# Semestre 1 / Cours 6 - Modules

ITC MPSI & PCSI – Année 2024-2025

# Sommaire

# Modules

# Qu'est-ce qu'un module ?

- module : fichier python qui contenant des objets informatiques
  - ◇ variables,
  - ◇ fonctions,
  - ◇ classes (programmation orientée objet).

# Qu'est-ce qu'un module ?

- module : fichier python qui contenant des objets informatiques
  - ◇ variables,
  - ◇ fonctions,
  - ◇ classes (programmation orientée objet).
- chaque module regroupe des objets reliés par une même thématique,

# Qu'est-ce qu'un module ?

- module : fichier python qui contenant des objets informatiques
  - ◇ variables,
  - ◇ fonctions,
  - ◇ classes (programmation orientée objet).
- chaque module regroupe des objets reliés par une même thématique,
- nom générique utilisé `module_filename.py`,

# Qu'est-ce qu'un module ?

- module : fichier python qui contenant des objets informatiques
  - ◇ variables,
  - ◇ fonctions,
  - ◇ classes (programmation orientée objet).
- chaque module regroupe des objets reliés par une même thématique,
- nom générique utilisé `module_filename.py`,
- procédé d'importation permettant l'utilisation des objets du module dans d'autres scripts python : mot clé **`import`**.

# Méthode possible d'importation : méthode 1

- syntaxe générale

```
from module_filename import objet
```

# Méthode possible d'importation : méthode 1

- syntaxe générale

```
from module_filename import objet
```

- sans importation préalable :

```
>>> cos(pi)
Traceback (most recent call last):
  File "<input>", line 1, in <module>
NameError: name 'cos' is not defined. Did you \
↪ mean: 'os'?
```

# Méthode possible d'importation : méthode 1

- syntaxe générale

```
from module_filename import objet
```

- sans importation préalable :

```
>>> cos(pi)
Traceback (most recent call last):
  File "<input>", line 1, in <module>
NameError: name 'cos' is not defined. Did you \
↪ mean: 'os'?
```

- avec importation préalable :

```
>>> from math import cos,pi
>>> cos(pi)
-1.0
```

# Méthode possible d'importation : méthode 1

- syntaxe générale

```
from module_filename import objet
```

- sans importation préalable :

```
>>> cos(pi)
Traceback (most recent call last):
  File "<input>", line 1, in <module>
NameError: name 'cos' is not defined. Did you \
↪ mean: 'os'?
```

- avec importation préalable :

```
>>> from math import cos,pi
>>> cos(pi)
-1.0
```

- inconvénient : objets utilisés pas toujours connus dès le début

# Méthode possible d'importation : méthode 2

- Importation de tous les objets d'un module :

```
from module_filename import *
```

# Méthode possible d'importation : méthode 2

- Importation de tous les objets d'un module :

```
from module_filename import *
```

exemple :

```
>>> from math import *
>>> sin(pi/2)
1.0
```

# Méthode possible d'importation : méthode 2

- Importation de tous les objets d'un module :

```
from module_filename import *
```

  exemple :

```
>>> from math import *
>>> sin(pi/2)
1.0
```

- Inconvénient : utilisation de la mémoire et conflit entre fonctions.

# Méthode possible d'importation : méthode 2

Exemple de conflit :

- importation *a*

```
>>> from math import *
>>> from turtle import *
>>> radians(90)
Traceback (most recent call last):
  File "<input>", line 1, in <module>
TypeError: radians() takes 0 positional arguments \
↪ but 1 was given
```

- importation *b*

```
>>> from turtle import *
>>> from math import *
>>> radians(90)
1.5707963267948966
```

# Méthode recommandée d'importation avec alias

- importation et renommage du module :

```
import module_filename as nom_alias
```

# Méthode recommandée d'importation avec alias

- importation et renommage du module :

```
import module_filename as nom_alias
```

- accès aux objets par la notation pointée :

```
nom_alias.objet
```

# Méthode recommandée d'importation avec alias

- importation et renommage du module :

```
import module_filename as nom_alias
```

- accès aux objets par la notation pointée :

```
nom_alias.objet
```

- Exemple :

```
>>> import math as m
>>> import turtle as t
>>> t.radians()
>>> m.radians(90)
>>> m.sin(m.pi/2)
```

# Informations sur un module

Des informations peuvent être obtenues à l'aide des instructions suivantes :

- `dir(module_filename)` renvoie l'ensemble des objets présents dans un module,

# Informations sur un module

Des informations peuvent être obtenues à l'aide des instructions suivantes :

- `dir(module_filename)` renvoie l'ensemble des objets présents dans un module,
- `help(module_filename)` renvoie des informations sur les fonctions du module,

# Informations sur un module

Des informations peuvent être obtenues à l'aide des instructions suivantes :

- `dir(module_filename)` renvoie l'ensemble des objets présents dans un module,
- `help(module_filename)` renvoie des informations sur les fonctions du module,
- `help(module_filename.objet)` ou `help(nom_alias.objet)` (dans le cas où on a importé et renommé le module) renvoie l'aide relative à cet objet.

Mais pour tout savoir, rien ne vaut le site officiel `https://docs.python.org/fr` !

# Informations sur un module

## Exemple : retour sur le conflit

- ```
  >>> import math as m
  >>> help(m.radians)
  Help on built-in function radians in module math:

  radians(x, /)
      Convert angle x from degrees to radians.
  ```
  ```

# Informations sur un module

## Exemple : retour sur le conflit

- ```
  >>> import math as m
  >>> help(m.radians)
  Help on built-in function radians in module math:

  radians(x, /)
      Convert angle x from degrees to radians.
  ```

- ```
  >>> import turtle as t
  >>> help(t.radians)
  Help on function radians in module turtle:

  radians()
      Set the angle measurement units to radians.

      No arguments.

      Example:
      >>> heading()
      90
      >>> radians()
      >>> heading()
      1.5707963267948966
  ```

# Exemples de modules

# Quelques modules

- `math` – module de fonctions mathématiques usuelles,

# Quelques modules

- `math` – module de fonctions mathématiques usuelles,
- `cmath` – module autour des nombres complexe `(a+bj)`,

# Quelques modules

- `math` – module de fonctions mathématiques usuelles,
- `cmath` – module autour des nombres complexe `(a+bj)`,
- `random` – module de fonctions de hasard et de probabilité,

# Quelques modules

- `math` – module de fonctions mathématiques usuelles,
- `cmath` – module autour des nombres complexe `(a+bj)`,
- `random` – module de fonctions de hasard et de probabilité,
- `numpy` – Module principal de calcul scientifique. Il permet la définition et la manipulation efficace de **tableaux**. Il fournit des outils pour l'algèbre linéaire, pour l'analyse de Fourier, pour la manipulation de nombres pseudo-aléatoires, ...

# Quelques modules

- `math` – module de fonctions mathématiques usuelles,
- `cmath` – module autour des nombres complexe `(a+bj)`,
- `random` – module de fonctions de hasard et de probabilité,
- `numpy` – Module principal de calcul scientifique. Il permet la définition et la manipulation efficace de **tableaux**. Il fournit des outils pour l'algèbre linéaire, pour l'analyse de Fourier, pour la manipulation de nombres pseudo-aléatoires, ...
- `matplotlib` et le sous module `matplotlib.pyplot` – module qui permet de créer des graphiques de type courbes, histogrammes, spectres, barres d'erreur, ...

# Quelques modules

- `math` – module de fonctions mathématiques usuelles,
- `cmath` – module autour des nombres complexe `(a+bj)`,
- `random` – module de fonctions de hasard et de probabilité,
- `numpy` – Module principal de calcul scientifique. Il permet la définition et la manipulation efficace de **tableaux**. Il fournit des outils pour l'algèbre linéaire, pour l'analyse de Fourier, pour la manipulation de nombres pseudo-aléatoires, ...
- `matplotlib` et le sous module `matplotlib.pyplot` – module qui permet de créer des graphiques de type courbes, histogrammes, spectres, barres d'erreur, ...
- `scipy` - module de calcul scientifique qui complète `numpy` et `matplotlib`. Il fournit des outils d'optimisation, d'algèbre linéaire, de statistiques, de traitement du signal, du traitement d'images, de résolution d'équations différentielles.

# Module NumPy

- importation standardisée :

```
import numpy as np
```

# Module NumPy

- importation standardisée :

```
import numpy as np
```

- fonctions de calcul numérique : statistique, algèbre linéaire, traitement de données :

# Module NumPy

- importation standardisée :

```
import numpy as np
```

- fonctions de calcul numérique : statistique, algèbre linéaire, traitement de données :

  Exemple :

```
>>> import numpy as np
>>> np.sin(np.pi/2)
1.0
>>> np.sqrt(2)
1.4142135623730951
```

# Module NumPy

- importation standardisée :

```
import numpy as np
```

- fonctions de calcul numérique : statistique, algèbre linéaire, traitement de données :
  Exemple :

```
>>> import numpy as np
>>> np.sin(np.pi/2)
1.0
>>> np.sqrt(2)
1.4142135623730951
```

- nombreuses fonctions, mais risques de confusions : par exemple, la fonction `randint(a, b)`, où `a` et `b` sont deux entiers, renvoie un entier :
  - ◇ compris dans $[a, b]$ pour la fonction du module `random`,
  - ◇ compris dans $[a, b[$ pour la fonction du module `np.random`.

# Module NumPy

- Manipulation de **tableaux** multidimensionnels,

# Module NumPy

- Manipulation de **tableaux** multidimensionnels,
- Tableau : objet permettant le stockage et la manipulation d'éléments
  - ◇ de nature identiques (tableau d'entiers, tableau de flottants, tableau de booléens, ...
  - ◇ repérés par un ou plusieurs indices.

# Module NumPy

- Manipulation de **tableaux** multidimensionnels,
- Tableau : objet permettant le stockage et la manipulation d'éléments
  - ◇ de nature identiques (tableau d'entiers, tableau de flottants, tableau de booléens, ...
  - ◇ repérés par un ou plusieurs indices.
- Tableau unidimensionnel : représentation possible en ligne (ou en colonne) $T = (t_i)$, $i$ entier,

# Module NumPy

- Manipulation de **tableaux** multidimensionnels,
- Tableau : objet permettant le stockage et la manipulation d'éléments
  - ◇ de nature identiques (tableau d'entiers, tableau de flottants, tableau de booléens, ...
  - ◇ repérés par un ou plusieurs indices.
- Tableau unidimensionnel : représentation possible en ligne (ou en colonne) $T = (t_i)$, $i$ entier,
- Tableau bidimensionnel : représentation possible en matrice $T = (t_{i,j})$, $i, j$ entiers,

# Module NumPy

- Manipulation de **tableaux** multidimensionnels,
- Tableau : objet permettant le stockage et la manipulation d'éléments
  - ◇ de nature identiques (tableau d'entiers, tableau de flottants, tableau de booléens, ...
  - ◇ repérés par un ou plusieurs indices.
- Tableau unidimensionnel : représentation possible en ligne (ou en colonne) $T = (t_i)$, $i$ entier,
- Tableau bidimensionnel : représentation possible en matrice $T = (t_{i,j})$, $i, j$ entiers,
- Tableau de dimension quelconque : $T = (t_{i_1,i_2,\ldots})$, $i_1, i_2, \ldots$ entiers,

# Module NumPy

- Manipulation de **tableaux** multidimensionnels,
- Tableau : objet permettant le stockage et la manipulation d'éléments
  - ◇ de nature identiques (tableau d'entiers, tableau de flottants, tableau de booléens, ...
  - ◇ repérés par un ou plusieurs indices.
- Tableau unidimensionnel : représentation possible en ligne (ou en colonne) $T = (t_i)$, $i$ entier,
- Tableau bidimensionnel : représentation possible en matrice $T = (t_{i,j})$, $i, j$ entiers,
- Tableau de dimension quelconque : $T = (t_{i_1,i_2,\ldots})$, $i_1, i_2, \ldots$ entiers,
- manipulation sur les tableaux régis par des règles précises,

# Module NumPy

- Manipulation de **tableaux** multidimensionnels,
- Tableau : objet permettant le stockage et la manipulation d'éléments
  - ◇ de nature identiques (tableau d'entiers, tableau de flottants, tableau de booléens, ...
  - ◇ repérés par un ou plusieurs indices.
- Tableau unidimensionnel : représentation possible en ligne (ou en colonne) $T = (t_i)$, $i$ entier,
- Tableau bidimensionnel : représentation possible en matrice $T = (t_{i,j})$, $i, j$ entiers,
- Tableau de dimension quelconque : $T = (t_{i_1,i_2,\ldots})$, $i_1, i_2, \ldots$ entiers,
- manipulation sur les tableaux régis par des règles précises,
- syntaxe et rapidité adaptés aux calculs numériques.

# Création de tableaux

La création d'un tableau peut s'effectuer par la fonction `array`.

# Création de tableaux

La création d'un tableau peut s'effectuer par la fonction **array**.

```
>>> import numpy as np
>>> T1 = np.array([1,2,3,4])
>>> type(T1)
<class 'numpy.ndarray'>
>>> T2 = np.array([[1,2,3],[4,5,6]])
>>> T2
array([[1, 2, 3],
       [4, 5, 6]])
```

# Manipulation de tableaux

- `T[i,j]` : renvoie l'élément d'indice $(i, j)$ du tableau, situé à la ligne $(i+1)$ et à la colonne $(j+1)$ (pour tableau 2-D)

# Manipulation de tableaux

- `T[i,j]` : renvoie l'élément d'indice $(i, j)$ du tableau, situé à la ligne $(i+1)$ et à la colonne $(j+1)$ (pour tableau 2-D)
- `T.shape` ou `np.shape(T)` : renvoie taille du tableau sous forme d'un tuple

# Manipulation de tableaux

- `T[i,j]` : renvoie l'élément d'indice $(i, j)$ du tableau, situé à la ligne $(i+1)$ et à la colonne $(j+1)$ (pour tableau 2-D)
- `T.shape` ou `np.shape(T)` : renvoie taille du tableau sous forme d'un tuple

  Exemple :

```
>>> import numpy as np
>>> T2 = np.array([[1,2,3],[4,5,6]])
>>> T2[1,0]
4
>>> T2.shape
(2, 3)
>>> np.shape(T2)
(2, 3)
```

# Manipulation de tableaux

- `T[i,:]` : renvoie les éléments de la ligne $(i+1)$ (sous forme d'un tableau)

# Manipulation de tableaux

- `T[i,:]` : renvoie les éléments de la ligne $(i+1)$ (sous forme d'un tableau)
- `T[:,j]` : renvoie les éléments de la colonne $(j+1)$ (sous forme d'un tableau)

# Manipulation de tableaux

- `T[i,:]` : renvoie les éléments de la ligne $(i+1)$ (sous forme d'un tableau)
- `T[:,j]` : renvoie les éléments de la colonne $(j+1)$ (sous forme d'un tableau)

  Exemple :

```
>>> import numpy as np
>>> T2 = np.array([[1,2,3],[4,5,6]])
>>> T2[1,:]
array([4, 5, 6])
>>> T2[:,1]
array([2, 5])
```

# Manipulation de tableaux

- `np.zeros([a, b, c,...])` : renvoie un tableau rempli de zéros de dimensions $a$, $b$, $c$, ...

# Manipulation de tableaux

- `np.zeros([a, b, c,...])` : renvoie un tableau rempli de zéros de dimensions *a*, *b*, *c*, ...
- `np.ones([a, b, c,...])` : renvoie un tableau remplis de 1 de dimensions *a*, *b*, *c*, ...

# Manipulation de tableaux

- `np.zeros([a, b, c,...])` : renvoie un tableau rempli de zéros de dimensions *a*, *b*, *c*, ...
- `np.ones([a, b, c,...])` : renvoie un tableau remplis de 1 de dimensions *a*, *b*, *c*, ...
- `np.linspace(a, b, n)` : création d'un tableau unidimensionnel de *n* valeurs flottantes comprises entre *a* et *b* (tous deux inclus)

# Manipulation de tableaux

- `np.zeros([a, b, c,...])` : renvoie un tableau rempli de zéros de dimensions *a*, *b*, *c*, ...
- `np.ones([a, b, c,...])` : renvoie un tableau remplis de 1 de dimensions *a*, *b*, *c*, ...
- `np.linspace(a, b, n)` : création d'un tableau unidimensionnel de *n* valeurs flottantes comprises entre *a* et *b* (tous deux inclus)
- `np.arange(a, b, c)` : création d'un tableau unidimensionnel de valeurs flottantes comprises entre *a* (inclu) et *b* (exclu) par pas de *c*

# Manipulation de tableaux

- `np.zeros([a, b, c,...])` : renvoie un tableau rempli de zéros de dimensions *a*, *b*, *c*, ...
- `np.ones([a, b, c,...])` : renvoie un tableau remplis de 1 de dimensions *a*, *b*, *c*, ...
- `np.linspace(a, b, n)` : création d'un tableau unidimensionnel de *n* valeurs flottantes comprises entre *a* et *b* (tous deux inclus)
- `np.arange(a, b, c)` : création d'un tableau unidimensionnel de valeurs flottantes comprises entre *a* (inclu) et *b* (exclu) par pas de *c*

  Exemple :

```
>>> np.linspace(0,10,11)
array([ 0.,  1.,  2.,  3.,  4.,  5.,  6.,  7.,  \
↪ 8.,  9., 10.])
>>> np.arange(0,11,1)
array([ 0,  1,  2,  3,  4,  5,  6,  7,  8,  9, 10])
```

# Opérations sur les tableaux

Les opérations sont réalisées élément par élément (on parle de vectorisation)

- somme de deux tableaux de même taille :

```
>>> A = np.array([1,2,3])
>>> B = np.array([4,5,6])
>>> A+B
array([5, 7, 9])
```

alors que pour deux listes, on obtient :

```
>>> A = [1,2,3]
>>> B = [4,5,6]
>>> A+B
[1, 2, 3, 4, 5, 6]
```

# Opérations sur les tableaux

- multiplication par un nombre

```
>>> A = np.array([1,2,3])
>>> 2*A
array([2, 4, 6])
```

# Opérations sur les tableaux

- multiplication par un nombre

```
>>> A = np.array([1,2,3])
>>> 2*A
array([2, 4, 6])
```

alors que pour une liste on a :

```
>>> A = [1,2,3]
>>> 2*A
[1, 2, 3, 1, 2, 3]
```

# Opérations sur les tableaux

- multiplication par un nombre

```
>>> A = np.array([1,2,3])
>>> 2*A
array([2, 4, 6])
```

  alors que pour une liste on a :

```
>>> A = [1,2,3]
>>> 2*A
[1, 2, 3, 1, 2, 3]
```

- élévation d'un tableau à une puissance

```
>>> A = np.array([1,2,3])
>>> A**3
array([ 1,  8, 27])
```

# Opérations sur les tableaux

Avec des tableaux de dimension 2 :

```
>>> A = np.array([[1,2],[3,4],[5,6]])
>>> A
array([[1, 2],
       [3, 4],
       [5, 6]])
>>> 2*A # produit de chaque coefficient par un réel
array([[ 2,  4],
       [ 6,  8],
       [10, 12]])
>>> A**2 # chaque coefficient au carré
array([[ 1,  4],
       [ 9, 16],
       [25, 36]])
```

# Opérations sur les tableaux

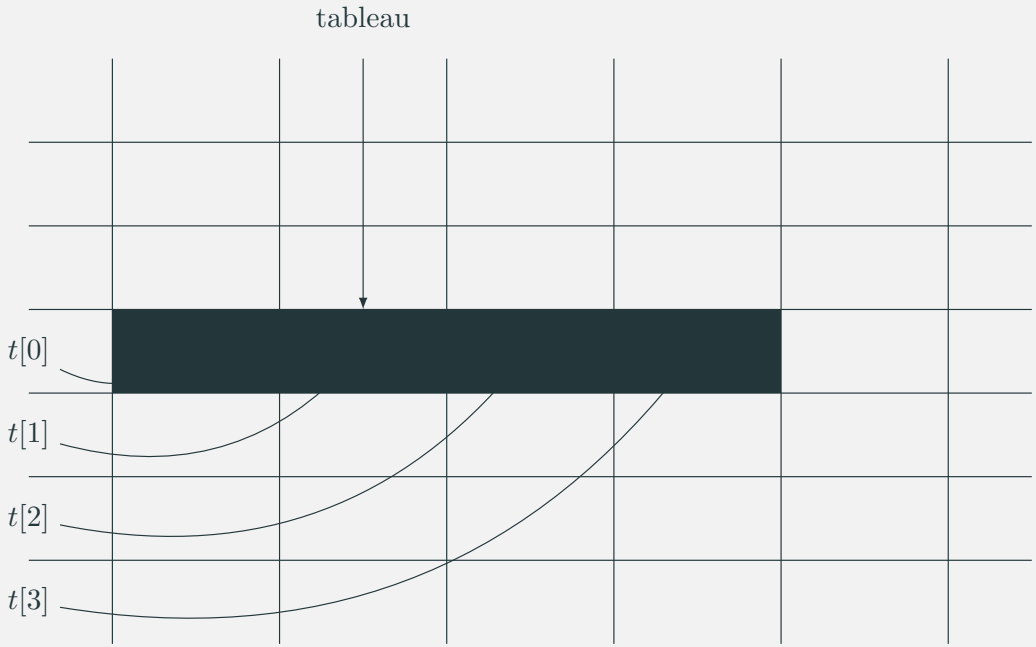
Avec des tableaux de dimension 2 :

```
>>> A = np.array([[1,2],[3,4],[5,6]])
>>> A
array([[1, 2],
       [3, 4],
       [5, 6]])
>>> B = np.array([[0,1],[-1,2],[0,2]])
>>> A+B # somme des tableaux
array([[1, 3],
       [2, 6],
       [5, 8]])
>>> A*B # produit coefficient par coefficient
array([[ 0,  2],
       [-3,  8],
       [ 0, 12]])
```

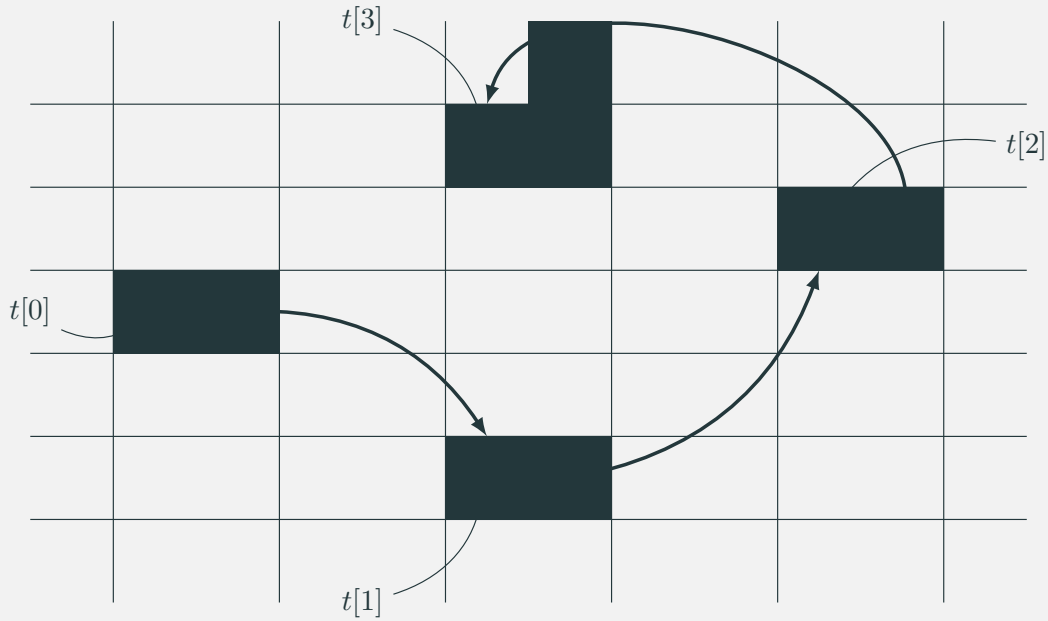
# Fonctions mathématiques et tableaux

```
>>> import numpy as np
>>> x = np.linspace(0,2,11) # tableau de 11 valeurs \
↪ de 0 à 2
>>> x
array([0. , 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1. , 1.2, 1.4, 1.6, \
↪ 1.8, 2. ])
>>> np.exp(x) # on applique l'exponentielle à chaque \
↪ valeur dans x
array([1.        , 1.22140276, 1.4918247 , 1.8221188 \
↪ , 2.22554093,
       2.71828183, 3.32011692, 4.05519997, \
       ↪ 4.95303242, 6.04964746,
       7.3890561 ])
```

## Gestion mémoire des tableaux



# Listes vs tableaux




Gestion mémoire des listes

# Listes vs tableaux

Normalement, les structures de données liste et tableau ont les propriétés ci-dessous :

| | Liste | Tableau |
|---|---|---|
| Structure de donnée | dynamique | statique |
| Accès aux données | coût variable | coût constant |

# Listes vs tableaux

Normalement, les structures de données liste et tableau ont les propriétés ci-dessous :

| | Liste | Tableau |
|---|---|---|
| Structure de donnée | dynamique | statique |
| Accès aux données | coût variable | coût constant |

Attention – listes python :

- possèdent un caractère dynamique,
- temps d'accès à un élément à cout constant.

# Listes vs tableaux

Normalement, les structures de données liste et tableau ont les propriétés ci-dessous :

| | Liste | Tableau |
|---|---|---|
| Structure de donnée | dynamique | statique |
| Accès aux données | coût variable | coût constant |

Attention – listes python :

- possèdent un caractère dynamique,
- temps d'accès à un élément à cout constant.

$\Longrightarrow$ Hybrides entre vraies listes et tableaux.

# Module matplotlib

Module de représentation graphique

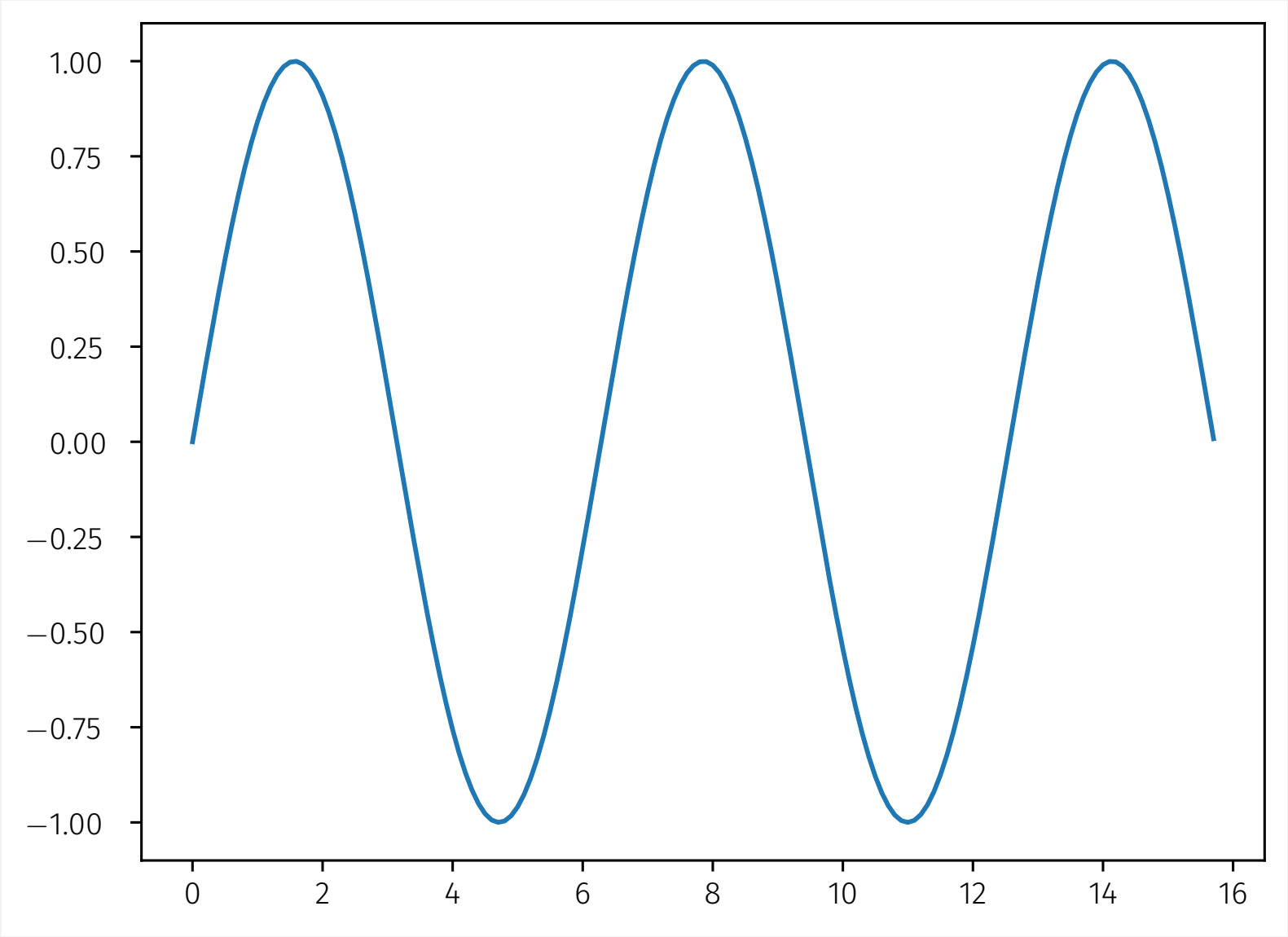
Premier exemple :

```
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt

x = np.arange(0, 5*np.pi, 0.1);
y = np.sin(x)
plt.plot(x, y)
```

```
plt.show()
```

# Module matplotlib



# Module matplotlib

Deuxième exemple :

```
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt

x1 = np.linspace(0.0, 5.0)
x2 = np.linspace(0.0, 2.0)

y1 = np.cos(2 * np.pi * x1) * np.exp(-x1)
y2 = np.cos(2 * np.pi * x2)
```

Deuxième exemple :

```
plt.subplot(2, 1, 1)
plt.plot(x1, y1, 'yo-')
plt.title('Deux oscillateurs')
plt.ylabel('Oscillations amorties')

plt.subplot(2, 1, 2)
plt.plot(x2, y2, 'r.-')
plt.xlabel('temps (s)')
plt.ylabel('Oscillations harmoniques')
```

```
plt.show()
```

# Module matplotlib