'une dimension

```
tab = np.array([1, 2, 3, 4, 5])

print(tab[0])
# affiche 1
```

**Pour accéder au premier élément d'un tableau d'une dimension**

```
tab = np.array([1, 2, 3, 4, 5])

print(tab[0])
# affiche 1
```

**Pour accéder au deuxième élément de la deuxième dimension d'un tableau à deux dimensions**

```
tab2 = np.array([[1, 2, 3, 4, 5], [6, 7, 8, 9, 10]])

print(tab2[0, 1])
# affiche 2
```

**Pour accéder au premier élément d'un tableau d'une dimension**

```
tab = np.array([1, 2, 3, 4, 5])

print(tab[0])
# affiche 1
```

**Pour accéder au deuxième élément de la deuxième dimension d'un tableau à deux dimensions**

```
tab2 = np.array([[1, 2, 3, 4, 5], [6, 7, 8, 9, 10]])

print(tab2[0, 1])
# affiche 2
```

**Pour accéder au deuxième élément du premier tableau défini dans le deuxième tableau**

```
tab3 = np.array([[[1, 2, 3], [4, 5, 6]], [[7, 8, 9], [10, 11, 12]]])

print(tab3[1, 0, 1])
# affiche 8
```

# Python

## Exemples avec des valeurs négatives

```
tab = np.array([1, 2, 3, 4, 5])

print(tab[-1])
# affiche 5

tab2 = np.array([[1, 2, 3, 4, 5], [6, 7, 8, 9, 10]])

print(tab2[-1, -3])
# affiche 8

tab3 = np.array([[[1, 2, 3], [4, 5, 6]], [[7, 8, 9], [10, 11,
   12]]])

print(tab3[1, 0, -2])
# affiche 8
```

# Python

## Démarche

- Pour extraire un sous tableau, on utilise l'opérateur `[deb:fin:pas]` ou `[deb:fin]`
- `deb`, `fin` et `pas` sont optionnels
- La valeur par défaut de `deb` est 0
- La valeur par défaut de `fin` est la taille du tableau
- La valeur par défaut de `pas` est 1

# Python

## Exemples

```
tab = np.array([1, 2, 3, 4, 5])

print(tab[1])
# affiche 2

print(tab[1:])
# affiche [2 3 4 5]

print(tab[1:4])
# affiche [2 3 4]

print(tab[1:4:2])
# affiche [2 4]

print(tab[1::2])
# affiche [2 4]
```

# Python

## Exemples avec un tableau à deux dimensions

```
tab2 = np.array([[1, 2, 3, 4, 5], [6, 7, 8, 9, 10]])

print(tab2[0:2, 2:5])
# affiche [[ 3  4  5]  [ 8  9 10]]

print(tab2[0:2, 2])
# affiche [3 8]

print(tab2[1, 2:5])
# affiche [ 8  9 10]

print(tab2[0:2, 2:5:2])
# affiche [[ 3  5] [ 8 10]]

print(tab2[0:1, 1::2])
# affiche [[2 4]]
```

# Python

## Pour itérer sur un tableau à une dimension

```
tab = np.array([1, 2, 3, 4, 5])

for elt in tab:
    print(elt)

# affiche
# 1
# 2
# 3
# 4
# 5
```

# Python

**Itérer sur un tableau à deux dimensions avec une seule boucle affiche**

```
tab2 = np.array([[1, 2, 3, 4, 5], [6, 7, 8, 9, 10]])

for elt in tab2:
    print(elt)

# affiche
# [1 2 3 4 5]
# [ 6  7  8  9 10]
```

# Python

## Pour accéder à tous les éléments

```
tab2 = np.array([[1, 2, 3, 4, 5], [6, 7, 8, 9, 10]])

for elt in tab2:
    for sub_elt in elt:
        print(sub_elt)

# affiche
# 1
# 2
# 3
# 4
# 5
# 6
# 7
# 8
# 9
# 10
```

# Python

**Par analogie, pour un tableau à 3 dimensions, il faut 3 boucles** `for`

```
tab3 = np.array([[[1, 2, 3], [4, 5, 6]], [[7, 8, 9], [10, 11, 12]]])

for x in tab3:
  for y in x:
    for z in y:
      print(z)

# affiche
# 1
# 2
# 3
# 4
# 5
# 6
# 7
# 8
# 9
# 10
# 11
# 12
```

# Python

**NumPy nous offre une syntaxe plus simple pour simplifier le code précédent quelle que soit la dimension du tableau**

```
tab3 = np.array([[[1, 2, 3], [4, 5, 6]], [[7, 8, 9], [10, 11, 12]]])

for x in np.nditer(tab3):
  print(x)

# affiche
# 1
# 2
# 3
# 4
# 5
# 6
# 7
# 8
# 9
# 10
# 11
# 12
```

# Python

**Pour avoir l'indice ainsi que la valeur, on utilise** `ndenumerate`

```
tab = np.array([1, 2, 3, 4, 5])

for index, elt in np.ndenumerate(tab):
  print(index, elt)

# affiche
# (0,) 1
# (1,) 2
# (2,) 3
# (3,) 4
# (4,) 5
```

# Python

## Exemple avec un tableau à deux dimensions

```
tab2 = np.array([[1, 2, 3, 4, 5], [6, 7, 8, 9, 10]])

for index, elt in np.ndenumerate(tab2):
  print(index, elt)

# affiche
# (0, 0) 1
# (0, 1) 2
# (0, 2) 3
# (0, 3) 4
# (0, 4) 5
# (1, 0) 6
# (1, 1) 7
# (1, 2) 8
# (1, 3) 9
# (1, 4) 10
```

# Python

**Considérons les deux tableaux (à une dimension) suivants**

```
a = np.arange(1, 6)
b = np.arange(1, 10, 2)
```

# Python

**Considérons les deux tableaux (à une dimension) suivants**

```
a = np.arange(1, 6)
b = np.arange(1, 10, 2)
```

**Il est possible d'effectuer les opérations arithmétiques suivantes**

```
r = a + b
print(a, b, r)
# affiche [1 2 3 4 5] [1 3 5 7 9] [ 2  5  8 11 14]

r = a - b
print(a, b, r)
# affiche [1 2 3 4 5] [1 3 5 7 9] [ 0 -1 -2 -3 -4]

r = a * b
print(a, b, r)
# affiche [1 2 3 4 5] [1 3 5 7 9] [ 1  6 15 28 45]

r = a / b
print(a, b, r)
# affiche [1 2 3 4 5] [1 3 5 7 9] [1. 0.66666667 0.6 0.57142857 0.55555556]

r = a * 2
print(a, r)
# affiche [1 2 3 4 5] [ 2  4  6  8 10]

r = a ** 2
print(a, r)
# affiche 1 2 3 4 5] [ 1  4  9 16 25]
```

# Python

## Les opérateurs suivants sont également applicables

```
a += 2
print(a)
# affiche [3 4 5 6 7]

a *= 2
print(a)
# affiche [ 6  8 10 12 14]
```

**Attention pour les tableaux à deux dimensions ou plus, le produit ne correspond pas au produit de deux matrices**

```
a2 = np.arange(1,5).reshape(2, 2)
b2 = np.arange(3,7).reshape(2, 2)

print (a2)
# affiche [[1 2] [3 4]]

print (b2)
# affiche [[3 4] [5 6]]

print (a2 * b2)
# affiche [[ 3  8] [15 24]]
```

**Attention pour les tableaux à deux dimensions ou plus, le produit ne correspond pas au produit de deux matrices**

```
a2 = np.arange(1,5).reshape(2, 2)
b2 = np.arange(3,7).reshape(2, 2)

print (a2)
# affiche [[1 2] [3 4]]

print (b2)
# affiche [[3 4] [5 6]]

print (a2 * b2)
# affiche [[ 3  8] [15 24]]
```

**Pour faire le produit de deux matrices, on utilise l'opérateur `@` (valable depuis Python 3.5)**

```
print (a2)
# affiche [[1 2] [3 4]]

print (b2)
# affiche [[3 4] [5 6]]

print (a2 @ b2)
# affiche [[13 16] [29 36]]
```

# Python

**Ou en appelant la méthode** `dot()`

```
print (a2)
# affiche [[1 2] [3 4]]

print (b2)
# affiche [[3 4] [5 6]]

print (a2.dot(b2))
# affiche [[13 16] [29 36]]
```

# Python

**Il est possible d'appliquer une fonction sur tous les éléments d'un tableau**

```
print(np.sqrt((a)))
# affiche [1.          1.41421356 1.73205081 2.
           2.23606798]
```

# Python

## Autres fonctions

- `exp` : retourne un tableau d'exponentielle
- `average` : retourne la moyenne de tous les éléments d'un tableau
- `sum` : retourne la somme de tous les éléments d'un tableau
- `prod` : retourne le produit de tous les éléments d'un tableau
- `diff` : retourne le tableau de différence entre chaque élément et son successeur
- `max` : retourne le max d'un tableau
- `maximum` : retourne un tableau de tous les max en comparant les éléments ayant le même indice
- `all` : vérifie si tous les éléments d'un tableau respectent une condition
- `any` : vérifie s'il existe un élément d'un tableau respectant une condition
- `where` : retourne un tableau transformé selon la condition indiquée
- `sort` : retourne un tableau trié quel que soit le type de ses données
- ...

# Python

**Pour récupérer les indices des éléments pairs**

```
print(np.where(a % 2 == 0))
# affiche (array([1, 3], dtype=int32),)
```

# Python

**Pour récupérer les indices des éléments pairs**

```
print(np.where(a % 2 == 0))
# affiche (array([1, 3], dtype=int32),)
```

**Pour multiplier les éléments pairs par 2 et les impairs par 3**

```
print(np.where(a % 2 == 0, a * 2, a * 3))
# affiche [ 3  4  9  8 15]
```

**Pour récupérer le max d'un tableau)**

```
print(np.max(a))
# affiche 5
```

# Python

**Pour récupérer le max d'un tableau)**

```
print(np.max(a))
# affiche 5
```

**Pour récupérer le max de chaque couple d'éléments ayant le même indice de deux tableaux différents**

```
print(np.maximum(a, b))
# affiche [1 3 5 7 9]
```

# Python

**Pour vérifie si tous les éléments d'un tableau vérifient une condition**

```
print(np.all(a % 2 == 0))
# affiche False
```

# Python

**Pour vérifie si tous les éléments d'un tableau vérifient une condition**

```
print(np.all(a % 2 == 0))
# affiche False
```

**Pour vérifie s'il existe un élément du tableau vérifient une condition**

```
print(np.any(a % 2 == 0))
# affiche True
```

# Python

**Pour vérifie si tous les éléments d'un tableau vérifient une condition**

```
print(np.all(a % 2 == 0))
# affiche False
```

**Pour vérifie s'il existe un élément du tableau vérifient une condition**

```
print(np.any(a % 2 == 0))
# affiche True
```

**Pour retourner le tableau de différence entre chaque élément et son successeur**

```
print(np.diff(b))
# affiche [2 2 2 2]
```

# Python

**Considérons la matrice suivante**

```
a2 = np.arange(1,5).reshape(2, 2)

print (a2)
# affiche [[1 2] [3 4]]
```

# Python

**Considérons la matrice suivante**

```
a2 = np.arange(1,5).reshape(2, 2)

print (a2)
# affiche [[1 2] [3 4]]
```

**Pour déterminer le transposé de** `a2`

```
print (a2.transpose())
# affiche [[1 3] [2 4]]
```

# Python

**Considérons la matrice suivante**

```
a2 = np.arange(1,5).reshape(2, 2)

print (a2)
# affiche [[1 2] [3 4]]
```

**Pour déterminer le transposé de** `a2`

```
print (a2.transpose())
# affiche [[1 3] [2 4]]
```

**Pour calculer la trace de** `a2`

```
print (a2.trace())
# affiche 5
```

# Python

## Explication

- Affectation : permet d'avoir un deuxième nom pour le même tableau
- Vue : permet de créer un deuxième tableau dont les valeurs pointent sur les mêmes valeurs du tableau précédent
- Copie : permet de créer un tableau avec un espace mémoire différent pour les valeurs

# Python

## Exemple avec l'affectation

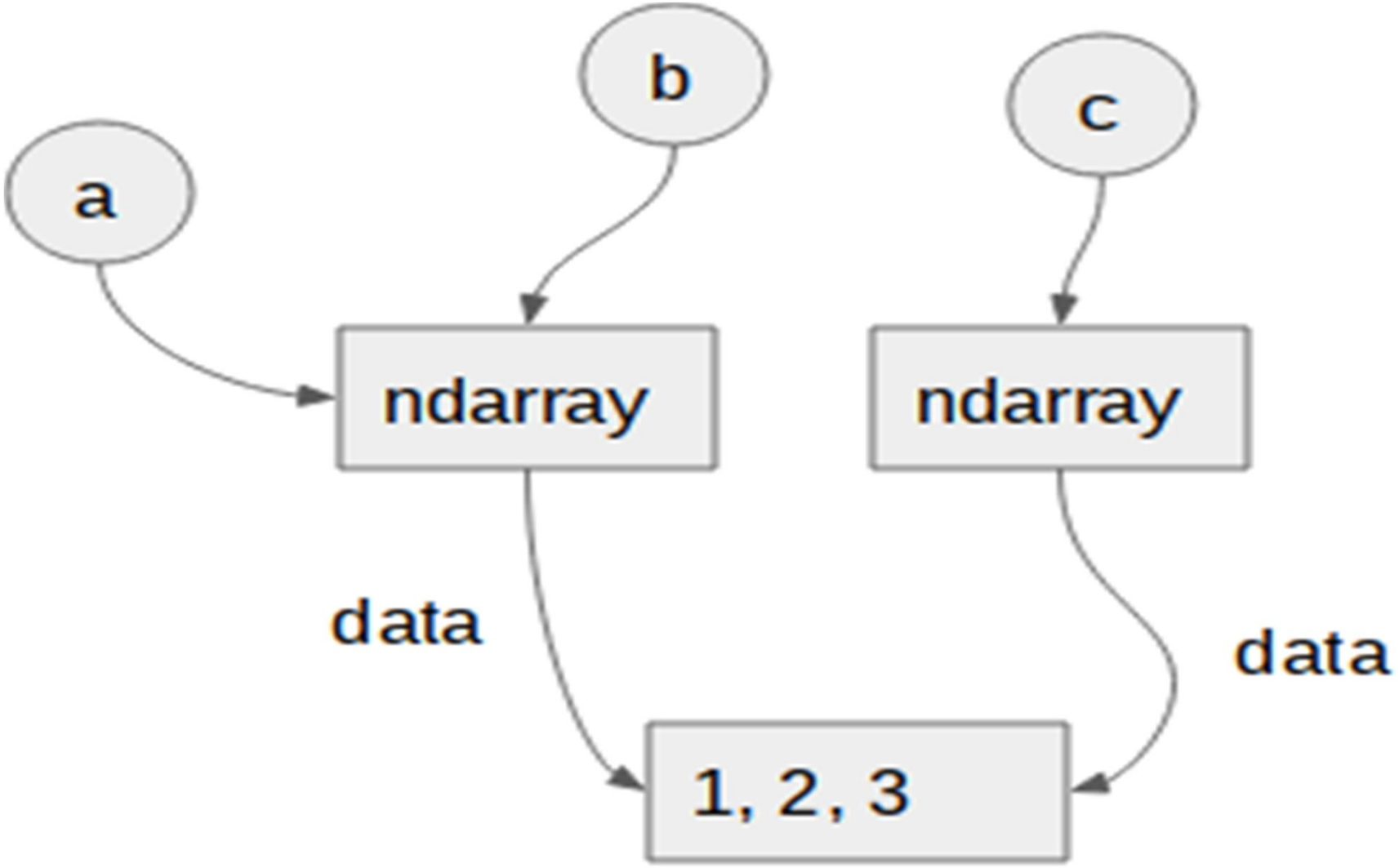
```
a = np.arange(1, 4)

b = a

b[2] = 10


print(a)
# affiche [ 1  2 10]

print(b is a)
# affiche True

print(id(a), id(b))
# affiche 58092304 58092304
```

# Python

## Exemple avec `view()`

```
a = np.arange(1, 4)

c = a.view()

c[2] = 10


print(a)
# affiche [ 1  2 10]

print(c is a)
# affiche False

print(id(a), id(c))
# affiche 51800928 51801488
```

# Python




(Image de **StackOverFlow**)

# Python

## Exemple avec `copie()`

```
a = np.arange(1, 4)

d = a.copy()

d[2] = 10


print(a)
# affidhe [ 1  2 3]

print(d is a)
# affidhe False

print(id(a), id(d))
# affidhe 17984272 17984832
```

# Python

**Considérons les deux tableaux (à deux dimensions) suivants**

```
m1 = np.arange(1, 5).reshape(2, 2)

print(m1)
# affiche [[1 2] [3 4]]

m2 = np.arange(5, 9).reshape(2, 2)

print(m2)
# affiche [[5 6] [7 8]]
```

# Python

**Pour fusionner les deux tableaux et obtenir un tableau à deux dimensions contenant les éléments du premier tableau ensuite le second**

```
m = np.concatenate((m1, m2))

print(m)
# affiche [[1 2] [3 4] [5 6] [7 8]]
```

# Python

**Pour fusionner les deux tableaux et obtenir un tableau à deux dimensions contenant les éléments du premier tableau ensuite le second**

```
m = np.concatenate((m1, m2))

print(m)
# affiche [[1 2] [3 4] [5 6] [7 8]]
```

**Le code précédent est un raccourci du code suivant**

```
m = np.concatenate((m1, m2), axis=0)

print(m)
# affiche [[1 2] [3 4] [5 6] [7 8]]
```

# Python

## Pour fusionner les éléments de même indice ensemble

```
m = np.concatenate((m1, m2), axis=1)


print(m)
# affiche [[1 2 5 6]  [3 4 7 8]]
```

# Python

## Pour fusionner les éléments de même indice ensemble

```
m = np.concatenate((m1, m2), axis=1)

print(m)
# affiche [[1 2 5 6]  [3 4 7 8]]
```

## Pour fusionner et obtenir un tableau àune seule dimension

```
m = np.concatenate((m1, m2), axis=None)

print(m)
# affiche [1 2 3 4 5 6 7 8]
```

# Python

## Pour tout fusionner dans un nouveau tableau (de dimension 3)

```
m = np.stack((m1, m2), axis=0)

print(m)
# affiche [[[1 2] [3 4]] [[5 6] [7 8]]]
```

# Python

## Pour tout fusionner dans un nouveau tableau (de dimension 3)

```
m = np.stack((m1, m2), axis=0)

print(m)
# affiche [[[1 2] [3 4]] [[5 6] [7 8]]]
```

## Pour fusionner les éléments de même indice dans un tableau ensemble

```
m = np.stack((m1, m2), axis=1)

print(m)
# affiche [[[1 2] [5 6]] [[3 4] [7 8]]]
```

# Python

**Pour fusionner (horizontalement) les éléments de même indice ensemble (comme `concatenate` avec `axis=1`)**

```
m = np.hstack((m1, m2))

print(m)
# affiche [[1 2 5 6]  [3 4 7 8]]
```

# Python

**Pour fusionner (verticalement) tous les éléments dans un seul tableau (comme `concatenate` avec `axis=0`)**

```
m = np.vstack((m1, m2))

print(m)
# affiche [[1 2] [3 4] [5 6] [7 8]]
```

# Python

## Pour fusionner selon la profondeur

```
m = np.dstack((m1, m2))

print(m)
# affiche [[[1 5] [2 6]] [[3 7] [4 8]]]
```

# Python

## Pour construire un nouveau tableau par bloc

```
m = np.block([m1, m2])

print(m)
# affiche [[1 2 5 6] [3 4 7 8]]
```

# Python

## Ou sous forme d'un tableau à plusieurs dimensions

```
m = np.block(
    [
        [m1, np.zeros((2, 2), dtype=np.int32)],
        [np.ones(4, dtype=np.int32)],
        [np.zeros((2, 2), dtype=np.int32), m2]
    ]
)

print(m)
# affiche [[1 2 0 0]
#  [3 4 0 0]
#  [1 1 1 1]
#  [0 0 5 6]
#  [0 0 7 8]]
```

# Python

**Pour décomposer un tableau en plusieurs sous-tableaux, on peut utiliser la méthode `array_split`**

```
t = np.arange(1, 11)

print (np.array_split(t, 2))
# affiche [
#     array([1, 2, 3, 4, 5]),
#     array([ 6,  7,  8,  9, 10])
# ]

print (np.array_split(t, 3))
# affiche [
#     array([1, 2, 3, 4]),
#     array([5, 6, 7]),
#     array([ 8,  9, 10])
# ]
```

# Python

**Exemple avec un tableau à deux dimensions**

```
t2 = np.array([[1, 2, 3], [4, 5, 6], [7, 8, 9], [10, 11, 12], [13, 14,
   15], [16, 17, 18]])

print(np.array_split(t2, 3))
# affiche [array([[1, 2, 3],
#         [4, 5, 6]]), array([[ 7,  8,  9],
#         [10, 11, 12]]), array([[13, 14, 15],
#         [16, 17, 18]])]

print(np.array_split(t2, 2))
# affiche [array([[1, 2, 3],
#         [4, 5, 6],
#         [7, 8, 9]]), array([[10, 11, 12],
#         [13, 14, 15],
#         [16, 17, 18]])]
```

# Python

**On peut aussi utiliser la méthode `split` qui lève une exception si la taille du tableau n'est pas divisible par le paramètre**

```
t = np.arange(1, 11)

print (np.array_split(t, 2))
# affiche [
#      array([1, 2, 3, 4, 5]),
#      array([ 6,  7,  8,  9, 10])
# ]

print (np.array_split(t, 3))
# affiche ValueError: array split does not result in an
   equal division
```

# Python

## Remarque

- Comme pour `stack` et ses variantes `hstack`,`vstack` et `dstack`
- Il existe `hsplit`, `vsplit` et `dsplit`

# Python

**Pour filtrer les éléments impairs, on peut utiliser `where` (qui retourne un tableau d'indices)**

```
tab = np.array([1, 2, 3, 4, 5])

print(np.where(tab % 2 != 0))
# (array([0, 2, 4], dtype=int32),)
```

# Python

**Pour filtrer les éléments impairs, on peut utiliser `where` (qui retourne un tableau d'indices)**

```
tab = np.array([1, 2, 3, 4, 5])

print(np.where(tab % 2 != 0))
# (array([0, 2, 4], dtype=int32),)
```

**Si on a besoin de valeurs, on peut définir un tableau de booléens**

```
filtre = [True, False, True, False, True]

print(tab[filtre])
# affiche [1 3 5]
```

# Python

**On peut aussi utiliser `where` pour construire le filtre (tableau de booléens)**

```
filtre = np.where(tab % 2 != 0, True, False)


print(tab[filtre])
# affiche [1 3 5]
# (array([0, 2, 4], dtype=int32),)
```

# Python

**On peut aussi utiliser `where` pour construire le filtre (tableau de booléens)**

```
filtre = np.where(tab % 2 != 0, True, False)

print(tab[filtre])
# affiche [1 3 5]
# (array([0, 2, 4], dtype=int32),)
```

**Ou sans le `where`**

```
filtre = tab % 2 != 0

print(tab[filtre])
# affiche [1 3 5]
```