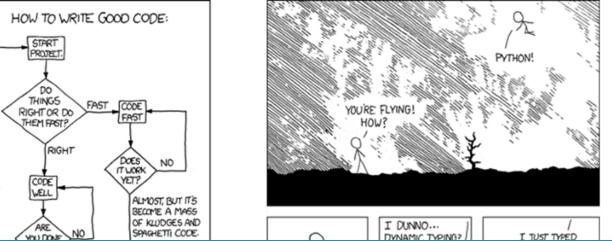
.. I ALSO SAMPLED

BUT I THINK THIS

TO THE PITHON.

Informatique MEDICINE CABINET FOR COMPARISON.





NO. AND THE REQUIRED TO VISION OF THAT'S IT?

Architecture matérielle et initiation algorithmique information of the programming and start over.

Architecture matérielle et initiation algorithmique information of the programming and start over.

Architecture matérielle et initiation algorithmique information of the programming and start over.

Architecture matérielle et initiation algorithmique information of the programming and start over.

Architecture matérielle et initiation algorithmique information of the programming and start over.

Architecture matérielle et initiation algorithmique information of the programming and start over.

Architecture matérielle et initiation algorithmique information of the programming and start over.

Architecture matérielle et initiation algorithmique information of the programming and start over.

Architecture matérielle et initiation algorithmique information algorithmique info

Chapitre 1 – 04
Tracé de fonction

Cours

30 Septembre 2020

Savoirs et compétences :

□ TR: Tracer une fonction

1	Utilisation de bibliothèques	2
2	Matplotlib.pyplot	3
3	Utilisation de la fonction plot	3
4	Quelques options graphiques disponibles	5
4.1	Couleurs (option color)	5
4.2	Étiquette (option label)	5
4.3	Type de ligne (option linestyle)	6
4.4	Épaisseur des lignes (option linewidth)	6
4.5	Type de point (option marker)	6
5	Autres fonctions utiles	7
5.1	Paramètres avancés d'un graphique	7
5.2	Quelques outils utiles en statistiques	7
5.3	Subdivision régulière d'un intervalle	7
6	Applications	9
6.1	Tracé de courbes	9
6.2	Exemple avancé	9

## 1 Utilisation de bibliothèques

En python, il existe de nombreuses manières de produire des graphiques. Pour ce faire, nous allons utiliser la bibliothèque matplotlib.pyplot.

Une bibliothèque est un regroupement de fonctions, livrées directement avec Python ou écrites par un tiers. Nous allons en utiliser plusieurs cette année :

- math, pour utiliser des fonctions mathématiques de base;
- random, pour simuler des expériences aléatoires;
- time, pour disposer d'un chronomètre;
- scipy.optimize, pour résoudre certains problèmes numériques;
- scipy.integrate pour résoudre d'autres problèmes numériques;
- numpy, pour utiliser des outils de calcul vectoriel;
- et donc matplotlib. pyplot, pour avoir des outils de tracé graphique.

Certaines de ces bibliothèques sont toujours disponibles avec Python, comme les bibliothèques math et random, elles font partie de la bibliothèque standard. D'autres doivent être installées séparément, comme la bibliothèque matplotlib.pyplot, notamment.

On charge une bibliothèque avec le mot clef import. Il existe plusieurs manières de charger une bibliothèque. Prenons l'exemple de la bibliothèque math.

On peut d'abord charger l'intégralité de la bibliothèque.

```
**Exemple
>>> import math
>>> math.sqrt(2)
1.4142135623730951
```

Remarquez qu'il est alors obligatoire de rappeler de quelle bibliothèque vient chaque commande (plusieurs bibliothèques peuvent proposer des implémentations différentes d'une même fonction).

**Exemple** La fonction exp du module math ne s'applique qu'à des nombres flottants, alors que celle de numpy peut s'appliquer à des vecteurs (cette structure sera détaillée ultérieurement).

```
>>> import numpy

>>> math.exp(1)

2.718281828459045

>>> numpy.exp(1)

2.7182818284590451

>>> numpy.exp([1,2,3])

array([ 2.71828183, 7.3890561 , 20.08553692])
```

On peut donner un alias à une bibliothèque avec le mot clef as, afin de pouvoir l'utiliser rapidement.

```
>> Exemple
>>> import math as m
>>> m.pi
3.141592653589793
```

On peut aussi décider de n'importer que certaines fonctions d'une bibliothèque, avec le mot clef from. Dans ce cas, on peut utiliser la fonction importée sans préfixe.

```
*Exemple
>>> from math import log
>>> log(2)
0.6931471805599453
```



On peut aussi importer toutes les fonctions d'un coup de cette manière, en utilisant le joker \*.

# 2 Matplotlib.pyplot

La bibliothèque matplotlib.pyplot fournit des outils de tracés graphiques très proches de ceux du logiciel Matlab. On essaiera toujours de l'utiliser de la manière suivante.

- 1. Appeler la fonction clf () (pour <u>clean figure</u>) pour effacer la figure précédente, et donc en commencer une nouvelle.
- 2. Tracer des courbes, nuages de points, en appelant (éventuellement plusieurs fois) la fonction plot (). On remarquera que rien n'est ici affiché : seul un objet est créé par Python.
- 3. Éventuellement, paramétrer le graphique (axes, titre, légendes etc.) en utilisant les fonctions adéquates.
- 4. Afficher le graphique avec la fonction show() ou, mieux, le sauvegarder avec la fonction savefig(). On dispose alors d'une image (différents formats possibles).

# 3 Utilisation de la fonction plot

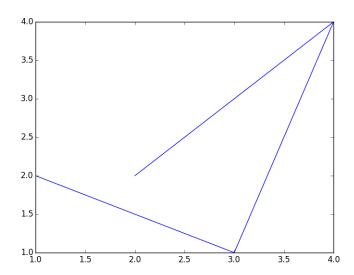
Cette fonction peut-être utilisée de nombreuses manières différentes, pour obtenir des résultats assez fins. Nous ne les détaillerons pas toutes ici. L'idée générale est de lui donner en argument deux tableaux de nombres, décrivant respectivement les abscisses et les ordonnées des points à tracer. Sans autre option, ces points sont reliés par des segments bleus, en traits pleins.

#### ■ Exemple Le code suivant produit la figure 1.

```
import matplotlib.pyplot as plt

x = [1, 3, 4, 2]
y = [2, 1, 4, 2]

plt.clf()
plt.plot(x,y)
plt.savefig("ex_base_01.png")
```





## FIGURE 1 - Style standard

Les options graphiques permettent notamment de modifier le type de segment (pointillés, sans segment), d'afficher ou non un marqueur au niveau de chaque point et de changer la couleur de ces objets.

■ Exemple Le code suivant produit la figure 2.

```
import matplotlib.pyplot as plt

x = [1, 3, 4, 2]
y = [2, 1, 4, 2]

plt.clf()
plt.plot(x,y,'or--')
plt.savefig("ex_base_02.png")
```

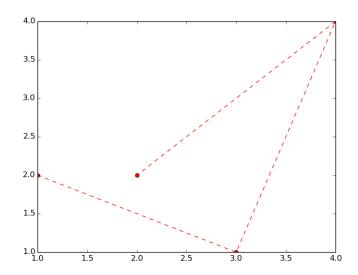


FIGURE 2 – Points marqués, ligne coupée, couleur rouge.

On remarquera que cette figure aurait aussi pu être obtenue par la commande suivante, plus explicite mais moins concise

```
plt.plot(x,y,marker='o',color='r',linestyle='--')
```

On peut enfin appeler plusieurs fois la fonction plot successivement. Les tracés sont alors superposés.

■ Exemple Le code suivant produit la figure 3.

```
import matplotlib.pyplot as plt

x = [1.5, 3, 3.5, 2]
y = [3, 2, 4, 2]

plt.clf()
plt.plot(x,y,'or')
plt.plot([1,4],[1,4])
plt.savefig("ex_base_03.png")
```



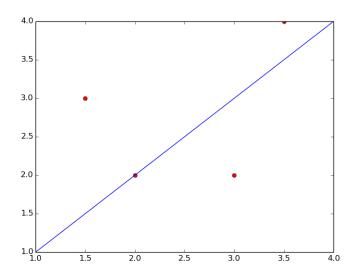


FIGURE 3 – Supperposition de deux tracés

R Il n'est pas réellement possible de tracer des courbes lisses, mais seulement des lignes brisées et des nuages de points.

# 4 Quelques options graphiques disponibles

La fonction plot () possède énormément d'options, nous n'en détaillerons que quelques-unes ici. On suppose dans cette partie que la bibliothèque matplotlib.pyplot a été importée avec l'alias plt.

### 4.1 Couleurs (option color)

On peut décrire de nombreuses couleurs très précisément, mais certaines sont disponibles avec les raccourcis suivants. L'argument donné est une chaîne de caractères et la couleur par défaut est le bleu.

Mot clef	Couleur
'b'	Bleu
'g'	Vert
'n,	Rouge
,c,	Cyan
'n,	Magenta
<b>,</b> y,	Jaune
'k'	Noir
, M ,	Blanc

TABLE 1 - Couleurs prédéfinies dans matplotlib.

■ Exemple Pour tracer une courbe en magenta, on écrira la commande suivante.

```
plt.plot(x,y,color = 'm')
```

#### 4.2 Étiquette (option label)

On peut adjoindre à un tracé une chaîne de caractères (son étiquette), qui pourra notamment être utilisée dans les légendes. Les parties entres deux symboles \$ sont interprétées comme du code LaTeX (attention, en Python, le caractère \ se code par le caractère '\\'). Par défaut, il n'y a pas d'étiquette.



**Exemple** Pour donner le nom « arccos(t) » à la courbe, on écrira la commande suivante.

```
plt.plot(x,y,label = '$\\arccos(t)$')
```

## 4.3 Type de ligne (option linestyle)

On peut spécifier plusieurs types de lignes, qui seront utilisés pour tracer les segments reliant les points donnés en argument. L'argument donné est une chaîne de caractères et, par défaut, la ligne est tracée continuement.

Mot clef	Type de ligne
,_,	Ligne continue
,,	Tirets
,,	Alterne tirets et points
·: ·	Ligne pointillée
'None' ou' 'ou'	Pas de ligne

TABLE 2 – Types de ligne disponibles.

**Exemple** Pour tracer une courbe en pointillés, on écrira la commande suivante.

```
plt.plot(x,y,linestyle = ':')
```

#### 4.4 Épaisseur des lignes (option linewidth)

On peut régler l'épaisseur des lignes reliant les points. L'argument donné est un flottant, qui vaut 1 par défaut.

**Exemple** Pour tracer une courbe dont le trait est deux fois plus épais que la normale, on écrira la commande suivante.

```
plt.plot(x,y,linewidth = 2)
```

## 4.5 Type de point (option marker)

On peut changer la manière dont les points sont représentés. L'argument donné est une chaîne de caractères et, par défaut, les points ne sont pas représentés.



La liste donnée dans la table 3 est loin d'être exhaustive.

Mot clef	Type de point
· . ·	Point
,0,	Cercle
's'	Carré
,*,	Étoile
,+,	Croix (forme +)
,x,	Croix (forme ×)
'None' ou' 'ou'	Pas de point
'\$\$'	Texte Latex (à la place de)

TABLE 3 – Quelques types de points disponibles.



■ Exemple Pour placer des carrés à l'emplacement des points indiqués, on écrira la commande suivante.

```
plt.plot(x,y,marker = 's')
```

Les options markeredgecolor, markeredgwidth, markerfacecolor et markersize permettent de paramétrer plus finement l'apparence des points.

## 5 Autres fonctions utiles

Nous avons déjà vu comment utiliser de manière élémentaire les fonctions clf(), plot() et savefig().

## 5.1 Paramètres avancés d'un graphique

On peut affecter une étiquette à chaque axe avec les fonctions xlabel() et ylabel().

Les fonctions xlim() et ylim() permettent de régler manuellement les étendues des deux axes, et donc la forme du graphique. On pourra utiliser à la place la fonction axis(). On pourra aussi utiliser la fonction autoscale(). Les fonctions xticks() et yticks() permettent de régler les graduations des axes.

La fonction figtext() permet d'écrire du texte dans une figure.

La fonction legend() permet d'ajouter une légende à une figure, la fonction title() permet d'ajouter un titre à une figure.

Les commandes xscale('log') et yscale('log') permettent de passer les axes des abscisses ou des ordonnées en échelle logarithmique.

#### 5.2 Quelques outils utiles en statistiques

Cette partie ne sera pas utilisée en informatique, mais pourra vous intéresser dans le cadre de votre TIPE, notamment. Les fonctions barh() et hist() permettent de réaliser des histogrammes, la fonction boxplot() permet de réaliser des diagrammes en boîtes à moustaches.

La fonction errorbar () permet de tracer un graphe avec des barres d'erreurs (intervalles de confiances).

#### 5.3 Subdivision régulière d'un intervalle

Pour tracer une fonction, on trace en fait des cordes de cette fonction, à partir d'une subdivision de l'intervalle considéré. La fonction linespace() de la bibliothèque numpy permet de créer automatiquement de telles subdivisions, avec un nombre de points à régler manuellement.

**■ Exemple** Pour tracer le graphe de la fonction  $x \mapsto x^3$  sur [0,1] avec une subdivision en 3 segments, donc en utilisant 4 points, on peut utiliser le code suivant, qui donne la figure 4.

```
import matplotlib.pyplot as plt
from numpy import linspace

x = linspace(0,1,4)
y = [t**3 for t in x]

plt.clf()
plt.plot(x,y)
plt.xlabel('$t$')
plt.ylabel('$t$')
plt.savefig('ex_numpy_01.png')
```



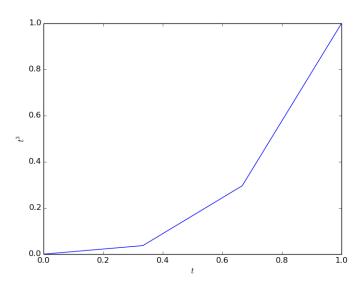


FIGURE 4 – Subdivision en 3 segments

Pour obtenir une courbe plus lisse, on peut utiliser une subdivision plus fine. Par exemple, avec 100 segments, et donc 101 points, on peut utiliser le code suivant, qui donne la figure 5.

```
import matplotlib.pyplot as plt
from numpy import linspace

x = linspace(0,1,101)
y = [t**3 for t in x]

plt.clf()
plt.plot(x,y)
plt.xlabel('$t$')
plt.ylabel('$t$')
plt.ylabel('$t^3$')
plt.savefig('ex_numpy_01.png')
```

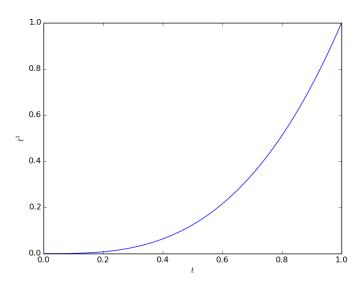


FIGURE 5 – Subdivision en 100 segments

TD

Sources:

#### Savoirs et compétences :

TR: Tracer une fonction

# 6 Applications

#### 6.1 Tracé de courbes

- **Q 1 : Tracer la courbe de la fonction** Arctan **sur l'intervalle** [-10, 10].
- Q 2: Tracer les courbes des fonctions  $x \mapsto x$ ,  $x \mapsto x^2$  et  $x \mapsto \sqrt{x}$  sur l'intervalle [0, 1] et sur un même graphique.
- Q 3: Tracer en échelle logarithmique les courbes  $x \mapsto x$ ,  $x \mapsto x^2$  et  $x \mapsto \sqrt{x}$  sur  $[1, 10^5]$  et sur un même graphique. Que lit-on sur les pentes des courbes obtenues?

## 6.2 Exemple avancé

Le code suivant permet de tracer les graphes des fonction arccos et arcsin, dans la figure 6.

```
import matplotlib.pyplot as plt
import math as m
from numpy import linspace
x1 = linspace(-1,1,200)
x2 = linspace(0, m.pi, 200)
arccos = [m.acos(t) for t in x1]
cos = [m.cos(t) for t in x2]
plt.clf()
plt.plot(x1,arccos,color='b',label='$\\arccos(t)$', linewidth=2)
plt.plot(x2,cos,color='r',label='$\\cos(t)$', linewidth=2)
plt.plot([-0.5*m.pi,m.pi],[-0.5*m.pi,m.pi],color = 'g',
 linestyle = '--', label = 'Première bissectrice du plan')
plt.xlabel('$t$')
plt.legend(loc=0)
plt.axes()
plt.savefig('ex_avance.png')
```



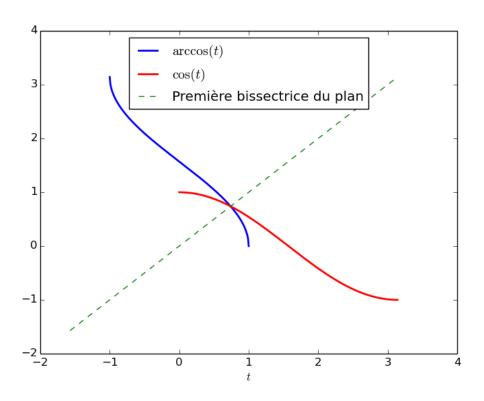


FIGURE 6 – Graphes des fonctions arccos et cos