

## Réalisation de tracés

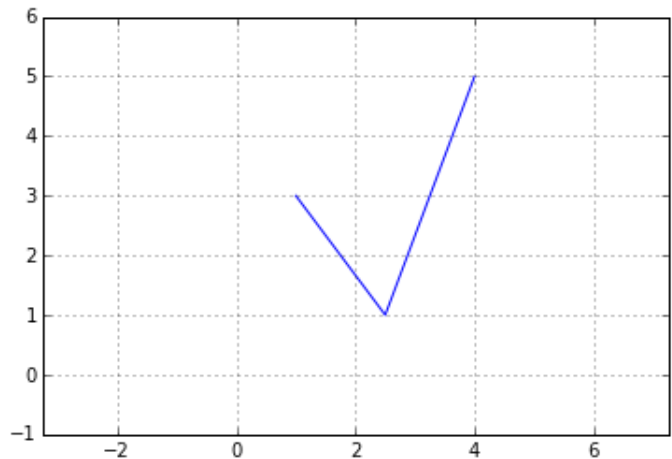
Les fonctions présentées dans ce document permettent la réalisation de tracés. Elles nécessitent l'import du module `numpy` et du module `matplotlib.pyplot`. De plus pour effectuer des tracés en dimension 3, il convient d'importer la fonction `Axes3d` du module `mpl_toolkits.mplot3d`. Les instructions nécessaires aux exemples qui suivent sont listés ci-dessous.

```
import math
import matplotlib.pyplot as plt
import numpy as np
from mpl_toolkits.mplot3d import Axes3D
```

### Tracés de lignes brisées et options de tracés

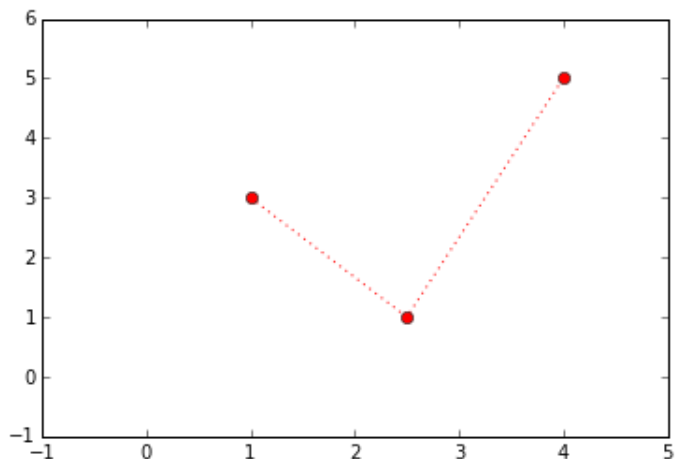
On donne la liste des abscisses et la liste des ordonnées puis on effectue le tracé. La fonction `axis` permet de définir la fenêtre dans laquelle est contenu le graphique. L'option `equal` permet d'obtenir les mêmes échelles sur les deux axes. Les tracés relatifs à divers emplois de la fonction `plot` se superposent. La fonction `plt.clf()` efface les tracés contenus dans la fenêtre graphique.

```
x = [1., 2.5, 4.]
y = [3., 1., 5.]
plt.axis('equal')
plt.plot(x, y)
plt.axis([-1., 5., -1., 6.])
plt.grid()
plt.show()
```



La fonction `plot` admet de nombreuses options de présentation. Le paramètre `color` permet de choisir la couleur ('g' : vert, 'r' : rouge, 'b' : bleu). Pour définir le style de la ligne, on utilise `linestyle` ('-' : ligne continue, '--' : ligne discontinue, ':' : ligne pointillée). Si on veut marquer les points des listes, on utilise le paramètre `marker` ('+', '.', 'o', 'v' donnent différents symboles).

```
x = [1., 2.5, 4.]
y = [3., 1., 5.]
plt.axis([-1., 5., -1., 6.])
plt.plot(x, y, color='r', linestyle=':',
         marker='o')
plt.show()
```

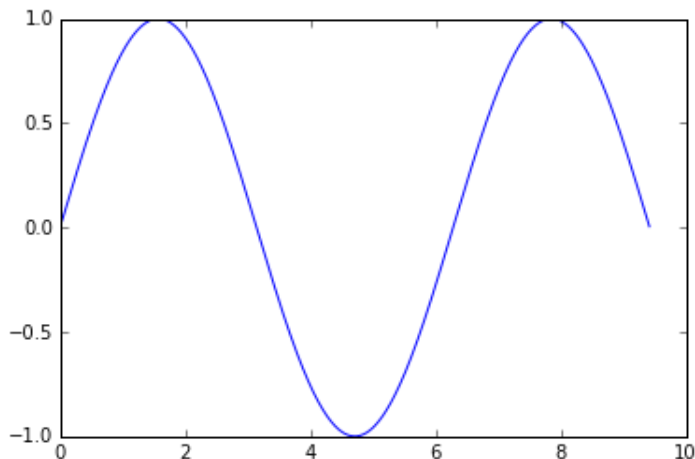


## Tracés de fonction

On définit une liste d'abscisses puis on construit la liste des ordonnées correspondantes. L'exemple ci-dessous trace  $x \mapsto \sin x$  sur  $[0, 3\pi]$ .

```
def f(x):
    return math.sin(x)

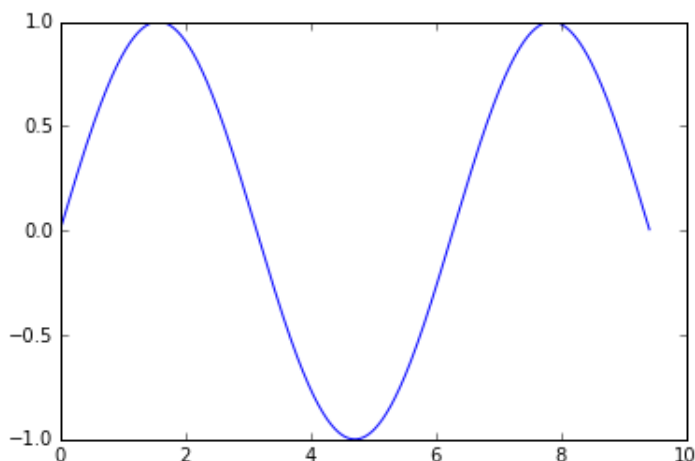
X = np.arange(0, 3*np.pi, 0.01)
Y = [ f(x) for x in X ]
plt.plot(X, Y)
plt.show()
```



Il est généralement plus intéressant d'utiliser les fonctions du module `numpy`, plutôt que celles du module `math`, car elles permettent de travailler aussi bien avec des scalaires qu'avec des tableaux (on les appelle fonctions universelles).

```
def f(x):
    return np.sin(x)

X = np.arange(0, 3*np.pi, 0.01)
Y = f(X)
plt.plot(X, Y)
plt.show()
```



Une autre solution consiste à utiliser la fonction `vectorize` du module `numpy` qui permet de transformer une fonction scalaire en une fonction capable de travailler avec des tableaux. Il est cependant beaucoup plus efficace d'utiliser directement des fonctions universelles.

```
def f(x):
    return math.sin(x)

f = np.vectorize(f)
```

Il est à noter que les opérateurs python (+, -, \*, etc.) peuvent s'appliquer à des tableaux, ils agissent alors terme à terme. Ainsi la fonction `f` définie ci-dessous est une fonction universelle, elle peut travailler aussi bien avec deux scalaires qu'avec deux tableaux et même avec un scalaire et un tableau.

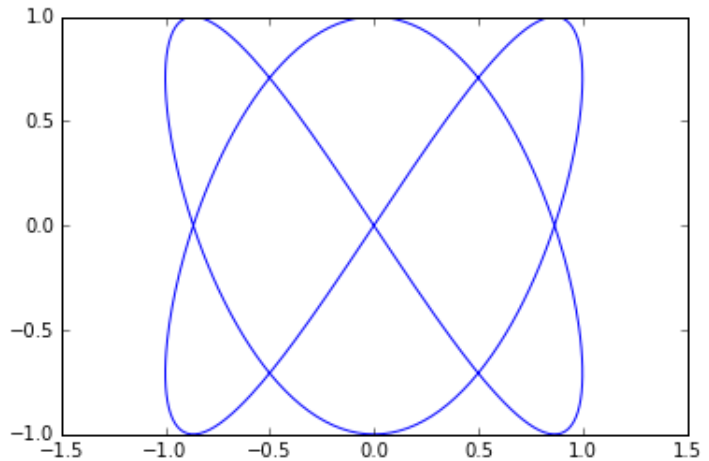
```
def f(x, y):
    return np.sqrt(x**2 + y**2)

f(3, 4)
5.0
f(np.array([1, 2, 3]), np.array([4, 5, 6]))
array([ 4.12310563,  5.38516481,  6.70820393])
f(np.array([1, 2, 3]), 4)
array([ 4.12310563,  4.47213595,  5.          ])
```

## Tracés d'arcs paramétrés

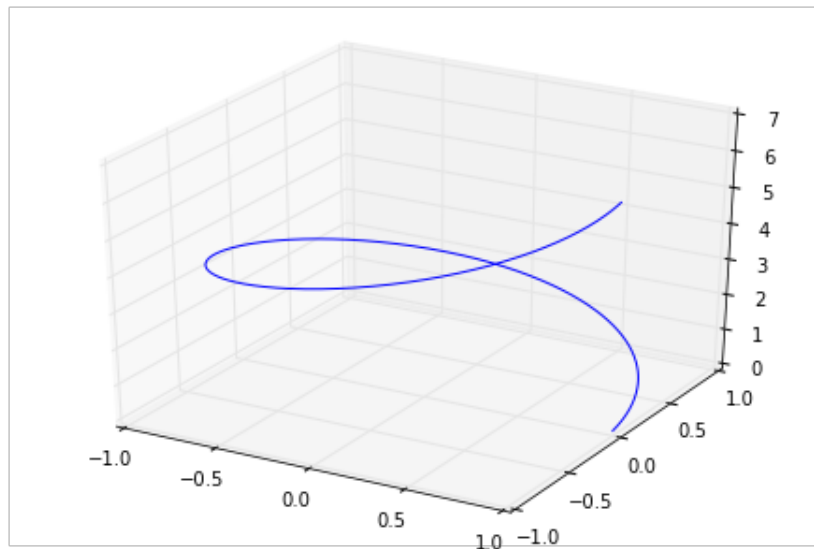
Dans le cas d'un arc paramétré plan, on définit d'abord la liste des valeurs données au paramètre puis on construit la liste des abscisses et des ordonnées correspondantes. On effectue ensuite le tracé.

```
def x(t):  
    return np.sin(2*t)  
  
def y(t):  
    return np.sin(3*t)  
  
T = np.arange(0, 2*np.pi, 0.01)  
X = x(T)  
Y = y(T)  
plt.axis('equal')  
plt.plot(X, Y)  
plt.show()
```



Voici un exemple de tracé d'un arc paramétré de l'espace.

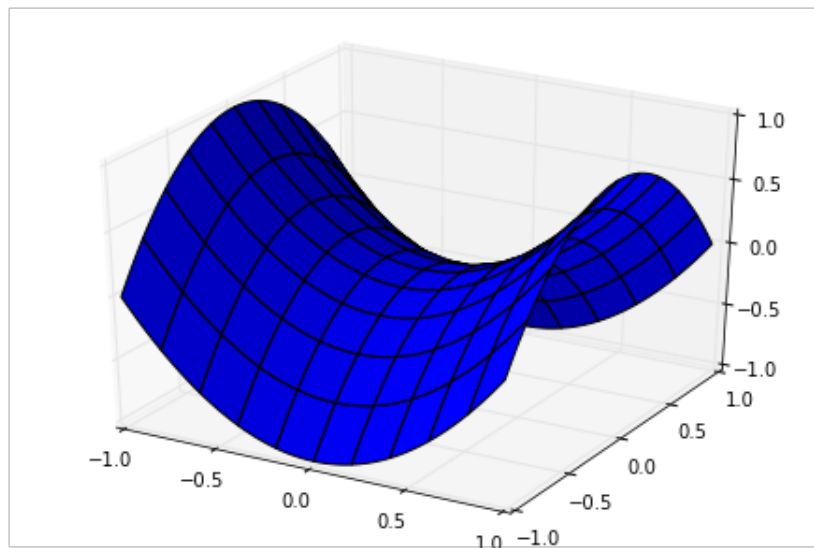
```
ax = Axes3D(plt.figure())  
T = np.arange(0, 2*np.pi, 0.01)  
X = np.cos(T)  
Y = np.sin(T)  
Z = T  
ax.plot(X, Y, Z)  
plt.show()
```



## Tracé de surfaces

Pour tracer une surface d'équation  $z = f(x, y)$ , on réalise d'abord une grille en  $(x, y)$  puis on calcule les valeurs de  $z$  correspondant aux points de cette grille. On fait ensuite le tracé avec la fonction `plot_surface`.

```
ax = Axes3D(plt.figure())  
  
def f(x,y):  
    return x**2 - y**2  
  
X = np.arange(-1, 1, 0.02)  
Y = np.arange(-1, 1, 0.02)  
X, Y = np.meshgrid(X, Y)  
Z = f(X, Y)  
ax.plot_surface(X, Y, Z)  
plt.show()
```



## Tracé de lignes de niveau

Pour tracer des courbes d'équation  $f(x, y) = k$ , on fait une grille en  $x$  et en  $y$  sur laquelle on calcule les valeurs de  $f$ . On emploie ensuite la fonction `contour` en mettant dans une liste les valeurs de  $k$  pour lesquelles on veut tracer la courbe d'équation  $f(x, y) = k$ .

```
def f(x,y):  
    return x**2 + y**2 + x*y  
  
X = np.arange(-1, 1, 0.01)  
Y = np.arange(-1, 1, 0.01)  
X, Y = np.meshgrid(X, Y)  
Z = f(X, Y)  
plt.axis('equal')  
plt.contour(X, Y, Z, [0.1,0.4,0.5])  
plt.show()
```

