

# Tutoriel Matplotlib

Par Nicolas P. Rougier - [Raphaël Seban](#) (traducteur)

Date de publication : 11 juillet 2014

Matplotlib est probablement l'un des packages Python les plus utilisés pour la représentation de graphiques en 2D. Il fournit aussi bien un moyen rapide de visualiser des données grâce au langage Python, que des illustrations de grande qualité dans divers formats.

En complément sur [Developpez.com](#)

- [Condensé Python pour les scientifiques - Partie 1](#)

I - Présentation.....	3
I-A - IPython et le mode pylab.....	3
I-B - Pylab.....	3
II - Graphique simple.....	3
II-A - Paramètres par défaut.....	4
II-B - Modifier les réglages par défaut.....	5
II-C - Modifier les couleurs et épaisseurs de trait.....	7
II-D - Délimiter les axes du repère.....	8
II-E - Définir les graduations.....	9
II-F - Définir le texte des graduations.....	10
II-G - Déplacer les axes du repère.....	11
II-H - Ajouter une légende au graphique.....	12
II-I - Annoter certains points remarquables.....	14
II-J - Le diable se cache toujours dans les détails.....	15
III - Graphiques, vues en grille, vues libres et graduations.....	17
III-A - Graphiques (matplotlib.figure).....	17
III-B - Vues en grille (matplotlib.subplot).....	18
III-C - Vues libres (matplotlib.axes).....	21
III-D - Graduations de repère.....	23
III-D-1 - Localisateurs de graduations (tick locators).....	23
IV - Autres types de tracés.....	25
IV-A - Tracés simples.....	27
IV-B - Tracés en points.....	28
IV-C - Histogrammes.....	29
IV-D - Tracés contour.....	30
IV-E - Image pixelisée.....	31
IV-F - Tracés fléchés.....	32
IV-G - Graphiques en camembert.....	33
IV-H - Grilles.....	34
IV-I - Tracés multiples.....	35
IV-J - Axes polaires.....	36
IV-K - Graphiques en 3D.....	37
IV-L - Textes.....	37
V - Aller plus loin.....	38
V-A - Tutoriels.....	38
V-B - Documentation Matplotlib.....	39
V-C - Documentation du code.....	39
V-D - Galeries.....	40
V-E - Mailing lists.....	40
VI - Références.....	40
VI-A - Propriétés de trait.....	40
VI-B - Styles de trait.....	42
VI-C - Marques.....	43
VI-D - Bandes colorées.....	44
VI-D-1 - De base.....	44
VI-D-2 - GIST.....	44
VI-D-3 - Séquences.....	45
VI-D-4 - Dégradés.....	45
VI-D-5 - Qualifiés.....	46
VI-D-6 - Divers.....	46
VII - Notes et remerciements de l'auteur.....	46
VIII - Remerciements Developpez.....	47

## I - Présentation

Matplotlib est probablement l'un des packages Python les plus utilisés pour la représentation de graphiques en 2D. Il fournit aussi bien un moyen rapide de visualiser des données grâce au langage Python, que des illustrations de grande qualité dans divers formats.

Nous explorerons matplotlib en console interactive et nous tenterons d'aborder les cas les plus courants.

### I-A - IPython et le mode pylab

**IPython** est une console interactive Python améliorée qui supporte un grand nombre de fonctionnalités très intéressantes parmi lesquelles les entrées/sorties nommées, l'utilisation directe de commandes shell, un système de débogage amélioré et bien plus encore.

En lançant cette console avec l'argument `-pylab` (`--pylab` depuis IPython version 0.12), l'on dispose immédiatement d'une session matplotlib interactive avec de nombreuses fonctionnalités du type Matlab™ / Mathematica™.

### I-B - Pylab

Pylab fournit une interface procédurale à la librairie graphique matplotlib orientée objet. Elle est basée sur un modèle très proche de Matlab™. De la sorte, la grande majorité des commandes pylab ont leur équivalent Matlab™ avec des arguments similaires. Les commandes les plus importantes sont expliquées avec des exemples en console interactive.

## II - Graphique simple

Dans cette rubrique, nous voudrions tracer les fonctions sinus et cosinus sur un seul et même graphique. En partant des paramètres par défaut, nous allons améliorer la représentation étape par étape jusqu'à obtenir quelque chose de correct.

Tout d'abord, récupérons les données des fonctions sinus et cosinus :

```
from pylab import *

X = np.linspace(-np.pi, np.pi, 256, endpoint=True)
C, S = np.cos(X), np.sin(X)
```

X est désormais un tableau numpy comprenant 256 valeurs allant de  $-\pi$  à  $+\pi$  (inclus). C et S représentent respectivement le cosinus et le sinus de ces valeurs.

Pour tester cet exemple, vous pouvez lancer une console interactive IPython :

```
$ ipython --pylab
```



Vous obtiendrez alors un message de bienvenue ressemblant à ceci :

```
IPython 0.13 -- An enhanced Interactive Python.
? -> Introduction to IPython's features.
%magic -> Information about IPython's 'magic' % functions.
help -> Python's own help system.
object? -> Details about 'object'. ?object also works, ?? prints more.

Welcome to pylab, a matplotlib-based Python environment.
For more information, type 'help(pylab)'.
```

Vous pouvez aussi copier/coller le code source de chaque exemple dans un fichier et le lancer comme un script Python ordinaire, exemple :

```
$ python exercice_1.py
```

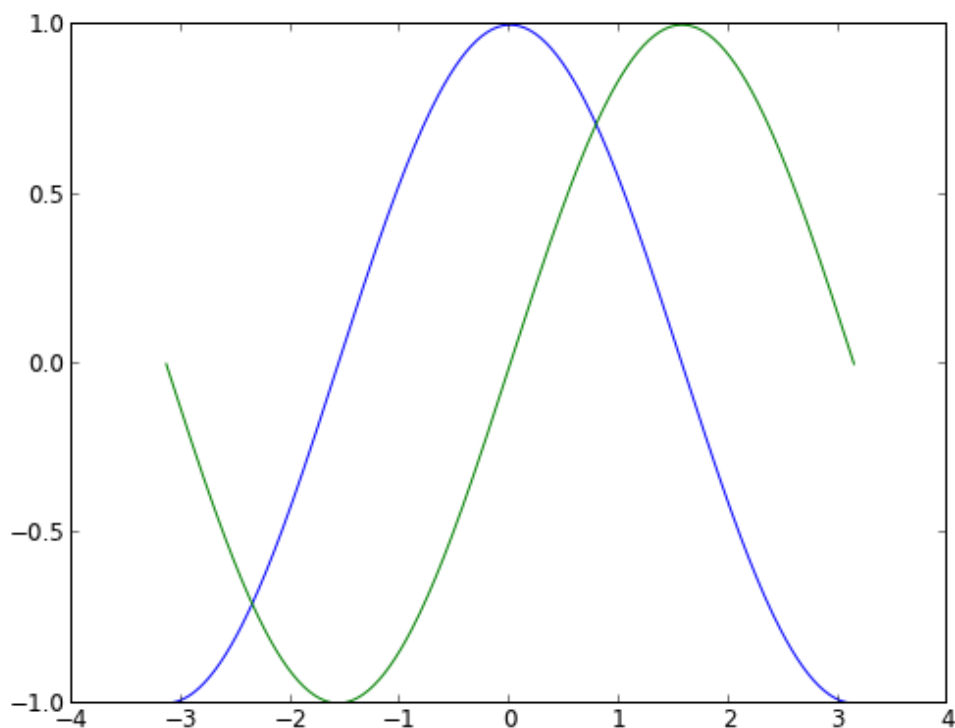

 Le code source des exercices (`exercice_xx.py`, ...) est dissimulé par défaut. Cliquez sur l'image  pour le faire apparaître à chaque étape.

## II-A - Paramètres par défaut

Documentation



- **Tutoriel de traçage de graphique**
- **Commande `plot()`**



exercice\_1.py

```

from pylab import *

n = 256
X = np.linspace(-np.pi, np.pi, 256, endpoint=True)
C,S = np.cos(X), np.sin(X)
plot(X,C), plot(X,S)

#savefig("../figures/exercice_1.png", dpi=72)
show()
  
```

Matplotlib est fournie avec un jeu de paramètres par défaut qui permet de personnaliser toute sorte de propriétés. Vous pouvez contrôler les réglages par défaut de (presque) toutes les propriétés : taille du graphique, résolution en points par pouce (dpi), épaisseur du trait, couleurs, styles, vues, repères, grilles, textes, polices de caractères, etc.

Bien que les réglages par défaut répondent à la plupart des cas courants, vous pourriez être amenés à en modifier quelques-uns pour des cas plus spécifiques.

```
from pylab import *

X = np.linspace(-np.pi, np.pi, 256, endpoint=True)
C,S = np.cos(X), np.sin(X)

plot(X,C)
plot(X,S)

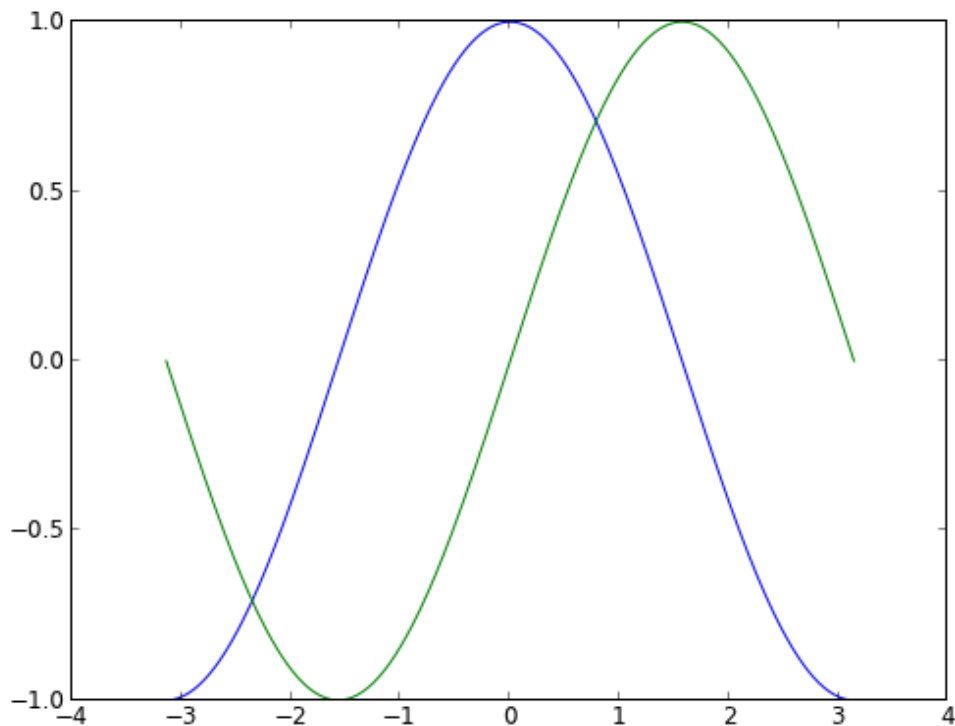
show()
```

## II-B - Modifier les réglages par défaut

### Documentation



- **Personnaliser matplotlib**



### exercice\_2.py

```
# Import everything from matplotlib (numpy is accessible via 'np' alias)
from pylab import *

# Create a new figure of size 8x6 inches, using 80 dots per inch
figure(figsize=(8,6), dpi=80)

# Create a new subplot from a grid of 1x1
subplot(111)

X = np.linspace(-np.pi, np.pi, 256, endpoint=True)
C,S = np.cos(X), np.sin(X)

# Plot cosine using blue color with a continuous line of width 1 (pixels)
```

**exercice\_2.py**

```

plot(X, C, color="blue", linewidth=1.0, linestyle="--")

# Plot sine using green color with a continuous line of width 1 (pixels)
plot(X, S, color="green", linewidth=1.0, linestyle="--")

# Set x limits
xlim(-4.0,4.0)

# Set x ticks
xticks(np.linspace(-4,4,9,endpoint=True))

# Set y limits
ylim(-1.0,1.0)

# Set y ticks
yticks(np.linspace(-1,1,5,endpoint=True))

# Save figure using 72 dots per inch
# savefig("../figures/exercice_2.png",dpi=72)

# Show result on screen
show()
    
```

Dans le script suivant, nous modifions (et commentons) les réglages qui impactent directement l'apparence du graphique.

Ces réglages ont été volontairement redéfinis à leurs valeurs par défaut, mais vous pouvez les faire varier pour voir ce que cela donne (voir les rubriques [Propriétés de ligne](#) et [Styles de trait](#) plus bas, rubrique Références).

```

# on importe tout de matplotlib
# numpy est accessible via l'alias 'np'
from pylab import *

# on crée un graphique de 8x6 pouces
# avec une résolution de 80 points par pouce
figure(figsize=(8,6), dpi=80)

# on crée une nouvelle vue dans une grille de 1 ligne x 1 colonne
subplot(1,1,1)

X = np.linspace(-np.pi, np.pi, 256,endpoint=True)
C,S = np.cos(X), np.sin(X)

# on trace la fonction cosinus en bleu avec un trait plein de 1 pixel d'épaisseur
plot(X, C, color="blue", linewidth=1.0, linestyle="--")

# on trace la fonction sinus en vert avec un trait plein de 1 pixel d'épaisseur
plot(X, S, color="green", linewidth=1.0, linestyle="--")

# limites de l'axe (0,x) des abscisses
xlim(-4.0,4.0)

# graduations de l'axe (0,x) des abscisses
xticks(np.linspace(-4,4,9,endpoint=True))

# limites de l'axe (0,y) des ordonnées
ylim(-1.0,1.0)

# graduations de l'axe (0,y) des ordonnées
yticks(np.linspace(-1,1,5,endpoint=True))

# on enregistre le graphique avec une résolution de 72 points par pouce
# savefig("exercice_2.png",dpi=72)

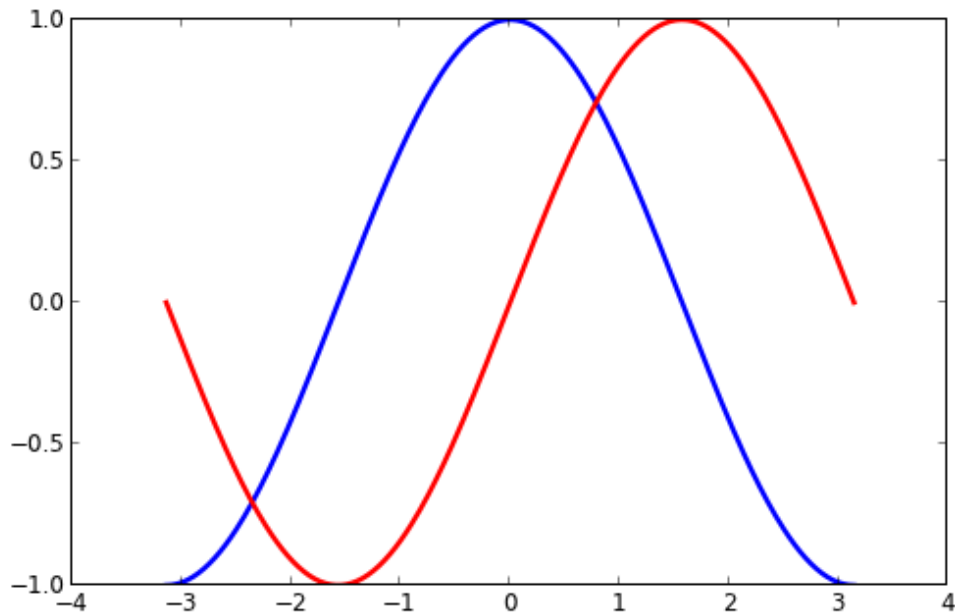
# on affiche le résultat à l'écran
show()
    
```

## II-C - Modifier les couleurs et épaisseurs de trait

### Documentation



- **Gérer les propriétés du trait**
- **API pour le trait**



#### exercice3.py

```
from pylab import *

figure(figsize=(8,5), dpi=80)
subplot(111)

X = np.linspace(-np.pi, np.pi, 256,endpoint=True)
C,S = np.cos(X), np.sin(X)

plot(X, C, color="blue", linewidth=2.5, linestyle="-")
plot(X, S, color="red", linewidth=2.5, linestyle="-")

xlim(-4.0,4.0)
xticks(np.linspace(-4,4,9,endpoint=True))

ylim(-1.0,1.0)
yticks(np.linspace(-1,1,5,endpoint=True))

#savefig("../figures/exercice_3.png",dpi=72)
show()
```

Pour commencer, nous voudrions mettre la courbe cosinus en bleu, la courbe sinus en rouge et épaissir un peu le trait des deux courbes. Nous modifierons aussi, très légèrement, la taille du graphique afin que ce dernier paraisse plus horizontal, plus panoramique.

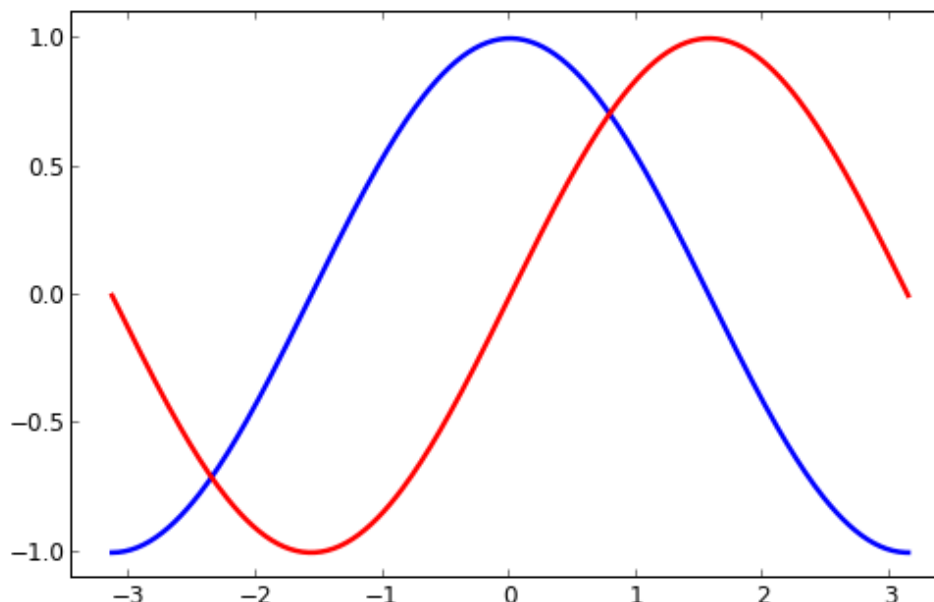
```
...
figure(figsize=(10,6), dpi=80)
plot(X, C, color="blue", linewidth=2.5, linestyle="-")
plot(X, S, color="red", linewidth=2.5, linestyle="-")
...
```

## II-D - Délimiter les axes du repère

### Documentation



- **Commande `xlim()`**
- **Commande `ylim()`**



#### exercice\_4.py

```
from pylab import *

figure(figsize=(8,5), dpi=80)
subplot(111)

X = np.linspace(-np.pi, np.pi, 256,endpoint=True)
C,S = np.cos(X), np.sin(X)

plot(X, C, color="blue", linewidth=2.5, linestyle="-")
plot(X, S, color="red", linewidth=2.5, linestyle="-")

xlim(X.min()*1.1, X.max()*1.1)
ylim(C.min()*1.1,C.max()*1.1)

# savefig("../figures/exercice_4.png",dpi=72)
show()
```

Les limites actuelles sur les axes du repère sont un peu trop serrées, nous voudrions les agrandir afin d'aérer le graphique.

```
...
xlim(X.min()*1.1, X.max()*1.1)
ylim(C.min()*1.1, C.max()*1.1)
...
```

Notez que pour une version plus robuste, nous devrions plutôt écrire :

```
xmin ,xmax = X.min(), X.max()
ymin, ymax = Y.min(), Y.max()
```



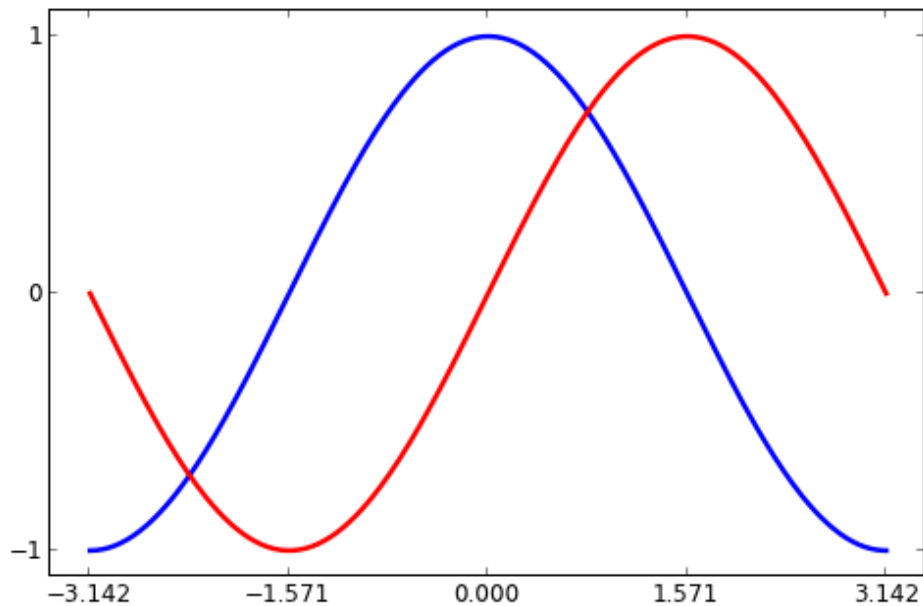
```
dx = (xmax - xmin) * 0.2
dy = (ymax - ymin) * 0.2

xlim(xmin - dx, xmax + dx)
ylim(ymin - dy, ymax + dy)
```

## II-E - Définir les graduations

### Documentation

- i** • **Commande `xticks()`**
- **Commande `yticks()`**
- **Conteneur de graduations**
- **Positionner et formater les graduations**



### exercice\_5.py

```
from pylab import *

figure(figsize=(8,5), dpi=80)
subplot(111)

X = np.linspace(-np.pi, np.pi, 256, endpoint=True)
C,S = np.cos(X), np.sin(X)

plot(X, C, color="blue", linewidth=2.5, linestyle="-")
plot(X, S, color="red", linewidth=2.5, linestyle="-")

xlim(X.min()*1.1, X.max()*1.1)
xticks([-np.pi, -np.pi/2, 0, np.pi/2, np.pi])

ylim(C.min()*1.1,C.max()*1.1)
yticks([-1, 0, +1])

# savefig("../figures/exercice_5.png", dpi=72)
show()
```

Les graduations actuelles ne sont pas idéales : elles n'affichent pas les valeurs  $(+\pi, +\pi/2)$  qui nous intéressent pour sinus et cosinus. Modifions-les pour qu'elles correspondent à ces valeurs.

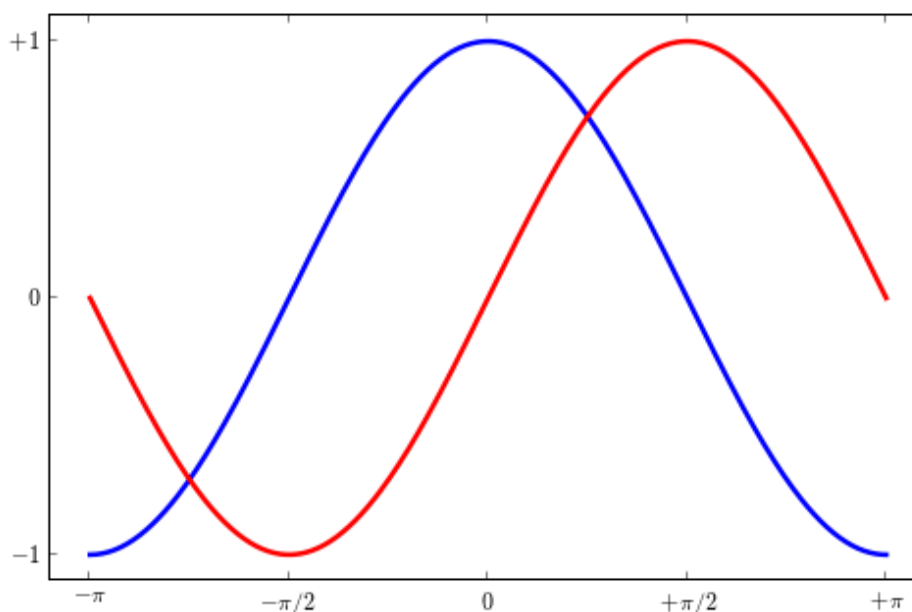
```
...
xticks([-np.pi, -np.pi/2, 0, np.pi/2, np.pi])
yticks([-1, 0, +1])
...
```

## II-F - Définir le texte des graduations

### Documentation



- **Travailler avec du texte**
- **Commande `xticks()`**
- **Commande `yticks()`**
- **Commande `set_xticklabels()`**
- **Commande `set_yticklabels()`**



### exercice\_6.py

```
from pylab import *

figure(figsize=(8,5), dpi=80)
subplot(111)

X = np.linspace(-np.pi, np.pi, 256, endpoint=True)
C,S = np.cos(X), np.sin(X)

plot(X, C, color="blue", linewidth=2.5, linestyle="-")
plot(X, S, color="red", linewidth=2.5, linestyle="-")

xlim(X.min()*1.1, X.max()*1.1)
xticks([-np.pi, -np.pi/2, 0, np.pi/2, np.pi],
        [r'$-\pi$', r'$-\pi/2$', r'$0$', r'$+\pi/2$', r'$+\pi$'])

ylim(C.min()*1.1, C.max()*1.1)
yticks([-1, 0, +1],
        [r'$-1$', r'$0$', r'$+1$'])
```

### exercice\_6.py

```
# savefig("../figures/exercice_6.png", dpi=72)
show()
```

Les graduations sont bien placées, mais le contenu de leur texte n'est pas très explicite. Nous pourrions deviner que 3.142 correspond à  $\pi$ , mais ce serait beaucoup mieux de l'indiquer clairement. Lorsqu'on définit des valeurs pour les graduations, il est aussi possible de définir des étiquettes de texte correspondant à ces valeurs dans une liste fournie en second argument d'appel de fonction. Nous utiliserons une notation LaTeX pour obtenir un meilleur rendu final.

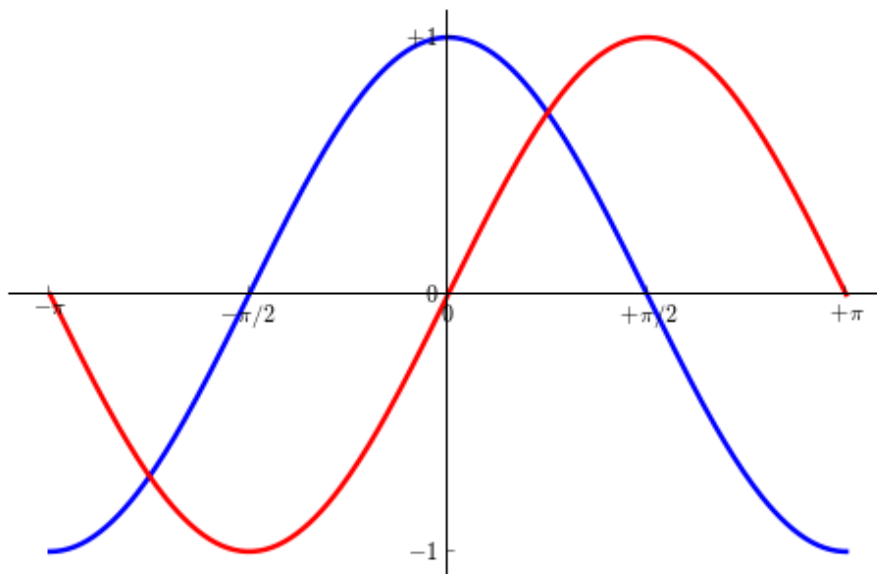
```
...
xticks([-np.pi, -np.pi/2, 0, np.pi/2, np.pi],
        [r'$-\pi$', r'$-\pi/2$', r'$0$', r'$+\pi/2$', r'$+\pi$'])

yticks([-1, 0, +1],
        [r'$-1$', r'$0$', r'$+1$'])
...
```

## II-G - Déplacer les axes du repère

### Documentation

- i** • **Axes de repère**
- **Conteneur d'axes de repère**
- **Tutoriel sur les transformations**



### exercice\_7.py

```
from pylab import *

figure(figsize=(8,5), dpi=80)
subplot(111)

X = np.linspace(-np.pi, np.pi, 256, endpoint=True)
C,S = np.cos(X), np.sin(X)

plot(X, C, color="blue", linewidth=2.5, linestyle="-")
plot(X, S, color="red", linewidth=2.5, linestyle="-")
```

**exercice\_7.py**

```
ax = gca()
ax.spines['right'].set_color('none')
ax.spines['top'].set_color('none')
ax.xaxis.set_ticks_position('bottom')
ax.spines['bottom'].set_position(('data',0))
ax.yaxis.set_ticks_position('left')
ax.spines['left'].set_position(('data',0))

xlim(X.min()*1.1, X.max()*1.1)
xticks([-np.pi, -np.pi/2, 0, np.pi/2, np.pi],
        [r'$-\pi$', r'$-\pi/2$', r'$0$', r'$+\pi/2$', r'$+\pi$'])

ylim(C.min()*1.1, C.max()*1.1)
yticks([-1, 0, +1],
        [r'$-1$', r'$0$', r'$+1$'])


# savefig("../figures/exercice_7.png", dpi=72)
show()
```

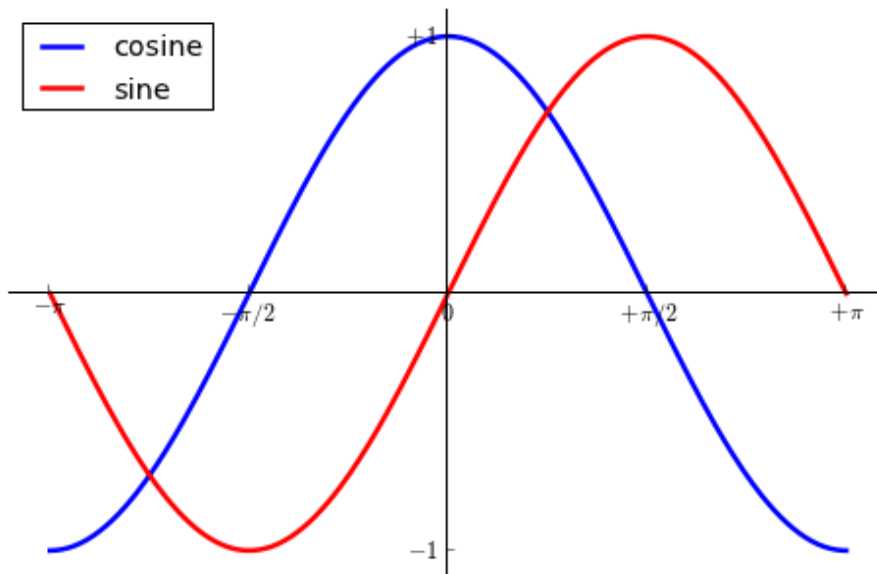
Les axes du repère sont les droites qui portent les marques de graduation et qui délimitent la zone de représentation du graphique. Ces axes peuvent être placés arbitrairement. Jusqu'à présent, ils étaient sur les bords extérieurs du graphique. Déplaçons-les de telle sorte qu'ils se croisent au centre du graphique. Comme nous avons quatre droites pour le moment, nous en masquerons deux en définissant leur couleur à *None* et nous déplacerons les deux autres vers le point d'origine de coordonnées (0, 0) dans l'espace de coordonnées nommé 'data'.

```
...
ax = gca()
ax.spines['right'].set_color('none')
ax.spines['top'].set_color('none')
ax.xaxis.set_ticks_position('bottom')
ax.spines['bottom'].set_position(('data',0))
ax.yaxis.set_ticks_position('left')
ax.spines['left'].set_position(('data',0))
...
```

## II-H - Ajouter une légende au graphique

### Documentation

-  **Guide pour les légendes de graphiques**
- **Commande legend()**
- **API de légendes**



#### exercice\_8.py

```
from pylab import *

figure(figsize=(8,5), dpi=80)
subplot(111)

X = np.linspace(-np.pi, np.pi, 256,endpoint=True)
C,S = np.cos(X), np.sin(X)

plot(X, C, color="blue", linewidth=2.5, linestyle="--", label="cosine")
plot(X, S, color="red", linewidth=2.5, linestyle="--", label="sine")

ax = gca()
ax.spines['right'].set_color('none')
ax.spines['top'].set_color('none')
ax.xaxis.set_ticks_position('bottom')
ax.spines['bottom'].set_position(('data',0))
ax.yaxis.set_ticks_position('left')
ax.spines['left'].set_position(('data',0))

xlim(X.min()*1.1, X.max()*1.1)
xticks([-np.pi, -np.pi/2, 0, np.pi/2, np.pi],
        [r'$-\pi$', r'$-\pi/2$', r'$0$', r'$+\pi/2$', r'$+\pi$'])

ylim(C.min()*1.1,C.max()*1.1)
yticks([-1, +1],
        [r'$-1$', r'$+1$'])

legend(loc='upper left')

# savefig("../figures/exercice_8.png", dpi=72)
show()
```

À présent, ajoutons au graphique une légende dans le coin supérieur gauche. Pour ce faire, il suffit d'ajouter l'argument nommé 'label="texte"' à la commande plot(), puis de spécifier l'emplacement de cette légende.

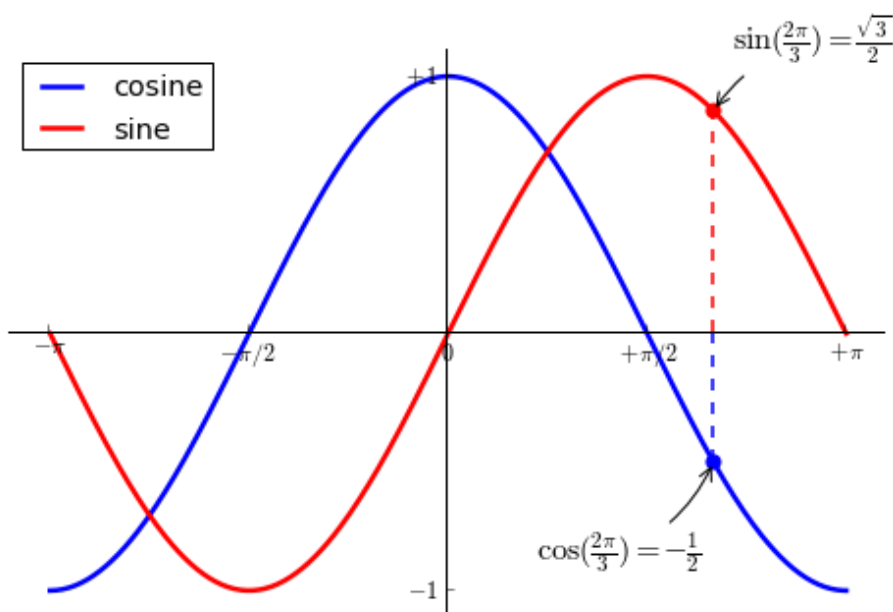
```
...
plot(X, C, color="blue", linewidth=2.5, linestyle="--", label="cosine")
plot(X, S, color="red", linewidth=2.5, linestyle="--", label="sine")

legend(loc='upper left')
```

## II-I - Annoter certains points remarquables

### Documentation

- i** • **Annoter un axe de repère**
- **Commande annotate()**



### exercice\_9.py

```
from pylab import *

figure(figsize=(8,5), dpi=80)
subplot(111)

X = np.linspace(-np.pi, np.pi, 256, endpoint=True)
C,S = np.cos(X), np.sin(X)

plot(X, C, color="blue", linewidth=2.5, linestyle="-", label="cosine")
plot(X, S, color="red", linewidth=2.5, linestyle="-", label="sine")

ax = gca()
ax.spines['right'].set_color('none')
ax.spines['top'].set_color('none')
ax.xaxis.set_ticks_position('bottom')
ax.spines['bottom'].set_position(('data',0))
ax.yaxis.set_ticks_position('left')
ax.spines['left'].set_position(('data',0))

xlim(X.min()*1.1, X.max()*1.1)
xticks([-np.pi, -np.pi/2, 0, np.pi/2, np.pi],
        [r'${-\pi}$', r'${-\pi/2}$', r'$0$', r'${\pi/2}$', r'${\pi}$'])

ylim(C.min()*1.1,C.max()*1.1)
yticks([-1, +1],
        [r'${-1}$', r'${+1}$'])

t = 2*np.pi/3
plot([t,t],[0,np.cos(t)],
```

## exercice\_9.py

```

color = 'blue', linewidth=1.5, linestyle="--")
scatter([t,], [np.cos(t),], 50, color = 'blue')
annotate(r'$\sin(\frac{2\pi}{3})=\frac{\sqrt{3}}{2}$', xy=(t, np.sin(t)), xycoords='data',
        xytext=(+10, +30), textcoords='offset points', fontsize=16,
        arrowprops=dict(arrowstyle="->", connectionstyle="arc3,rad=.2"))

plot([t,t], [0,np.sin(t)],
     color = 'red', linewidth=1.5, linestyle="--")
scatter([t,], [np.sin(t),], 50, color = 'red')
annotate(r'$\cos(\frac{2\pi}{3})=-\frac{1}{2}$', xy=(t, np.cos(t)), xycoords='data',
        xytext=(-90, -50), textcoords='offset points', fontsize=16,
        arrowprops=dict(arrowstyle="->", connectionstyle="arc3,rad=.2"))

legend(loc='upper left')

# savefig("../figures/exercice_9.png", dpi=72)
show()
    
```

Annotons quelques points remarquables avec la commande `annotate()`. Nous choisirons la valeur  $x=2\pi/3$  aussi bien pour la courbe sinus que pour la courbe cosinus. Nous placerons tout d'abord une marque sur la courbe (gros point rond), puis nous tracerons une ligne en pointillé pour relier cette marque à l'axe (O,x) des abscisses. Pour finir, nous utiliserons la commande `annotate()` pour afficher du texte et une flèche d'indication.

```

...

t = 2*np.pi/3
plot([t,t], [0,np.cos(t)], color = 'blue', linewidth=2.5, linestyle="--")
scatter([t,], [np.cos(t),], 50, color = 'blue')

annotate(r'$\sin(\frac{2\pi}{3})=\frac{\sqrt{3}}{2}$',
        xy=(t, np.sin(t)), xycoords='data',
        xytext=(+10, +30), textcoords='offset points', fontsize=16,
        arrowprops=dict(arrowstyle="->", connectionstyle="arc3,rad=.2"))

plot([t,t], [0,np.sin(t)], color = 'red', linewidth=2.5, linestyle="--")
scatter([t,], [np.sin(t),], 50, color = 'red')

annotate(r'$\cos(\frac{2\pi}{3})=-\frac{1}{2}$',
        xy=(t, np.cos(t)), xycoords='data',
        xytext=(-90, -50), textcoords='offset points', fontsize=16,
        arrowprops=dict(arrowstyle="->", connectionstyle="arc3,rad=.2"))

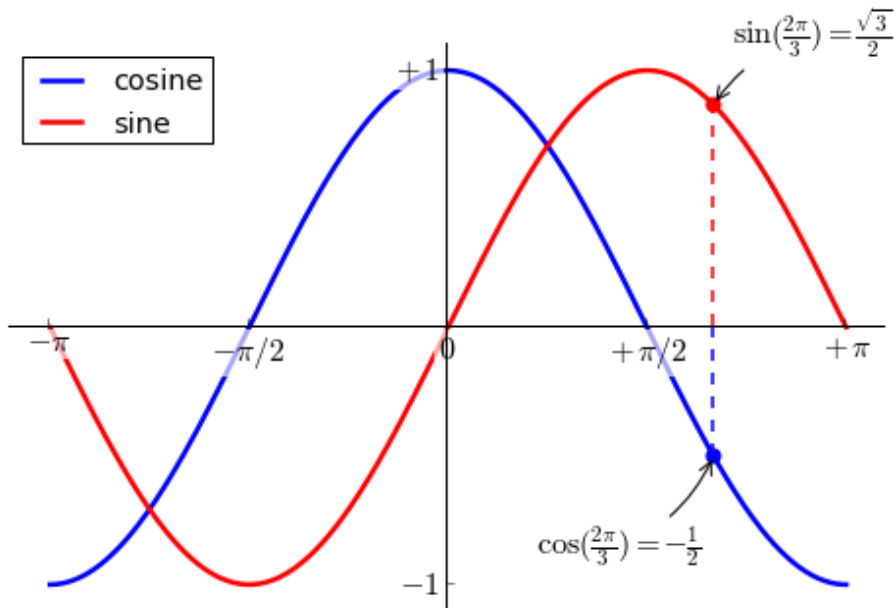
...
    
```

## II-J - Le diable se cache toujours dans les détails

### Documentation



- **Artistes**
- **BBox**



#### exercice\_10.py

```
from pylab import *

figure(figsize=(8,5), dpi=80)
subplot(111)

X = np.linspace(-np.pi, np.pi, 256,endpoint=True)
C,S = np.cos(X), np.sin(X)

plot(X, C, color="blue", linewidth=2.5, linestyle="--", label="cosine")
plot(X, S, color="red", linewidth=2.5, linestyle="--", label="sine")

ax = gca()
ax.spines['right'].set_color('none')
ax.spines['top'].set_color('none')
ax.xaxis.set_ticks_position('bottom')
ax.spines['bottom'].set_position(('data',0))
ax.yaxis.set_ticks_position('left')
ax.spines['left'].set_position(('data',0))

xlim(X.min()*1.1, X.max()*1.1)
xticks([-np.pi, -np.pi/2, 0, np.pi/2, np.pi],
        [r'$-\pi$', r'$-\pi/2$', r'$0$', r'$+\pi/2$', r'$+\pi$'])

ylim(C.min()*1.1,C.max()*1.1)
yticks([-1, +1],
        [r'$-1$', r'$+1$'])

legend(loc='upper left')

t = 2*np.pi/3
plot([t,t],[0,np.cos(t)],
      color='blue', linewidth=1.5, linestyle="--")
scatter([t],[np.cos(t)], 50, color='blue')
annotate(r'\sin(\frac{2\pi}{3})=\frac{\sqrt{3}}{2}$', xy=(t, np.sin(t)), xycoords='data',
         xytext=(+10, +30), textcoords='offset points', fontsize=16,
         arrowprops=dict(arrowstyle="->", connectionstyle="arc3,rad=.2"))

plot([t,t],[0,np.sin(t)],
      color='red', linewidth=1.5, linestyle="--")
scatter([t],[np.sin(t)], 50, color='red')
annotate(r'\cos(\frac{2\pi}{3})=-\frac{1}{2}$', xy=(t, np.cos(t)), xycoords='data',
```



**exercice\_10.py**

```

xytext=(-90, -50), textcoords='offset points', fontsize=16,
arrowprops=dict(arrowstyle="->", connectionstyle="arc3,rad=.2"))

for label in ax.get_xticklabels() + ax.get_yticklabels():
    label.set_fontsize(16)
    label.set_bbox(dict(facecolor='white', edgecolor='None', alpha=0.65 ))

# savefig("../figures/exercice_10.png",dpi=72)
show()
    
```

Comme vous pouvez le remarquer, les étiquettes des graduations sont un peu difficiles à lire. Nous pourrions les agrandir, puis ajuster leurs propriétés de telle sorte qu'elles s'affichent sur un ruban blanc semi-transparent, cela nous permettrait de mieux visualiser aussi bien la courbe que les étiquettes.

```

...
for label in ax.get_xticklabels() + ax.get_yticklabels():
    label.set_fontsize(16)
    label.set_bbox(dict(facecolor='white', edgecolor='None', alpha=0.65 ))
...
    
```

### III - Graphiques, vues en grille, vues libres et graduations

Jusqu'à présent, nous avons surtout utilisé la création de graphiques et de vues par défaut. Tout cela est bien pratique lorsque l'on souhaite obtenir un résultat rapide, mais nous pourrions avoir un contrôle plus fin sur le résultat en utilisant explicitement les graphiques (`matplotlib.figure`), les vues en grille (`matplotlib.subplot`) et les vues libres (`matplotlib.axes`). Dans `matplotlib`, un objet `figure` représente la fenêtre GUI dans son ensemble. À l'intérieur de cette fenêtre, plusieurs types d'affichage peuvent figurer. Alors qu'une vue en grille (`subplot`) positionne les tracés à l'intérieur d'une grille d'affichage, les vues libres (`axes`) autorisent un placement plus arbitraire au sein de l'objet `figure`. Les deux peuvent être très utiles selon l'usage que l'on veut en faire. Nous avons d'ores et déjà travaillé avec des graphiques (`figures`) et des vues en grille (`subplots`) sans les mentionner explicitement. Lorsque nous utilisons la commande `plot()`, `matplotlib` appelle `gca()` pour obtenir les vues libres actuelles et `gca()` appelle à son tour `gcf()` pour obtenir l'objet `figure` (graphique) actuel. S'il n'y a pas d'objet `figure` à ce moment-là, `gcf()` appelle `figure()` pour en créer un nouveau ou plus précisément, pour créer un objet `figure` contenant une vue en grille `subplot(1,1,1)`. Voyons tout cela en détail.

#### III-A - Graphiques (`matplotlib.figure`)

Un objet `figure` (graphique) représente la fenêtre GUI intitulée « Figure #nnn » avec nnn le numéro de la figure. Les fenêtres « figure » sont numérotées à partir de 1 et non pas à partir de zéro (0) comme pour le comptage en Python. Cela est clairement conforme au style Matlab™. Plusieurs arguments nommés déterminent l'apparence d'un objet `figure` :

Argument	Valeur par défaut	Description
num	1	numéro de l'objet figure
figsize	figure.figsize	taille en pouces (largeur, hauteur)
dpi	figure.dpi	résolution en points par pouce
facecolor	figure.facecolor	couleur d'arrière-plan
edgecolor	figure.edgecolor	couleur de la bordure entourant l'arrière-plan
frameon	True	dessiner le cadre de l'objet figure ou non

Les valeurs par défaut peuvent être spécifiées dans un fichier de ressources. Elles sont utilisées la plupart du temps. Seul le numéro de figure est fréquemment changé.

Lorsque vous travaillez avec la fenêtre GUI, vous pouvez la fermer soit avec le bouton « x » dédié, soit par le code avec la commande `close()`.

Selon le cas :

- 1 `close()` ferme uniquement l'objet figure actif ;
- 2 `close(num)` ferme l'objet figure numéro `num` ;
- 3 `close(fig)` ferme l'objet figure référencé par `fig` ;
- 4 `close('all')` ferme tous les objets figure actuellement actifs.

Comme pour tous les autres objets, vous pouvez définir les propriétés d'un objet figure avec les méthodes `set_<nom propriété>(value)`.

### III-B - Vues en grille (`matplotlib.subplot`)

Les vues en grille (`subplot`) permettent d'organiser les différents tracés à l'intérieur d'une grille d'affichage. Il faut spécifier le nombre de lignes, le nombre de colonnes ainsi que le numéro du tracé. Notez toutefois que la commande `gridspec()` est une alternative beaucoup plus puissante.

`subplot(2,1,1)`

`subplot(2,1,2)`

#### subplot-horizontal.py

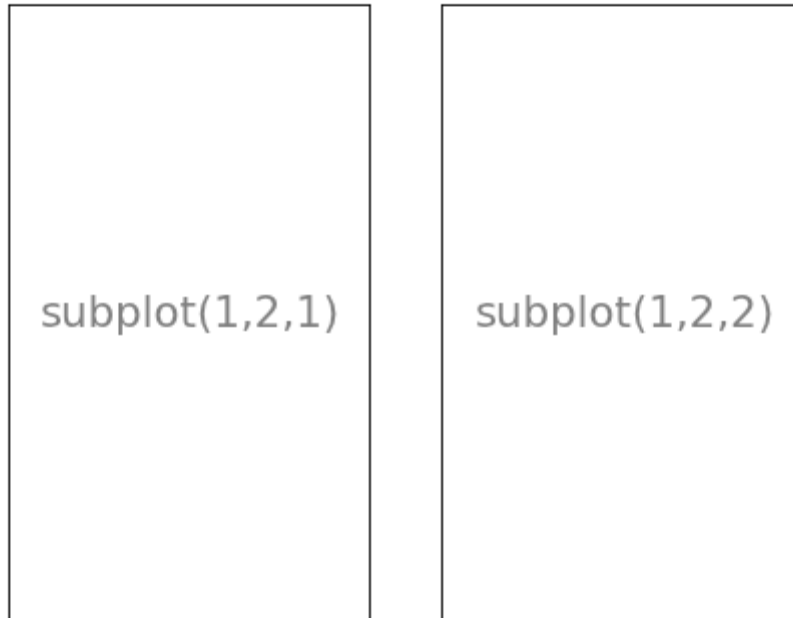
```
from pylab import *

subplot(2,1,1)
xticks([], yticks([])
text(0.5,0.5, 'subplot(2,1,1)', ha='center', va='center', size=24, alpha=.5)

subplot(2,1,2)
xticks([], yticks([])
text(0.5,0.5, 'subplot(2,1,2)', ha='center', va='center', size=24, alpha=.5)
```

### subplot-horizontal.py

```
# plt.savefig('../figures/subplot-horizontal.png', dpi=64)
show()
```



### subplot-vertical.py

```
from pylab import *

subplot(1,2,1)
xticks([], yticks([]))
text(0.5,0.5, 'subplot(1,2,1)', ha='center', va='center', size=24, alpha=.5)

subplot(1,2,2)
xticks([], yticks([]))
text(0.5,0.5, 'subplot(1,2,2)', ha='center', va='center', size=24, alpha=.5)

# plt.savefig('../figures/subplot-vertical.png', dpi=64)
show()
```

subplot(2,2,1)

subplot(2,2,2)

subplot(2,2,3)

subplot(2,2,4)

#### subplot-grid.py

```
from pylab import *

subplot(2,2,1)
xticks([], yticks([])
text(0.5,0.5, 'subplot(2,2,1)', ha='center', va='center', size=20, alpha=.5)

subplot(2,2,2)
xticks([], yticks([])
text(0.5,0.5, 'subplot(2,2,2)', ha='center', va='center', size=20, alpha=.5)

subplot(2,2,3)
xticks([], yticks([])
text(0.5,0.5, 'subplot(2,2,3)', ha='center', va='center', size=20, alpha=.5)

subplot(2,2,4)
xticks([], yticks([])
text(0.5,0.5, 'subplot(2,2,4)', ha='center', va='center', size=20, alpha=.5)

# savefig('../figures/subplot-grid.png', dpi=64)
show()
```



#### gridspec.py

```

from pylab import *
import matplotlib.gridspec as gridspec

G = gridspec.GridSpec(3, 3)

axes_1 = subplot(G[0, :])
xticks([], yticks([]))
text(0.5, 0.5, 'Axes 1', ha='center', va='center', size=24, alpha=.5)

axes_2 = subplot(G[1, :-1])
xticks([], yticks([]))
text(0.5, 0.5, 'Axes 2', ha='center', va='center', size=24, alpha=.5)

axes_3 = subplot(G[1:, -1])
xticks([], yticks([]))
text(0.5, 0.5, 'Axes 3', ha='center', va='center', size=24, alpha=.5)

axes_4 = subplot(G[-1, 0])
xticks([], yticks([]))
text(0.5, 0.5, 'Axes 4', ha='center', va='center', size=24, alpha=.5)

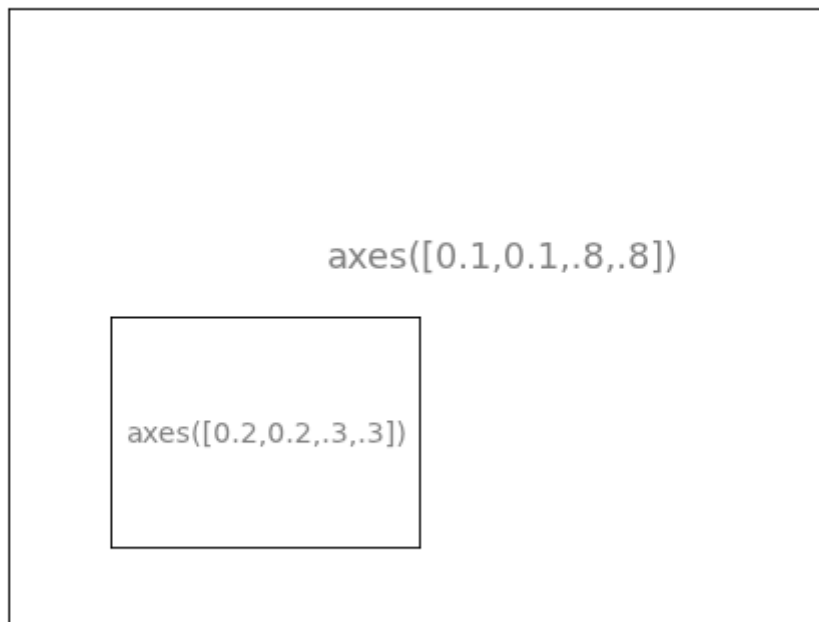
axes_5 = subplot(G[-1, -2])
xticks([], yticks([]))
text(0.5, 0.5, 'Axes 5', ha='center', va='center', size=24, alpha=.5)

plt.savefig('../figures/gridspec.png', dpi=64)
show()

```

### III-C - Vues libres (matplotlib.axes)

Les vues libres (axes) sont très similaires aux vues en grille (subplot) sauf qu'elles permettent un placement libre des tracés partout dans l'objet figure (la fenêtre GUI). Par exemple, pour placer un petit tracé dans un grand tracé, rien de plus simple avec les vues libres.



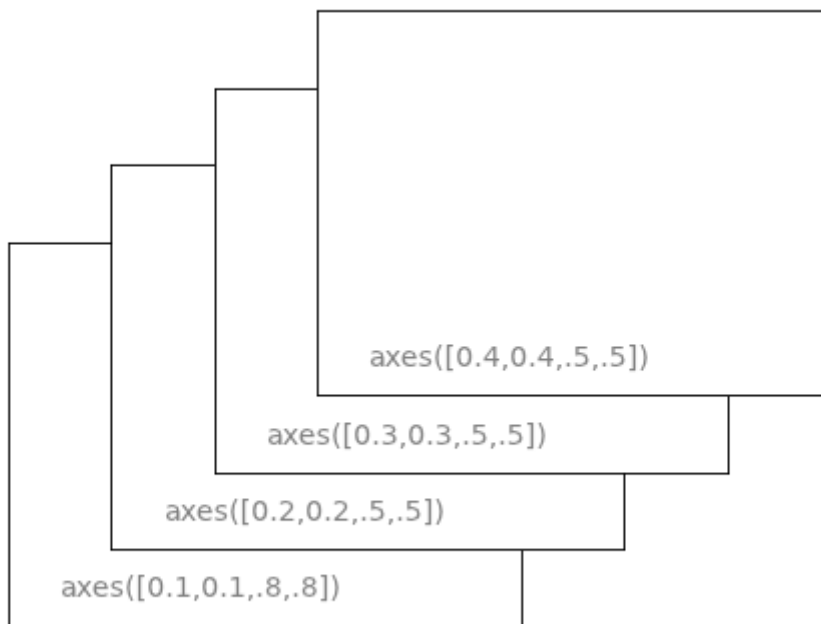
axes.py

```
from pylab import *

axes([0.1,0.1,.8,.8])
xticks([], yticks([])
text(0.6,0.6, 'axes([0.1,0.1,.8,.8])',ha='center',va='center',size=20,alpha=.5)

axes([0.2,0.2,.3,.3])
xticks([], yticks([])
text(0.5,0.5, 'axes([0.2,0.2,.3,.3])',ha='center',va='center',size=16,alpha=.5)

plt.savefig("../figures/axes.png",dpi=64)
show()
```



#### axes-2.py

```
from pylab import *

axes([0.1,0.1,.5,.5])
xticks([], yticks([]))
text(0.1,0.1, 'axes([0.1,0.1,.8,.8])', ha='left', va='center', size=16, alpha=.5)

axes([0.2,0.2,.5,.5])
xticks([], yticks([]))
text(0.1,0.1, 'axes([0.2,0.2,.5,.5])', ha='left', va='center', size=16, alpha=.5)

axes([0.3,0.3,.5,.5])
xticks([], yticks([]))
text(0.1,0.1, 'axes([0.3,0.3,.5,.5])', ha='left', va='center', size=16, alpha=.5)

axes([0.4,0.4,.5,.5])
xticks([], yticks([]))
text(0.1,0.1, 'axes([0.4,0.4,.5,.5])', ha='left', va='center', size=16, alpha=.5)

# plt.savefig("../figures/axes-2.png", dpi=64)
show()
```

## III-D - Graduations de repère

Une présentation soignée des graduations de repère est une part importante du rendu final d'un graphique prêt à l'impression. Matplotlib fournit un système de graduations entièrement personnalisable. Les localisateurs (tick locators) permettent de préciser l'emplacement des graduations dans le tracé, alors que les formateurs (tick formatters) permettent une mise en forme des graduations selon vos exigences. Les graduations principales et secondaires peuvent être placées ou mises en forme indépendamment les unes des autres. Par défaut, les graduations secondaires ne sont pas affichées, elles correspondent en fait à une liste vide et un NullLocator (voir plus bas).

### III-D-1 - Localisateurs de graduations (tick locators)

Différentes classes de localisateurs en fonction des besoins :

Classe	Description
NullLocator	Aucune graduation.
IndexLocator	Affiche une graduation à chaque multiple d'un nombre fixe de points tracés.
FixedLocator	Les emplacements des graduations sont déterminés arbitrairement.
LinearLocator	Les emplacements des graduations sont déterminés linéairement à intervalles réguliers et à pas fixe.
MultipleLocator	Place une graduation à chaque <b>entier</b> multiple d'un nombre de base.
AutoLocator	Choisit au plus n intervalles et harmonise les emplacements.
LogLocator	Les emplacements des graduations sont déterminés pour les échelles logarithmiques.

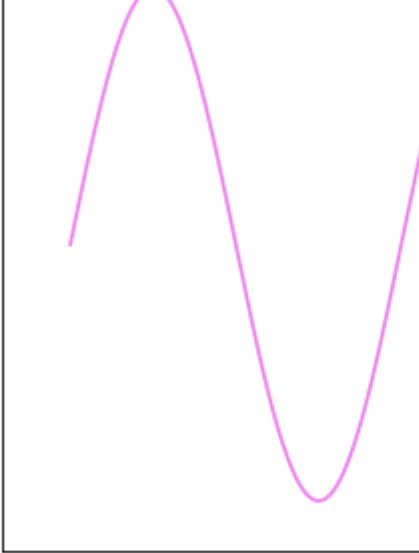
Tous ces localisateurs dérivent de la classe ancêtre `matplotlib.ticker.Locator`. Vous pouvez créer votre propre localisateur en dérivant cette même classe ancêtre.

La gestion des dates comme graduations peut s'avérer particulièrement épineuse. Toutefois, matplotlib fournit quelques localisateurs spéciaux dans le module `matplotlib.dates`.

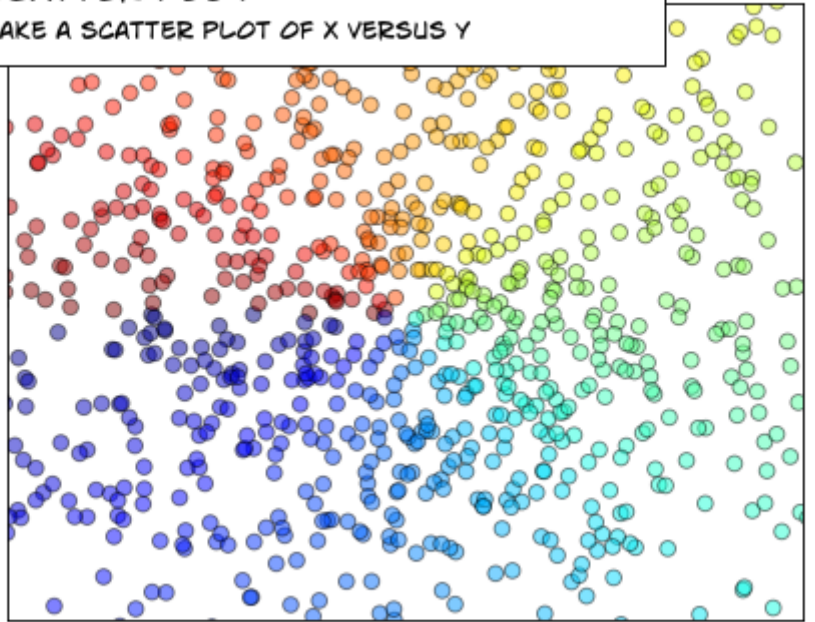


## IV - Autres types de tracés

**REGULAR PLOT**  
PLOT LINES AND/OR MARKERS



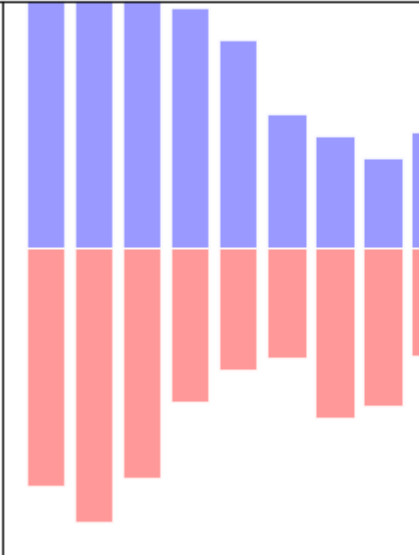
**SCATTER PLOT**  
MAKE A SCATTER PLOT OF X VERSUS Y



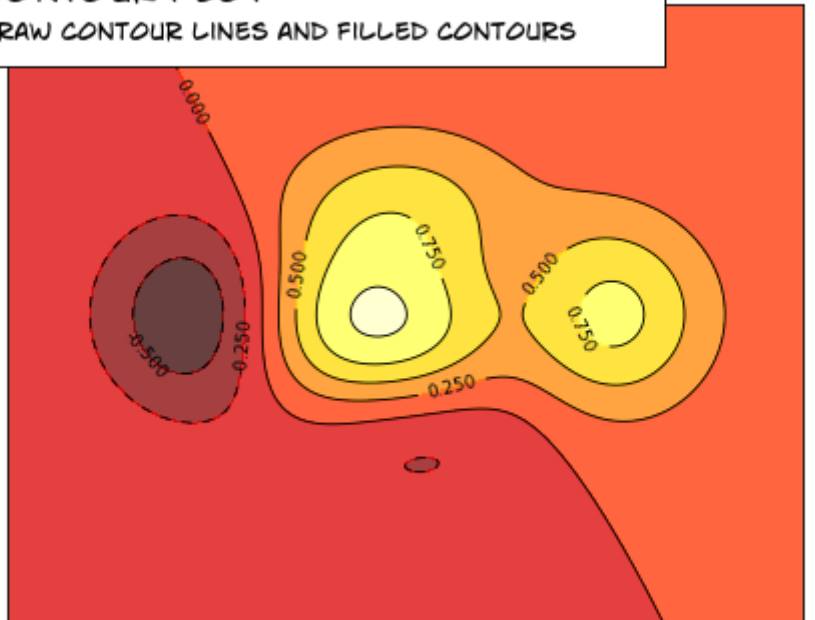
Tracés simples

Tracés en points

**BAR PLOT**  
MAKE A BAR PLOT WITH RECTANGLES



**CONTOUR PLOT**  
DRAW CONTOUR LINES AND FILLED CONTOURS

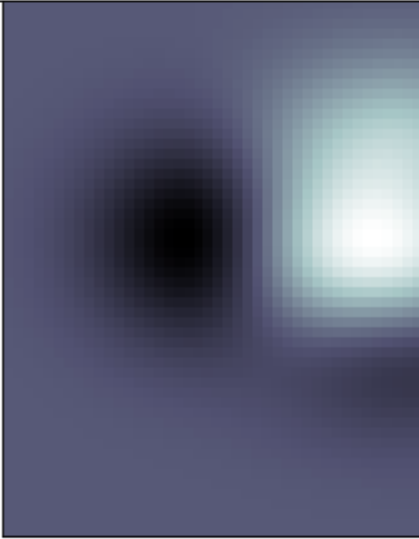


Histogrammes

Tracés contour

IMSHOW

DISPLAY AN IMAGE TO CURRENT AX



QUIVER PLOT

PLOT A 2-D FIELD OF ARROWS

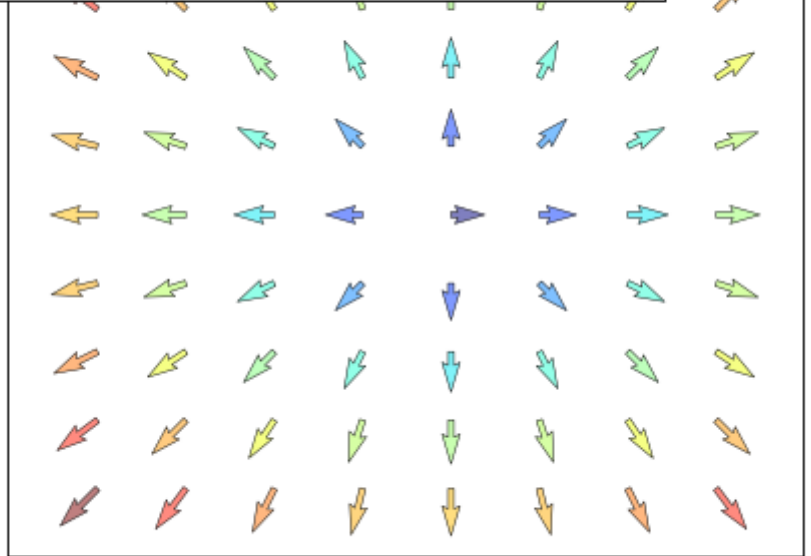
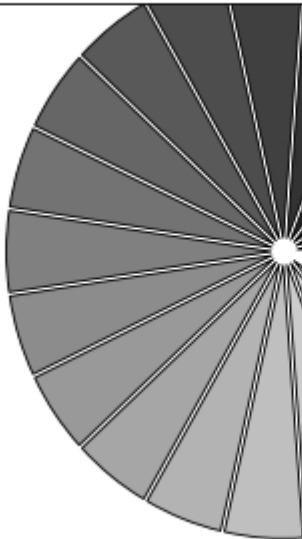


Image pixelisée

Tracés fléchés

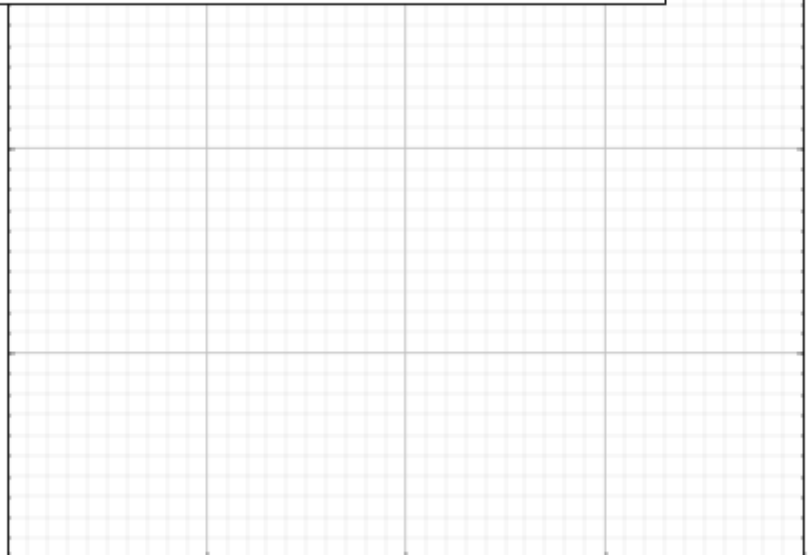
PIE CHART

MAKE A PIE CHART OF AN ARRAY



GRID

DRAW TICKS AND GRID

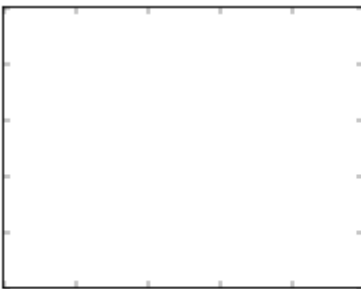


Graphiques en camembert

Grilles

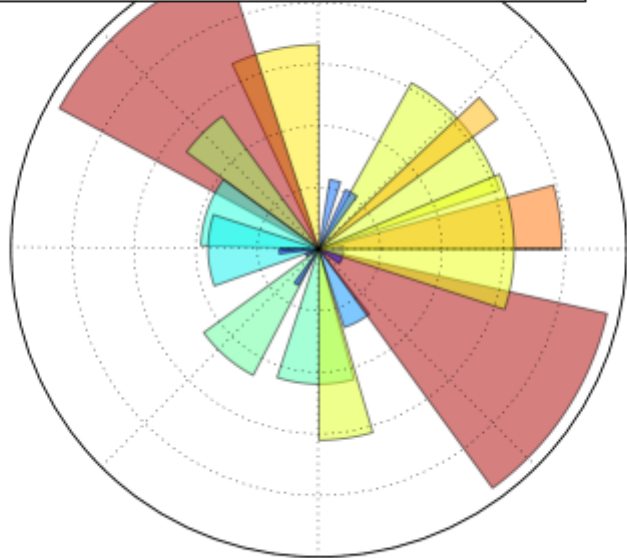
MULTI PLOT

PLOT SEVERAL PLOTS AT ONCE



POLAR AXIS

PLOT ANYTHING USING POLAR AXIS

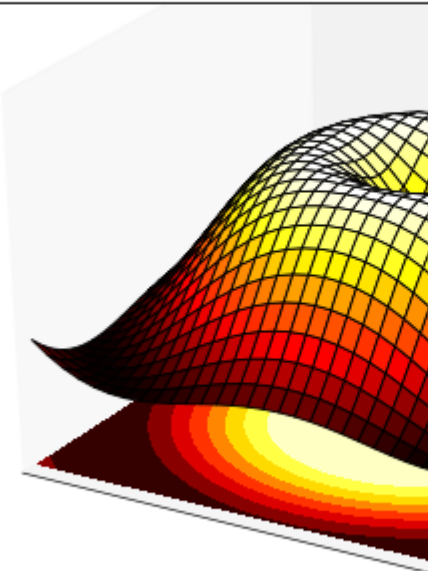


Tracés multiples

Axes polaires

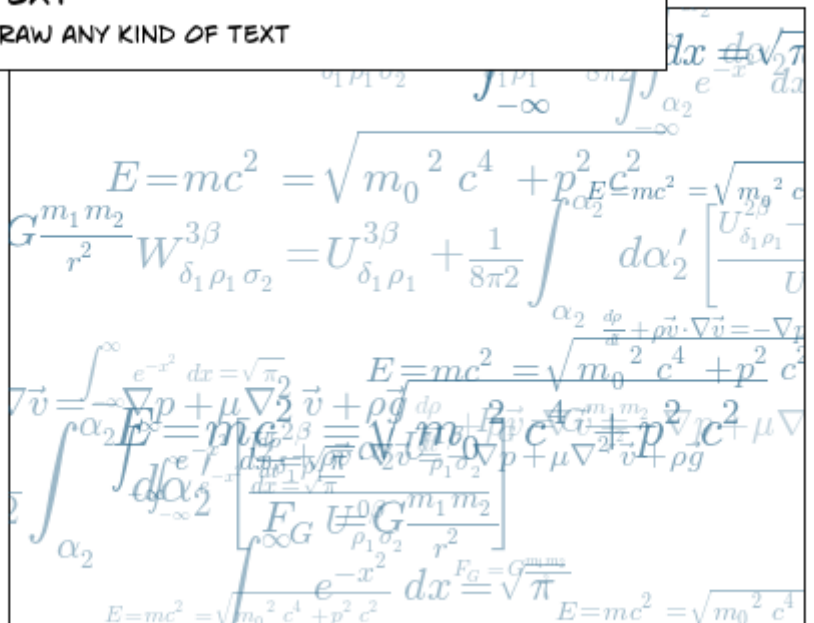
3D PLOTS

PLOT 2D OR 3D DATA



TEXT

DRAW ANY KIND OF TEXT



Graphiques en 3D

Textes

IV-A - Tracés simples



Indice

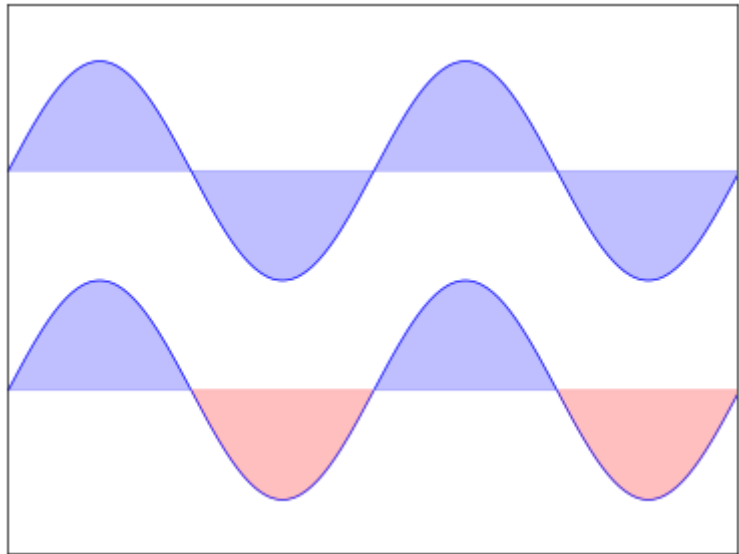
Vous aurez besoin de la commande `fill_between()`.


En vous basant sur le code suivant, d'obtenir le graphique représenté de l'illustration de droite (tenez compte zones remplies) :

```
from pylab import *

n = 256
X =
np.linspace(-np.pi,np.pi,n,enc
Y = np.sin(2*X)

plot (X, Y+1, color='blue',
alpha=1.00)
plot (X, Y-1, color='blue',
alpha=1.00)
show ()
```



Cliquez sur  pour voir la réponse.

plot\_ex.py

```
from pylab import *

n = 256
X = np.linspace(-np.pi,np.pi,n,endpoint=True)
Y = np.sin(2*X)

axes([0.025,0.025,0.95,0.95])

plot (X, Y+1, color='blue', alpha=1.00)
fill_between(X, 1, Y+1, color='blue', alpha=.25)

plot (X, Y-1, color='blue', alpha=1.00)
fill_between(X, -1, Y-1, (Y-1) > -1, color='blue', alpha=.25)
fill_between(X, -1, Y-1, (Y-1) < -1, color='red', alpha=.25)

xlim(-np.pi,np.pi), xticks([])
ylim(-2.5,2.5), yticks([])
# savefig('./figures/plot_ex.png',dpi=48)
show()
```

## IV-B - Tracés en points

Indice



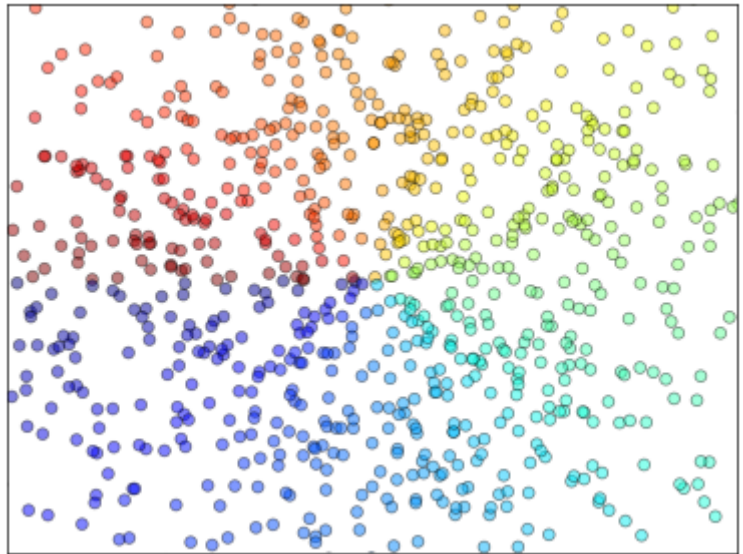
La couleur est calculée grâce à l'angle de  $(X, Y)$ .


En vous basant sur le code suivant, d'obtenir le graphique représenté de l'illustration de droite (tenez compte taille, de la couleur et de la transparence des points) :

```
from pylab import *

n = 1024
X = np.random.normal(0,1,n)
Y = np.random.normal(0,1,n)

scatter(X,Y)
show()
```



Cliquez sur  pour voir la réponse.

scatter\_ex.py

```
from pylab import *

n = 1024
X = np.random.normal(0,1,n)
Y = np.random.normal(0,1,n)
T = np.arctan2(Y,X)

axes([0.025,0.025,0.95,0.95])
scatter(X,Y, s=75, c=T, alpha=.5)

xlim(-1.5,1.5), xticks([])
ylim(-1.5,1.5), yticks([])
# savefig('../figures/scatter_ex.png',dpi=48)
show()
```

## IV-C - Histogrammes

### Indice



*Vous devrez faire attention à l'alignement du texte.*

En vous basant sur le code suivant, d'obtenir le graphique représenté de l'illustration de droite (tenez compte faudra certainement ajouter des étiquette aux barres rouges) :

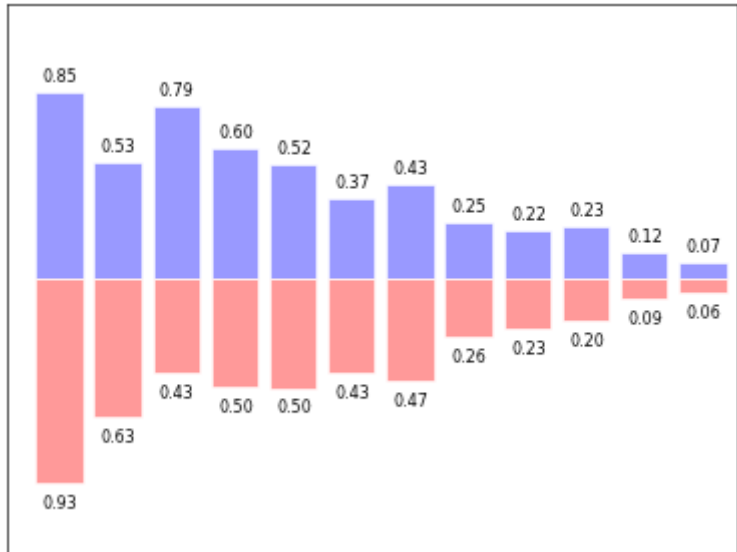
```
from pylab import *

n = 12
X = np.arange(n)
Y1 = (1-X/float(n)) *
    np.random.uniform(0.5,1.0,n)
Y2 = (1-X/float(n)) *
    np.random.uniform(0.5,1.0,n)

bar(X, +Y1, facecolor='#9999ff'
    edgecolor='white')
bar(X, -Y2, facecolor='#ff9999'
    edgecolor='white')

for x,y in zip(X,Y1):
    text(x+0.4, y+0.05, '%.2f'
        ha='center', va='bottom')

ylim(-1.25,+1.25)
show()
```



Cliquez sur  pour voir la réponse.

bar\_ex.py

```
from pylab import *

n = 12
X = np.arange(n)
Y1 = (1-X/float(n)) * np.random.uniform(0.5,1.0,n)
Y2 = (1-X/float(n)) * np.random.uniform(0.5,1.0,n)

axes([0.025,0.025,0.95,0.95])
bar(X, +Y1, facecolor='#9999ff', edgecolor='white')
bar(X, -Y2, facecolor='#ff9999', edgecolor='white')

for x,y in zip(X,Y1):
    text(x+0.4, y+0.05, '%.2f' % y, ha='center', va='bottom')

for x,y in zip(X,Y2):
    text(x+0.4, -y-0.05, '%.2f' % y, ha='center', va='top')

xlim(-.5,n), xticks([])
ylim(-1.25,+1.25), yticks([])

# savefig('../figures/bar_ex.png', dpi=48)
show()
```

## IV-D - Tracés contour

Indice



Vous aurez besoin de la commande `clabel()`.

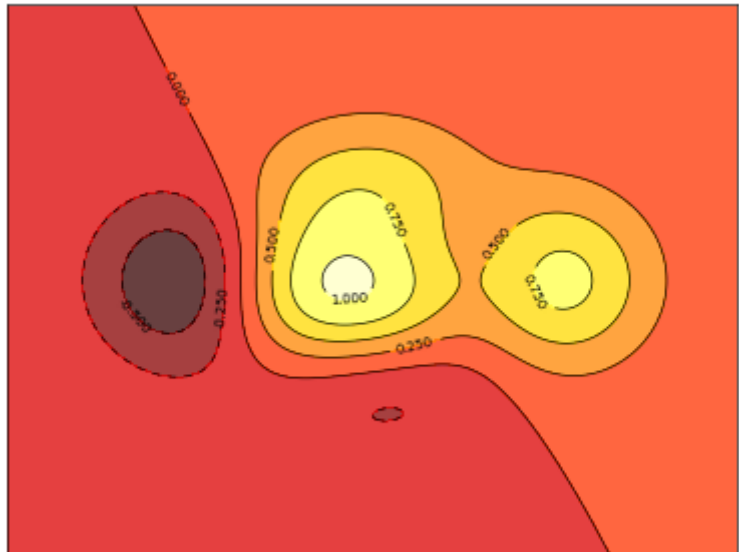
En vous basant sur le code suivant, d'obtenir le graphique représenté de l'illustration de droite (prenez compte des bandes colorées - voir [Référence](#) plus bas) :

```
from pylab import *

def f(x,y): return
    (1-x/2+x**5+y**3)*np.exp(-x**2-

n = 256
x = np.linspace(-3,3,n)
y = np.linspace(-3,3,n)
X,Y = np.meshgrid(x,y)

contourf(X, Y, f(X,Y), 8, alpha=
cmap='jet')
C = contour(X, Y, f(X,Y), 8,
            colors='black', linewidth=.5)
show()
```



Cliquez sur  pour voir la réponse.

contour\_ex.py

```
from pylab import *

def f(x,y): return (1-x/2+x**5+y**3)*np.exp(-x**2-y**2)

n = 256
x = np.linspace(-3,3,n)
y = np.linspace(-3,3,n)
X,Y = np.meshgrid(x,y)

axes([0.025,0.025,0.95,0.95])

contourf(X, Y, f(X,Y), 8, alpha=.75, cmap=cm.hot)
C = contour(X, Y, f(X,Y), 8, colors='black', linewidth=.5)
clabel(C, inline=1, fontsize=10)

xticks([], yticks([]))
# savefig('./figures/contour_ex.png', dpi=48)
show()
```

## IV-E - Image pixelisée

### Indice



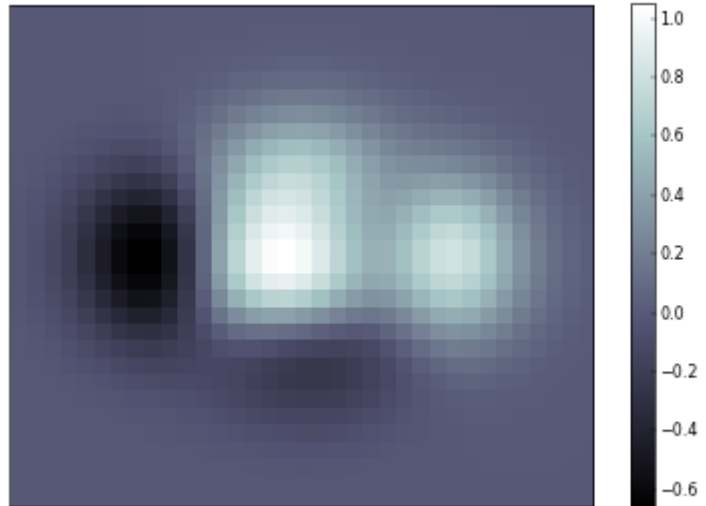
*Vous devrez faire attention au point d'origine de l'image dans la commande `imshow()` et utiliser une barre colorée (`colorbar`).*

En vous basant sur le code suivant, d'obtenir le graphique représenté de l'illustration de droite (tenez compte bande colorée, de l'interpolation de l et du point d'origine) :

```
from pylab import *

def f(x,y): return
    (1-x/2+x**5+y**3)*np.exp(-x**2-

n = 10
x = np.linspace(-3,3,4*n)
y = np.linspace(-3,3,3*n)
X,Y = np.meshgrid(x,y)
imshow(f(X,Y), show())
```



Cliquez sur  pour voir la réponse.

imshow\_ex.py

```
from pylab import *

def f(x,y): return (1-x/2+x**5+y**3)*np.exp(-x**2-y**2)

n = 10
x = np.linspace(-3,3,3.5*n)
y = np.linspace(-3,3,3.0*n)
X,Y = np.meshgrid(x,y)
Z = f(X,Y)

axes([0.025,0.025,0.95,0.95])
imshow(Z,interpolation='nearest', cmap='bone', origin='lower')
colorbar(shrink=.92)

xticks([], yticks([])
# savefig('./figures/imshow_ex.png', dpi=48)
show()
```

## IV-F - Tracés fléchés

Indice



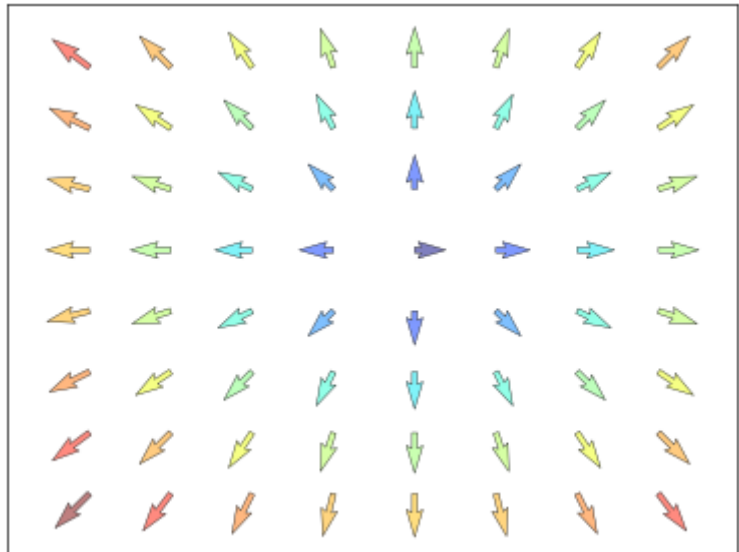
*Vous devrez dessiner les flèches deux fois.*




En vous basant sur le code suivant, d'obtenir le graphique représenté de l'illustration de droite (tenez compte couleurs et des orientations des flèc

```
from pylab import *

n = 8
X,Y = np.mgrid[0:n,0:n]
quiver(X,Y, show())
```



Cliquez sur  pour voir la réponse.

quiver\_ex.py

```
from pylab import *

n = 8
X,Y = np.mgrid[0:n,0:n]
T = np.arctan2(Y-n/2.0, X-n/2.0)
R = 10+np.sqrt((Y-n/2.0)**2+(X-n/2.0)**2)
U,V = R*np.cos(T), R*np.sin(T)

axes([0.025,0.025,0.95,0.95])
quiver(X,Y,U,V,R, alpha=.5)
quiver(X,Y,U,V, edgecolor='k', facecolor='None', linewidth=.5)

xlim(-1,n), xticks([])
ylim(-1,n), yticks([])

# savefig('../figures/quiver_ex.png', dpi=48)
show()
```

## IV-G - Graphiques en camembert

Indice

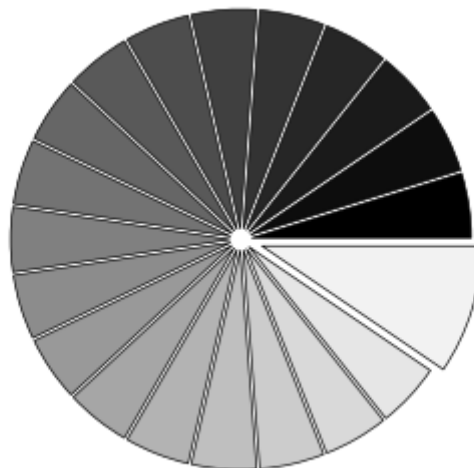


*Vous devrez modifier Z.*

En vous basant sur le code suivant, d'obtenir le graphique représenté de l'illustration de droite (prenez compte couleurs et de la taille des portions)

```
from pylab import *

n = 20
Z = np.random.uniform(0,1,n)
pie(Z), show()
```



Cliquez sur  pour voir la réponse.

pie\_ex.py

```
from pylab import *

n = 20
Z = np.ones(n)
Z[-1] *= 2

axes([0.025,0.025,0.95,0.95])

pie(Z, explode=Z*.05, colors = ['%f' % (i/float(n)) for i in range(n)])
gca().set_aspect('equal')
xticks([], plt.yticks([]))

# savefig('../figures/pie_ex.png',dpi=48)
show()
```

## IV-H - Grilles

En vous basant sur le code suivant, d'obtenir le graphique représenté de l'illustration de droite (prenez compte styles de trait) :

```
from pylab import *

axes = gca()
axes.set_xlim(0,4)
axes.set_ylim(0,3)
axes.set_xticklabels([])
axes.set_yticklabels([])

show()
```



Cliquez sur  pour voir la réponse.

grid\_ex.py

```
from pylab import *

ax = axes([0.025,0.025,0.95,0.95])

ax.set_xlim(0,4)
ax.set_ylim(0,3)
ax.xaxis.set_major_locator(MultipleLocator(1.0))
ax.xaxis.set_minor_locator(MultipleLocator(0.1))
ax.yaxis.set_major_locator(MultipleLocator(1.0))
ax.yaxis.set_minor_locator(MultipleLocator(0.1))
ax.grid(which='major', axis='x', linewidth=0.75, linestyle='-', color='0.75')
ax.grid(which='minor', axis='x', linewidth=0.25, linestyle='-', color='0.75')
ax.grid(which='major', axis='y', linewidth=0.75, linestyle='-', color='0.75')
ax.grid(which='minor', axis='y', linewidth=0.25, linestyle='-', color='0.75')
ax.set_xticklabels([])
ax.set_yticklabels([])

# savefig('../figures/grid_ex.png',dpi=48)
show()
```

## IV-I - Tracés multiples

### Indice



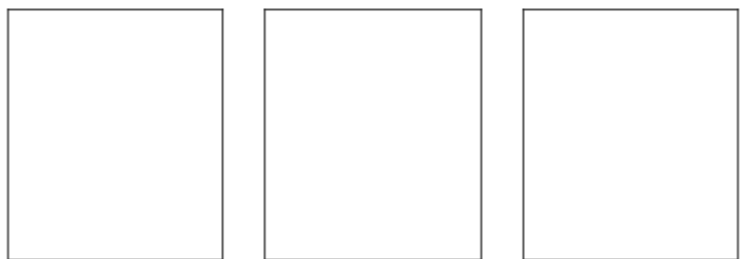
*Vous pouvez utiliser plusieurs vues avec différents découpages.*

En vous basant sur le code suivant, d'obtenir le graphique représenté de l'illustration de droite :

```
from pylab import *

subplot(2,2,1)
subplot(2,2,3)
subplot(2,2,4)

show()
```



Cliquez sur  pour voir la réponse.

multiplot\_ex.py

```
from pylab import *

fig = figure()
fig.subplots_adjust(bottom=0.025, left=0.025, top = 0.975, right=0.975)

subplot(2,1,1)
xticks([], yticks([])

subplot(2,3,4)
```

### multiplot\_ex.py

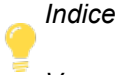
```
xticks([], yticks([])

subplot(2,3,5)
xticks([], yticks([])

subplot(2,3,6)
xticks([], yticks([])

savefig('../figures/multiplot_ex.png', dpi=48)
show()
```

## IV-J - Axes polaires



### Indice

Vous aurez uniquement besoin de modifier le tracé des axes.

En vous basant sur le code suivant, d'obtenir le graphique représenté de l'illustration de droite :

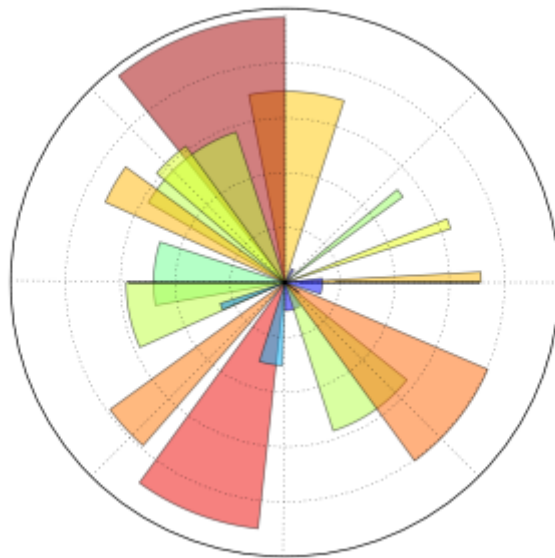
```
from pylab import *


axes([0,0,1,1])

N = 20
theta =
    np.arange(0.0, 2*np.pi, 2*np.pi/N)
radii = 10*np.random.rand(N)
width = np.pi/4*np.random.rand(N)
bars = bar(theta, radii, width=width,
            bottom=0.0)

for r,bar in zip(radii, bars):
    bar.set_facecolor( cm.jet(r/10.))
    bar.set_alpha(0.5)

show()
```



Cliquez sur  pour voir la réponse.

### polar\_ex.py

```
from pylab import *

ax = axes([0.025,0.025,0.95,0.95], polar=True)

N = 20
theta = np.arange(0.0, 2*np.pi, 2*np.pi/N)
radii = 10*np.random.rand(N)
width = np.pi/4*np.random.rand(N)
bars = bar(theta, radii, width=width, bottom=0.0)

for r,bar in zip(radii, bars):
    bar.set_facecolor( cm.jet(r/10.))
    bar.set_alpha(0.5)

ax.set_xticklabels([])
ax.set_yticklabels([])
# savefig('../figures/polar_ex.png', dpi=48)
show()
```

## IV-K - Graphiques en 3D

### Indice



Vous aurez besoin de la commande `contourf()`.

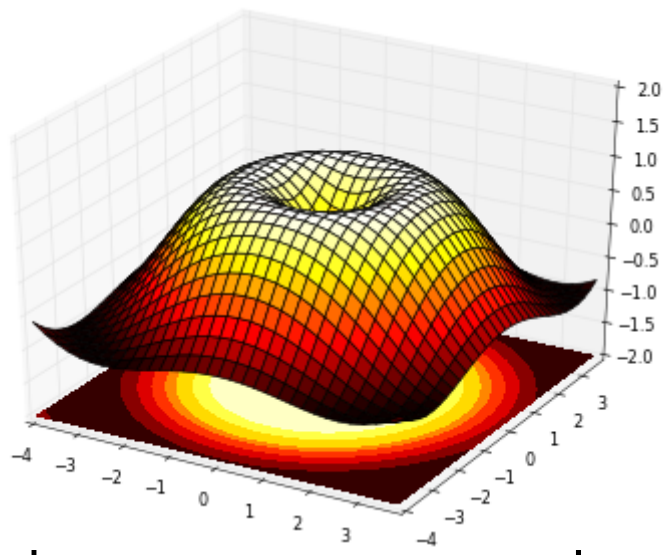
En vous basant sur le code suivant, d'obtenir le graphique représenté de l'illustration de droite :

```
from pylab import *
from mpl_toolkits.mplot3d import Axes3D

fig = figure()
ax = Axes3D(fig)
X = np.arange(-4, 4, 0.25)
Y = np.arange(-4, 4, 0.25)
X, Y = np.meshgrid(X, Y)
R = np.sqrt(X**2 + Y**2)
Z = np.sin(R)

ax.plot_surface(X, Y, Z, rstride=1, cstride=1, cmap='hot')

show()
```



Cliquez sur  pour voir la réponse.

### plot3d\_ex.py

```
from pylab import *
from mpl_toolkits.mplot3d import Axes3D

fig = figure()
ax = Axes3D(fig)
X = np.arange(-4, 4, 0.25)
Y = np.arange(-4, 4, 0.25)
X, Y = np.meshgrid(X, Y)
R = np.sqrt(X**2 + Y**2)
Z = np.sin(R)

ax.plot_surface(X, Y, Z, rstride=1, cstride=1, cmap=cm.hot)
ax.contourf(X, Y, Z, zdir='z', offset=-2, cmap=cm.hot)
ax.set_zlim(-2,2)

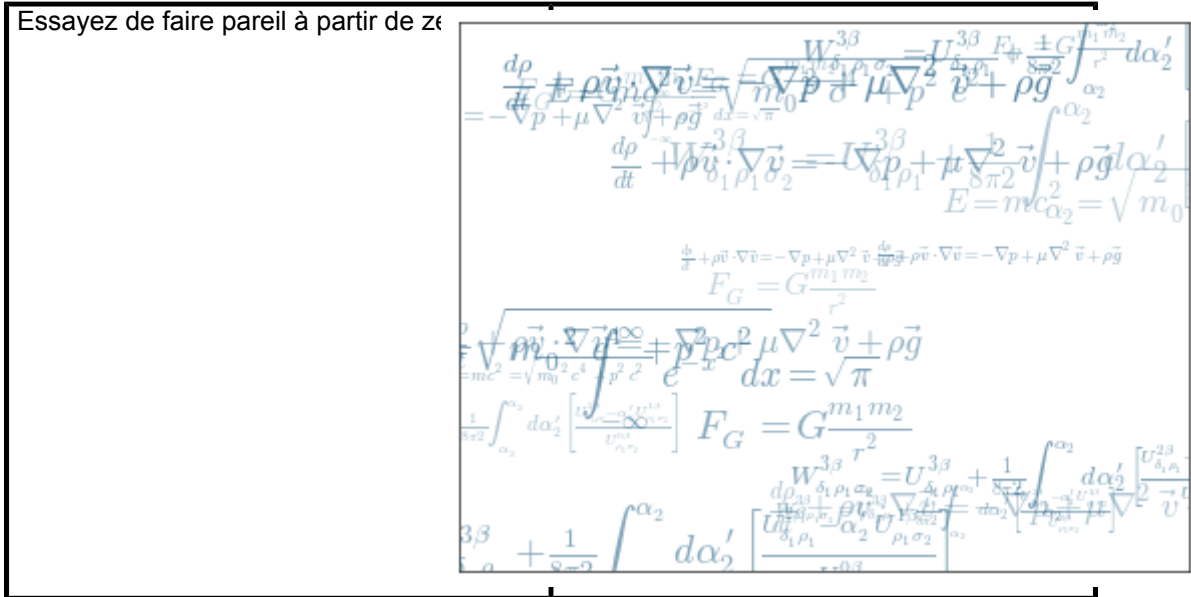
# savefig('../figures/plot3d_ex.png', dpi=48)
show()
```


## IV-L - Textes

### Indice



Jetez un œil au [logo matplotlib](#).



Cliquez sur  pour voir la réponse.

```

text_ex.py
from pylab import *

eqs = []
eqs.append(("r"$W^{3\beta}_{{\delta_1 \rho_1 \sigma_2}} = U^{3\beta}_{{\delta_1 \rho_1}} + \frac{1}{8\pi^2} \int_{\alpha_2}^{\alpha_1} \rho_1 \sigma_2 \nabla^2 \vec{v} + \rho \vec{g}$"))
eqs.append(("r"$\frac{d\rho}{dt} + \rho \vec{v} \cdot \nabla \vec{v} = -\nabla p + \mu \nabla^2 \vec{v} + \rho \vec{g}$"))
eqs.append(("r"$\int_{-\infty}^{\infty} e^{-x^2} dx = \sqrt{\pi}$"))
eqs.append(("r"$E = mc^2 = \sqrt{m_0^2 c^4 + p^2 c^2}$"))
eqs.append(("r"$F_G = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$"))

axes([0.025,0.025,0.95,0.95])

for i in range(24):
    index = np.random.randint(0, len(eqs))
    eq = eqs[index]
    size = np.random.uniform(12, 32)
    x, y = np.random.uniform(0, 1, 2)
    alpha = np.random.uniform(0.25, .75)
    text(x, y, eq, ha='center', va='center', color="#11557c", alpha=alpha,
         transform=gca().transAxes, fontsize=size, clip_on=True)
xticks([], yticks([])
# savefig('./figures/text_ex.png', dpi=48)
show()

```

## V - Aller plus loin

Matplotlib bénéficie d'une documentation riche et variée, de même que d'une vaste communauté d'utilisateurs et de développeurs. Ci-dessous, quelques liens dignes d'intérêt.

## V-A - Tutoriels

- **Tutoriel pyplot**
  - Présentation
  - Gérer les propriétés de trait
  - Travailler avec plusieurs objets figure et plusieurs vues

- Travailler avec du texte
- **Tutoriel image**
  - Commandes de départ
  - Importer des données image dans des tableaux numpy
  - Représenter des tableaux numpy comme des images
- **Tutoriel texte**
  - Présentation
  - Commandes de texte élémentaires
  - Propriétés de textes et modes d'affichage
  - Ecrire des formules mathématiques
  - Rendu de texte avec LaTeX
  - Annoter du texte
- **Tutoriel pour artistes**
  - Présentation
  - Personnaliser vos objets
  - Conteneurs d'objets
  - Conteneur graphique (matplotlib.figure)
  - Conteneur de vues libres (matplotlib.axes)
  - Conteneurs d'axes de repère
  - Conteneurs de graduations
- **Tutoriels chemins**
  - Présentation
  - Exemple de courbe de Bézier
  - Chemins mélangés
- **Tutoriel transformations**
  - Présentation
  - Coordonnées 'data'
  - Coordonnées de vues libres (matplotlib.axes)
  - Transformations de dégradés (gradients)
  - Utiliser les transformations offset pour créer un effet d'ombre projetée
  - Le mécanisme de transformation(pipeline)

## V-B - Documentation Matplotlib

- **Guide utilisateur**
- **FAQ - Foire Aux Questions**
  - Installation de matplotlib
  - Utilisation
  - Recettes de cuisine (How-To)
  - Problèmes et solutions
  - Variables d'environnement
- **Captures d'écran**

## V-C - Documentation du code

Le code source de matplotlib est particulièrement bien documenté ; vous pouvez même obtenir une aide rapide sur telle ou telle commande directement dans une console Python :

```

>>> from pylab import *
>>> help(plot)
Help on function plot in module matplotlib.pyplot:

plot(*args, **kwargs)
    Plot lines and/or markers to the
    :class:`~matplotlib.axes.Axes`. *args* is a variable length
    argument, allowing for multiple *x*, *y* pairs with an
    optional format string. For example, each of the following is
    legal::

        plot(x, y)           # plot x and y using default line style and color
        plot(x, y, 'bo')    # plot x and y using blue circle markers
        plot(y)             # plot y using x as index array 0..N-1
        plot(y, 'r+')       # ditto, but with red plusses

    If *x* and/or *y* is 2-dimensional, then the corresponding columns
    will be plotted.
    ...
    
```

## V-D - Galeries

La **galerie matplotlib** est incroyablement utile lorsque l'on cherche un exemple pour un type de graphique en particulier. Chaque exemple est accompagné de son code source.

Il existe une autre galerie plus modeste à **cet endroit**.


## V-E - Mailing lists

Pour finir, vous disposez d'une **mailing list utilisateurs** où vous pourrez demander de l'aide et une **mailing list développeurs** pour les questions plus techniques.

## VI - Références

Ci-dessous quelques tableaux illustrant les principaux styles et propriétés de trait.


























### VI-A - Propriétés de trait

Propriété	Description	Apparence
alpha (ou a)	Transparence alpha (ratio compris entre 0 et 1)	
antialiased	Rendu anti-crénelage (booléen)	Aliased




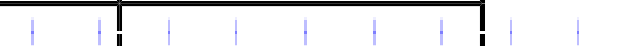


		Anti-aliased
color (ou c)	Couleur matplotlib	
linestyle (ou ls)	cf. <a href="#">Styles de trait</a>	
linewidth (ou lw)	Épaisseur du trait en points (float)	
solid_capstyle	Style de fin de trait pour traits pleins	
solid_joinstyle	Style de jointure pour traits pleins	
dash_capstyle	Style de fin de trait pour pointillés	
dash_joinstyle	Style de jointure pour pointillés	
marker	cf. <a href="#">Marques</a>	
markeredgewidth (mew)	Épaisseur du contour d'une marque	
markeredgecolor (mec)	Couleur du contour d'une marque	
markerfacecolor (mfc)	Couleur d'une marque	
markersize (ms)	Taille de la marque en points	

## VI-B - Styles de trait

Symbole	Description	Apparence
-	Trait plein	
--	Pointillé long	
-.	Pointillé mixte	
:	Pointillé court	
.	Gros points	
,	Pixelés	
o	Cercles	
^	Triangles vers le haut	
v	Triangles vers le bas	
<	Triangles vers la gauche	
>	Triangles vers la droite	
s	Carrés	
+	Signes 'plus' (+)	
x	Signes 'croix' (x)	
D	Diamants carrés (<->)	
d	Losanges	
1	Tripodes vers le bas	
2	Tripodes vers le haut	
3	Tripodes vers la gauche	
4	Tripodes vers la droite	
h	Hexagones verticaux	
H	Hexagones horizontaux	
p	Pentagones	
	Traits verticaux	
_	Traits horizontaux	

## VI-C - Marques

Symbole	Description	Apparence
0	Graduation à gauche	
1	Graduation à droite	
2	Graduation en haut	
3	Graduation en bas	
4	Lambda à gauche	
5	Lambda à droite	
6	Lambda en haut	
7	Lambda en bas	
o	Cercles	
D	Diamants carrés (<>)	
h	Hexagones verticaux	
H	Hexagones horizontaux	
_	Traits horizontaux	
1	Tripodes vers le bas	
2	Tripodes vers le haut	
3	Tripodes vers la gauche	
4	Tripodes vers la droite	
8	Octogones	
p	Pentagones	
^	Triangles vers le haut	
v	Triangles vers le bas	
<	Triangles vers la gauche	
>	Triangles vers la droite	
d	Losanges	
,	Pixels	
+	Signes 'plus' (+)	
.	Gros points	
s	Carrés	








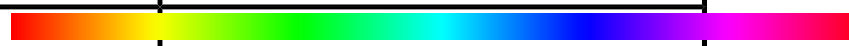







*	Étoiles à cinq branches	
	Traits verticaux	
x	Signes 'croix' (x)	
r $\sqrt{2}$	Toute expression LaTeX	

## VI-D - Bandes colorées








Toutes les bandes colorées peuvent être inversées en ajoutant `_r` en fin de nom. Par exemple, `gray_r` sera l'inverse de `gray`.

Veuillez consulter [documenter les bandes colorées matplotlib](#) pour plus d'information.

### VI-D-1 - De base

Nom	Apparence
autumn	
bone	
cool	
copper	
flag	
gray	
hot	
hsv	
jet	
pink	
prism	
spectral	
spring	
summer	
winter	

### VI-D-2 - GIST

Nom	Apparence
gist_earth	
gist_gray	
gist_heat	
gist_ncar	
gist_rainbow	
gist_stern	
gist_yarg	









## VI-D-3 - Séquences

Nom	Apparence
BrBG	
PiYG	
PRGn	
PuOr	
RdBu	
RdGy	
RdYlBu	
RdYlGn	
Spectral	












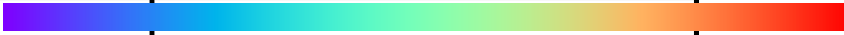

## VI-D-4 - Dégradés

Nom	Apparence
Blues	
BuGn	
BuPu	
GnBu	
Greens	
Greys	
Oranges	
OrRd	
PuBu	
PuBuGn	
PuRd	
Purples	
RdPu	
Reds	
YlGn	
YlGnBu	
YlOrBr	
YlOrRd	

## VI-D-5 - Qualifiés

Nom	Apparence
Accent	
Dark2	
Paired	
Pastel1	
Pastel2	
Set1	
Set2	
Set3	

## VI-D-6 - Divers

Nom	Apparence
afmhot	
binary	
brg	
bwr	
coolwarm	
CMRmap	
cubehelix	
gnuplot	
gnuplot2	
ocean	
rainbow	
seismic	
terrain	

## VII - Notes et remerciements de l'auteur

Le présent document est basé sur le tutoriel de Mike Müller disponible sur le site [scipy lectures](#).

Les textes originaux sont disponibles [ici](#). Les illustrations se trouvent dans [ce répertoire](#) et les scripts dans [celui-ci](#). Le répertoire Github est [ici](#).

Les codes sources et les ressources sont publiés sous licence Creative Commons Paternité 3.0 - licence USA (CC-by) <http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/us>.

Un grand merci à **Bill Wing**, **Christoph Deil** et **Wojciech Mamrak** pour la relecture et les corrections.

Des illustrations de présentation de diverses techniques de représentation graphique scientifique se trouvent à [cet endroit](#).

 *Il existe désormais un [tutoriel numpy d'accompagnement](#).*

## VIII - Remerciements Developpez

Nous remercions Nicolas Rougier qui nous a aimablement autorisé à traduire son article **Matlab Tutorial**.

Nos remerciements à Raphaël SEBAN (**tarball69**) pour la traduction et à Fabien (**f-leb**) pour la mise au gabarit.

Merci également à Malick Seck (**milkoseck**) pour sa relecture orthographique.