

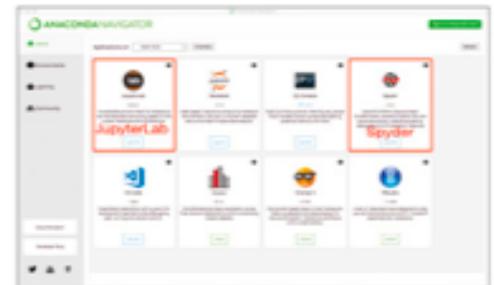
Langage de programmation Python

1 Prise en main

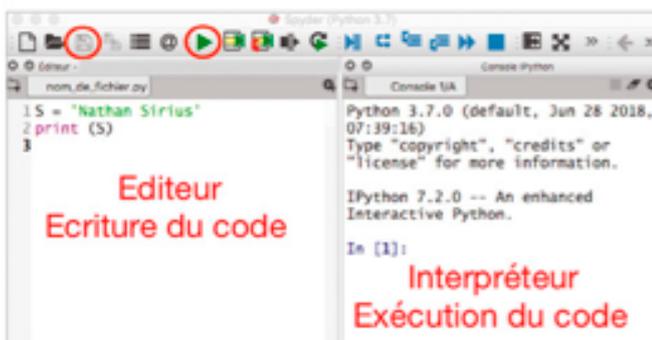
1.1. Installation

Python est le langage de programmation choisi pour développer les capacités numériques en physique-chimie au lycée. La version Python utilisée pour l'ensemble des fichiers numériques accessibles sur le site compagnon, à l'adresse : sirius.nathan.fr, est Python 3.7.

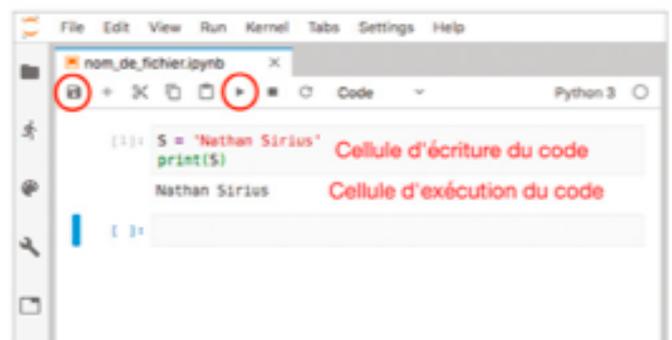
Pour écrire un programme Python, un simple éditeur de texte suffit. Cependant, il est préférable d'utiliser un environnement de développement intégré (EDI) où le programme et le résultat de son exécution s'affichent dans la même fenêtre. Le choix a été fait d'utiliser les environnements Spyder (doc. 2) et JupyterLab (doc. 3) de la suite Anaconda (doc. 1) téléchargeable grâce au lien suivant : anaconda.com/download.



1. Navigateur Anaconda.



2. Environnement Spyder : fichier .py.



3. Environnement JupyterLab : fichier .ipynb.

1.2. Bibliothèques et modules

- Des morceaux de code prédéfinis, appelés **fonctions**, permettent d'exécuter un ensemble d'instructions. Les **modules** sont des fichiers regroupant plusieurs fonctions. Une **bibliothèque** est un répertoire de modules. Les modules et bibliothèques, intégrés à la suite Anaconda et utilisés dans les fichiers numériques du manuel sont :
 - le module **math** pour les fonctions mathématiques ;
 - le module **pyplot** de la bibliothèque **Matplotlib** pour les graphiques ;
 - la bibliothèque **NumPy** pour les tableaux de valeurs.
- Pour accéder à un module ou à une bibliothèque dans un programme, il faut l'« importer » à l'aide d'une ligne de code insérée en début de programme comportant la commande **import**. Il est d'usage de les renommer par une ou plusieurs lettres lors de l'importation, c'est le sens de la commande **as**.
- Le nom donné, appelé **préfixe**, sert à appeler un **élément** du module ou de la bibliothèque pour l'utiliser dans le corps du programme grâce à la syntaxe **préfixe.élément()**. En l'absence de préfixe, l'appel d'un élément du module ou de la bibliothèque se fait avec le nom complet du module (doc. 4).

```
# importe toutes les fonctions du module math
import math
b = math.cos(math.pi/4) # Affecte cos(pi/4) à b

# importe uniquement la fonction cos et
# la constante pi depuis le module math
from math import cos, pi
b = cos(pi/4) # Affecte cos(pi/4) à b

# importe le module math en le nommant m
import math as m
b = m.cos(m.pi/4) # Affecte cos(pi/4) à b
```

```
# importe NumPy en la renommant np
import numpy as np

# importe le module pyplot de matplotlib
# en le renommant plt
import matplotlib.pyplot as plt
from matplotlib import pyplot as plt
```

4. Importation et appel des modules et bibliothèques.

Le dièse # permet d'insérer des commentaires dans le programme, tout ce qui est écrit en italique dans une ligne de code après un # n'est pas exécuté.

2 Présentation des objets de base

Le langage de programmation Python utilise des objets, regroupés par type, qui ont chacun un comportement et un mode d'interaction propres.

2.1. Types de variables et conversions d'un type à un autre

```
# Affectation : signe =  
x = ... # signifie « x prend la valeur ... »
```

```
Type integer <int> # nombre entier relatif  
int() # convertit si possible un réel ou un texte en entier  
  
Type float <float> # nombre réel.  
float() # convertit si possible un entier ou un texte en réel
```

```
Type string <str> # chaîne de caractères (texte)  
# suite de caractères d'imprimerie  
# délimitée par des guillemets  
str() # convertit un nombre en une chaîne de caractères
```

```
Type booléen <bool> # logique : ne prend que deux valeurs  
# True et False (Vrai et Faux)
```

Exemple

```
x = 2 # Affectation simple  
a,b,c = 2.5,2e3,-53 # Affectation multiple  
  
# Affectation combinée à une opération  
x += 1 # Affecte x+1 à la variable x  
x -= 1 # Affecte x-1 à la variable x
```

```
x = 2 # entier  
y = '13' # chaîne de caractères  
z = 9.23 # réel  
t = float('2e-3') # renvoie 0.002  
z1 = str(x)+y # renvoie '213' (chaîne)  
z2 = x+int(y) # renvoie 15 (entier)
```

2.2. Opérations numériques

```
+, -, *, / # opérations mathématiques usuelles  
** # puissance  
a**N # a**N  
// # quotient de la division euclidienne  
% # reste de la division euclidienne  
round(x,n) # arrondi le nombre x à n décimales  
# sans garder tous les 0 décimaux
```

```
n = 23/4 # renvoie 5.75  
p = 3**2 # renvoie 9  
q = 23//4 # renvoie 5 car 23=4*5+3  
r = 23%4 # renvoie 3 car 23=4*5+3  
  
round(0.489,2) # renvoie 0.49  
round(0.499,2) # renvoie 0.5  
round(1.000,2) # renvoie 1.0
```

2.3. Entrées et sorties

● Entrées :

```
input('texte') # affiche texte et prend pour valeur la chaîne  
# de caractères saisie au clavier  
int(input('texte')) # convertit si possible la saisie en entier  
float(input('texte')) # convertit si possible la saisie en réel  
eval(input('texte')) # évalue la saisie comme une expression
```

```
# Affiche le texte, convertit en entier la  
# valeur saisie et l'affecte à la variable N  
N = int(input('Nombre de points ='))  
Nombre de points = 
```

```
# Affiche texte, évalue l'expression saisie  
# et affecte à la variable C le résultat  
C = eval(input('Calcul ='))  
Calcul = 
```

● Sorties :

```
print(objet1,objet2,...) # affiche les objets séparés par une tabulation
```

```
print('Le résultat du calcul vaut',C)  
Le résultat du calcul vaut 6
```

2.4. Affichage des nombres

```
'{:format}'.format(nombre) # chaîne de caractères (<str>) contenant  
# le nombre affiché selon le format spécifié  
# d entier, f réel, e ou E écriture scientifique  
# .n pour n décimales, + affiche le signe
```

```
'{:04d}'.format(12) # renvoie 0012  
'{:+.3f}'.format(0.01) # renvoie +0.010  
'{:1.2e}'.format(0.012) # renvoie 1.20e-2  
'{:+.1%}'.format(-0.12) # renvoie -12.0%
```

```
print('\nL'énergie En vaut','{:2E}'.format(4354),'J')  
L'énergie En vaut 4.35E+03 J
```

```
'%format%' # utilise les mêmes signes que format  
# ne fonctionne pas pour les pourcentages
```

```
print('\nL'énergie En vaut','%2e' % 4354,'J')  
L'énergie En vaut 4.35e+03 J
```

2.5. Listes

```
Type liste <list> # suite d'éléments rangés les uns après les autres  
# entre crochets séparés par des virgules
```

● **Indexation** : La position de chaque élément est repérée par son indice *i* sachant que l'indice de la première position est zéro.

● Principales fonctions

```
# Si L est une liste  
L[i] # accès à l'élément en position d'indice i  
len(L) # nombre d'éléments (ou longueur) de la liste  
L[début inclus:fin exclue:pas] # accès à une partie de la liste  
# le pas vaut 1 s'il n'est pas précisé  
L.append(x) # insère x en dernière position
```

```
L = [10,20,30,40,50,60] # liste  
L[0] # renvoie 10 le premier  
L[1] # renvoie 20 le deuxième  
L[-1] # renvoie 60 le dernier  
len(L) # renvoie 6  
L[2:5] # renvoie [30,40,50]  
# indice 2,3 et 4  
L[1:-1] # renvoie [20,30,40,50]  
# du deuxième au dernier exclu  
L.append(70) # renvoie [10,20,30,40,50,60,70]
```

REMARQUES Les chaînes de caractères, ou String, sont indexées comme les listes mais non modifiables. Si S est une chaîne de caractères, les fonctions S[i], len(S) et S [début inclus:fin exclue:pas] s'appliquent à S.

```
S = 'Nathan Sirius' # chaîne de caractères  
len(S) # renvoie 13 (espace = 1 caractère)  
S[3] # renvoie 'h'  
S[0:13:2] # renvoie 'Nta iis' (par pas de 2)
```

● Listes d'entiers

La fonction range() génère une liste d'entiers :

```
range(n) # n premiers entiers de 0 à n-1 inclus  
range(n,m) # entiers de n inclus à m exclu par pas de 1  
range(n,m,p) # entiers de n inclus à m exclu par pas de p avec p entier
```

```
range(4) # renvoie 0,1,2,3  
range(1,4) # renvoie 1,2,3  
range(1,7,2) # renvoie 1,3,5
```

2.6. Tableaux à une dimension (1D)

Pour ranger une collection de nombres les uns à la suite des autres, on utilise des tableaux à « une dimension », c'est-à-dire « à une seule ligne », de la bibliothèque NumPy.

```
Type tableau à 1D <ndarray> # suite d'éléments rangés les uns après  
# les autres dans un tableau à une ligne  
# indexés en commençant par 0
```

● Création d'un tableau

```
np.array(liste) # convertit la liste en tableau  
np.linspace(a,b,n) # n valeurs régulièrement espacées de a à b inclus  
np.arange(Vmin,Vmax,p) # de Vmin inclus à Vmax exclu par pas de p
```

```
np.array([-2e-1,45,1]) # renvoie [-0.2 45. 1.]  
# 3 valeurs entre 0 et 1.2 INCLUS  
np.linspace(0,1.2,3) # renvoie [0. 0.6 1.2]  
# De 0 INCLUS à 0.5 EXCLU par pas de 0.2  
np.arange(0,0.5,0.2) # renvoie [0. 0.2 0.4]
```

● Principales fonctions

```
#Si T est un tableau à une ligne  
T[i] # accès à l'élément en position d'indice i  
len(T) # nombre d'éléments du tableau  
T[début inclus:fin exclue:pas] # accès à une partie du tableau
```

```
T = np.linspace(0,10,3) # renvoie [0. 5. 10.]  
T[1] # renvoie 5.  
len(T) # renvoie 3
```

● Opérations mathématiques sur un tableau

```
# T est un tableau et c est un nombre  
T+c, T-c, c*T, T/c, T**c # opération sur chaque élément du tableau  
# U et T sont deux tableaux à une ligne de même nombre de termes  
T+U, T-U, U*T, T/U, T**U # opération terme à terme
```

```
t = np.linspace(0,2,3)  
X = 2*t  
Y = 0*t  
print('t =',t,'X =',X,'Y =',Y)  
t = [0. 1. 2.] X = [0. 2. 4.] Y = [0. 0. 0.]
```

● Fonction NumPy

```
np.fonction() # s'applique séparément à chaque élément du tableau
```

Ces fonctions s'appliquent aussi aux objets ressemblant à des tableaux (de type «array_like») comme les listes de nombres.

```
L = [0,1,4] # Liste [0,1,4]  
T = np.arange(-1,2,1) # Tableau [-1 0 1]  
X = np.sqrt(L) # renvoie tableau [0. 1. 2.]  
Y = np.abs(T) # renvoie tableau [1. 0. 1.]
```

3 Présentation des blocs d'instructions

Dans la syntaxe Python, un bloc d'instructions est défini par deux points « : » suivis, à la ligne, d'une indentation fixe (1 tabulation ou 4 espaces). La fin de l'indentation indique la fin du bloc d'instructions.

3.1. Fonction : def : ... return

```
def fonction(arg1,arg2,...): # arg='argument'
    <Instructions>           # exécute les instructions
    return résultat         # renvoie le résultat

fonction(valeur1,valeur2,...)# appel de la fonction
```

```
# fonction d'argument la vitesse v en km/h
# retournant la vitesse en m/s
def v_m_s(v):
    v1 = v*10**3/3600
    return v1

v_m_s(90)

25.0
```

3.2. Test ou instruction conditionnelle : if : ... elif : ... else :

Un test renvoie une valeur booléenne : True ou False.

```
if (test 1):           # si test 1 vérifié
    <Instructions 1>    # alors exécute les instructions 1
elif (test 2):         # sinon, si test 2 vérifié
    <Instructions 2>    # alors exécute les instructions 2
else:                  # sinon
    < Instructions>    # exécute les dernières instructions
```

```
pH = float(input('pH ='))
pH = 3.5

if pH<7:
    print('Acide')
elif pH==7:
    print('Neutre')
else:
    print('Basique')

Acide
```

```
# Comparateurs
# pour les tests
== # égal
!= # différent
>= # sup ou égal
> # supérieur
<= # inf ou égal
< # inférieur
```

3.3. Boucle « tant que » : while :

```
while test:           # Tant que test vérifié
    <Instructions>    # exécute les instructions
```

```
# Recherche du plus petit entier dont
# le carré est supérieur ou égal à 1000
n = 0                 # Initialise le compteur
while n**2<1000:
    n += 1            # Incrmente le compteur
    print(n)

32
```

3.4. Boucle « pour » : for ... in... :

```
for élément in ensemble: # Pour chaque 'élément' dans 'ensemble'
    <Instructions>         # répète les instructions
```

Les ensembles parcourus par `in` de la boucle `for` sont des objets dont on peut parcourir les éléments un à un, comme les chaînes de caractères, les listes, les tableaux à une dimension et les listes d'entiers de la fonction `range()`.

La boucle `for` et la fonction `range()` sont utilisées dans la création de listes.

```
liste_de_masses = [2.5,1.8]
for m in liste_de_masses:
    poids = m*9.8
    print(poids)

24.5
17.64
```

```
# Création de liste avec L.append()
L = []                 # Initialise une liste vide
for i in range(1,4): #pour i entier de 1 à 3
    L.append(i*10)    # insère i*10
                    # en dernière position
    print ('L =',L)

L = [10]
L = [10, 20]
L = [10, 20, 30]
```

```
# Création de liste en compréhension
L = [i*10 for i in range(1,4)]
print(L)

[10, 20, 30]
```

4 Représentation graphique

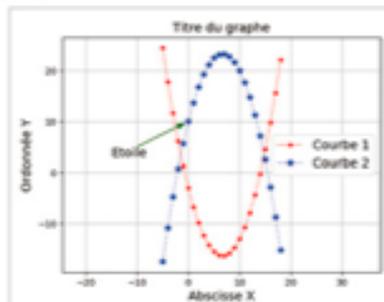
Une représentation graphique en langage Python se fait grâce au module `pyplot` de la bibliothèque `Matplotlib`.

4.1. Représentation d'un nuage de points

La fonction `plt.plot(X,Y)` représente le nuage de points d'abscisses dans `X` et d'ordonnées dans `Y`. Pour cela, `X` et `Y`, de type liste ou tableau à une ligne, doivent avoir le même nombre d'éléments.

EXEMPLE Les principales fonctions de représentation d'un graphe figurent dans le programme suivant :

```
1 import matplotlib.pyplot as plt # Importe le module pyplot et le renomme plt
2 X=list(range(-5,19,1)) # Domaine des abscisses liste des entiers x de -5 à 18
3 Y1=[0.3*x**2-4*x-3 for x in X] # Domaine des ordonnées de la courbe 1
4 # liste des y=0.3x^2-4x-3
5 Y2=[-0.3*x**2+4*x+10 for x in X] # Domaine des ordonnées de la courbe 2
6 # liste des y=-0.3x^2+4x+10
7 plt.figure('Titre de la figure') # Initialise et nomme la figure
8 # Option : figsize=(largeur,hauteur)
9 plt.title('Titre du graphe') # Nomme le graphe
10 plt.plot(X,Y1,'or-',ms=4,label='Courbe 1') # Nuage de points de coordonnées
11 # dans X et dans Y1, 'o' points 'r' rouges
12 # de taille (ms=markersize) 4, ':' reliés par des
13 # petits points, label=nom de la courbe
14 plt.plot(X,Y2,'b-.',lw=0.5, ms=8,label='Courbe 2') # Nuage de points de
15 # coordonnées dans X et Y2, '*' étoiles 'b' bleues
16 # '-' reliés par des pointillés d'épaisseur
17 # (lw=linewidth) 0.5, label=nom de la courbe
18 plt.xlabel('Abscisse X') # Etiquette de l'axe des abscisses
19 plt.ylabel('Ordonnée Y') # Etiquette de l'axe des ordonnées
20 plt.text(-15,3,'Etoile', fontsize=14) # Affiche le texte 'Etoile' en commençant
21 # au point de coordonnées -15,3, taille (fontsize)
22 plt.arrow(-10,5,8,4,color='g',head_width=1) # Trace une flèche verte (g) depuis
23 # le point de coordonnées (x=-10,y=5) jusqu'au point
24 # de coordonnées (x+dx=-10+8,y+dy=5+4)
25 plt.axis('equal') # Repère orthonormé
26 plt.grid() # Affiche une grille
27 plt.legend(loc=7, fontsize=14) # Affiche les noms en légende
28 # position loc 7 (droite, centrée), taille (fontsize)
29 plt.show() # Affiche la figure
```



REMARQUE La liste de toutes les fonctions du module `pyplot` est accessible à partir de la commande `dir(plt)` et l'aide sur la syntaxe d'un élément `nom` du module s'obtient grâce à la commande `help(plt.nom)`.

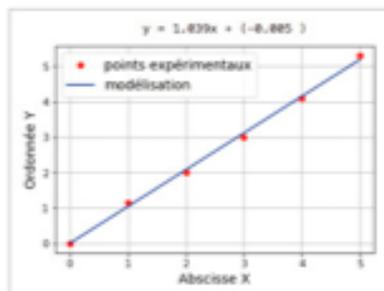
4.2. Modélisation d'un nuage de points expérimentaux

Les coordonnées d'une série de points expérimentaux sont rangées dans deux listes ou deux tableaux à 1D nommés `X` pour les abscisses et `Y` pour les ordonnées. Modéliser le nuage de points consiste à déterminer l'équation mathématique de la courbe qui se rapproche le plus de celle qu'ils tracent.

EXEMPLE Modélisation par une droite d'équation $y = ax + b$

La fonction `np.polyfit(X,Y,1)` modélise le nuage de points d'abscisses dans `X` et d'ordonnées dans `Y` par une droite d'équation $y = ax + b$ et renvoie le tableau : `[a b]`.

```
1 import numpy as np # Importe la bibliothèque numpy en np
2 import matplotlib.pyplot as plt # Importe le module pyplot en plt
3 X = np.array([0,1,2,3,4,5]) # Tableau des abscisses des points expérimentaux
4 Y = np.array([0.,1.15,2,3,4.1,5.3]) # Tableau des ordonnées des points expérimentaux
5 plt.plot(X,Y,'ro',label='points expérimentaux') # Nuage des points expérimentaux
6 # d'abscisses dans X et d'ordonnées dans Y
7 # sous forme de points rouges non reliés
8 Modele = np.polyfit(X,Y,1) # Calcule les paramètres de la droite modélisant le
9 # nuage de points et les range dans le tableau Modele
10 a,b = [coef for coef in Modele] # Affecte dans cet ordre les paramètres du modèle
11 # aux variables a et b
12 plt.plot(X,a*X+b,'b-',label='modélisation') # Nuage de points d'abscisses dans X et
13 # d'ordonnées dans a*X+b, en bleu et sous forme reliée
14 print('y=',round(a,3), 'x+',round(b,3),')' # Affiche l'équation de la droite modèle
15 plt.grid() # Affiche une grille
16 plt.legend() # Affiche la légende
17 plt.show() # Affiche la figure
```



REMARQUE La fonction `np.polyfit(X,Y,2)` modélise le nuage de points d'abscisses dans `X` et d'ordonnées dans `Y` par la courbe d'équation $y = ax^2 + bx + c$ et renvoie le tableau `[a b c]`.