Python Astro: Starting with Python

Author: A. Klotz
Updated : 2022-02-24

Contents:

- Variables, inputs, print
- Alternative sequences
- Repetitive sequences
- Lists and Numpy arrays
- Graphics with Matplotlib
- Add a package
- An example of use of an astro package

Level: Beginners
Python prerequisite: Nothing
Astro prerequisite: Nothing

Le langage Python

Entrées clavier (= demande)
Sorties console (= affiche)
Les variables

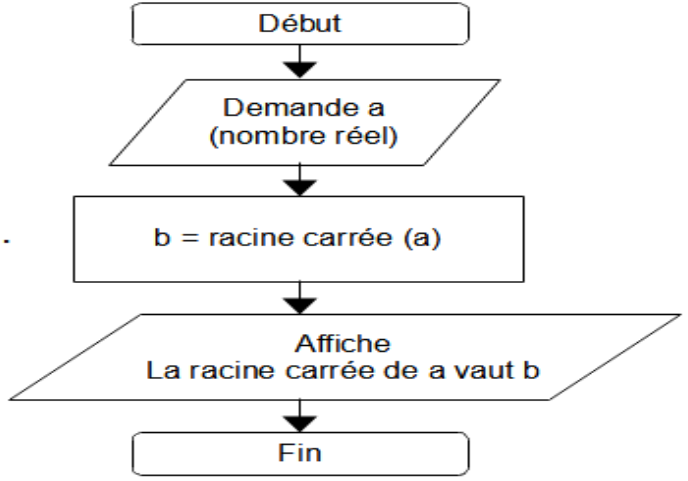
La programmation informatique

cahier des charges —algorithmique→ organigramme —programmation→ langage Python

Demande une valeur a.

Calcule la racine carrée.

Affiche le résultat

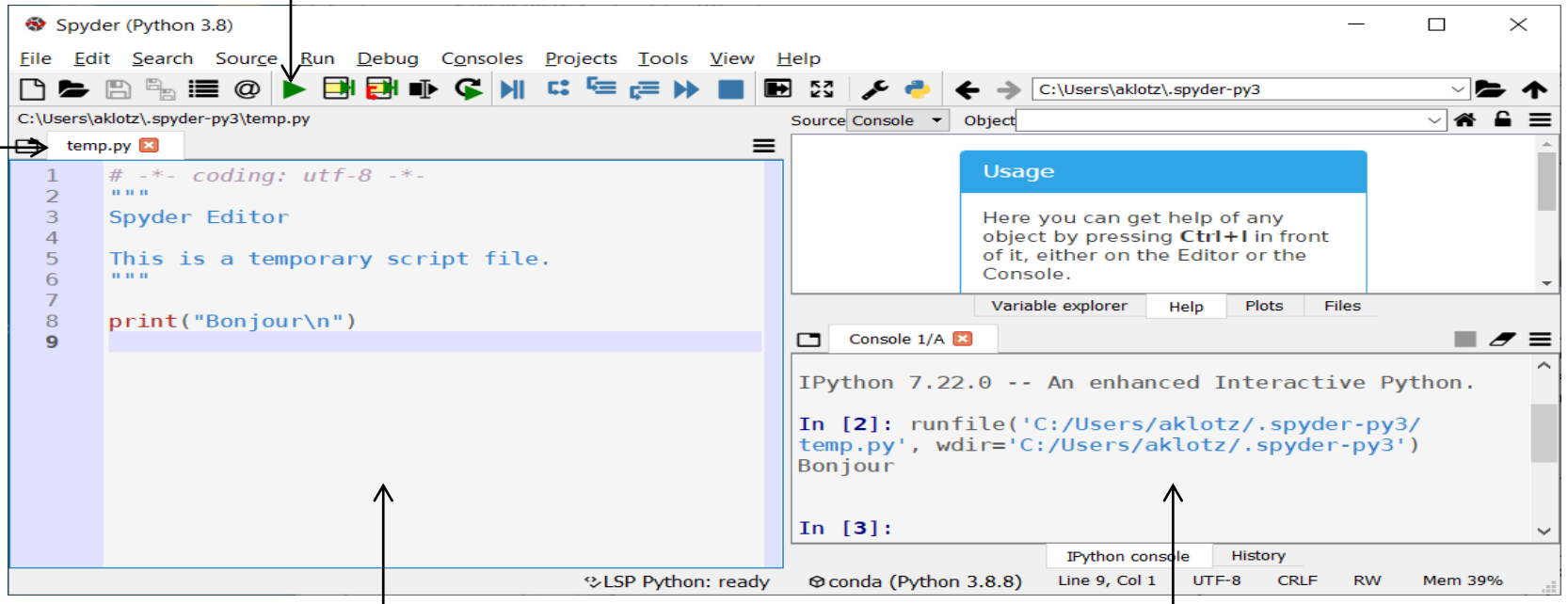



```
import math

a = input("Entrer a ")
a = float(a)

b = math.sqrt(a)

print( f"La racine carree de {a} vaut {b}" )
```

Ecrire du Python et l'exécuter avec Spyder

Compile et exécute

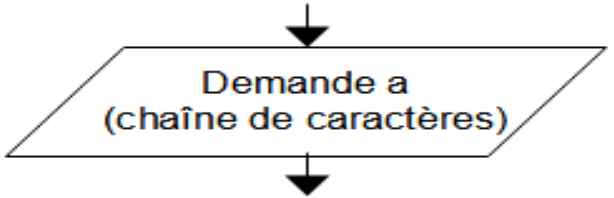
Nom du fichier Python



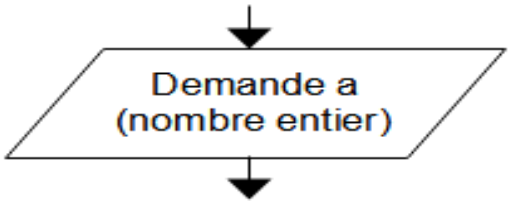
Fenêtre du code source

Fenêtre de la console d'exécution

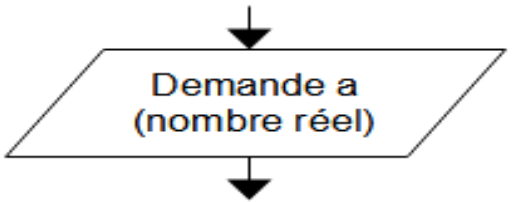
Langage Python : Entrées à la console




```
a = input("Entrer a ")
```




```
a = input("Entrer a ")
a = int(a)
```




```
a = input("Entrer a ")
a = float(a)
```

Les variables ont un type
int : Nombre entier
float : Nombre décimal
str : Chaîne de caractères

input retourne toujours une chaîne de caractères

On peut convertir le type d'une variable.

Langage Python : Les calculs

Les nombres entier. Les quatre opérations :

1 + 2 * (3 / 4 - 5)
-7.5

Les nombres décimaux à virgule. Le séparateur décimal doit être un point :

6.723 - 5.01
1.713

Notation scientifique avec la lettre e. Par exemple $5 \cdot 10^3$:

5e3
5000.0

Python est aussi une calculatrice

Langage Python : Assignations et calculs

Les symboles de variables (pas de caractères spéciaux) :
longueur = 2
largeur = 3
longueur * largeur
6

Les symboles de variables (distinctions majuscules/minuscules) :
Longueur = 4
largeur = 3
longueur * largeur
6

Les symboles de variables suivent des règles :

Uniquement des lettres, des nombres et _
Distinction majuscules et minuscules
Pas d'accent
Pas de caractère blanc
Pas de caractères spéciaux

Tout en majuscules pour les constantes

longueur_totale3 = 45.67

C = 3e8

Langage Python : Les fonctions mathématiques

Notation mathématique	Notation Python	Remarques
$y=e^x$	`y = math.exp(x)`	
$y=\|x\|$	`y = abs(x)`	Pas de math.
$y=\sqrt{x}$	`y = math.sqrt(x)`	
$y=x^z$	`y = math.pow(x,z)`	
$y=\ln(x)$	`y = math.log(x)`	
$y=\log(x)$	`y = math.log10(x)`	
$a=2\cdot\pi$	`a = 2 * math.pi`	Pas de parenthèses
$a=\arctan(y/x)$ avec $a\in]-\pi/2;+\pi/2[$	`a = math.atan(y/x)`	`a` en radians. Cf. atan2
$a=\arctan(y/x)$ avec $a\in[-\pi;+\pi]$	`a = math.atan2(y,x)`	Préférable à atan
$a=\arcsin(z)$ avec $a\in[-\pi/2;+\pi/2]$	`a = math.asin(z)`	`a` en radians
$a=\arccos(z)$ avec $a\in[0;+\pi]$	`a = math.acos(z)`	`a` en radians

importer le module des fonctions mathématiques

abs est une fonction "built-in"

```
import math
```

Langage Python : Affichage à la console

Formatage de chaîne de caractères

Script Python	Résultat affiché dans la console
`a = 2` `print( f"valeur = {a}" )`	`valeur = 2`

Script Python	Résultat affiché dans la console

`a = 2`
`b = 3`
`print( f"valeurs = {a} et {b}" )`
	`valeurs = 2 et 3`

Formatage des colonnes

Script Python	Résultat affiché dans la console

`a = 2`
`b = 3000`
`print("123456789")`
`print( f"{a:6}" )`
`print( f"{b:6}" )`
	`123456789`
	`     2`
	`  3000`

Script Python	Résultat affiché dans la console

`import math`
`a = math.pi`
`print("123456789 123456789")`
`print( f"{a:10.3f}" )`
`print( f"{a:10.8f}" )`
	`123456789 123456789`
	`     3.142`
	`3.14159265`

Script Python	Résultat affiché dans la console

`print("123456789")`
`temperature = 3.6734`
`print( f"{temperature:+6.1f}" )`
`temperature = -12.078`
`print( f"{temperature:+6.1f}" )`
	`123456789`
	`  +3.7`
	`-12.1`

Le langage Python

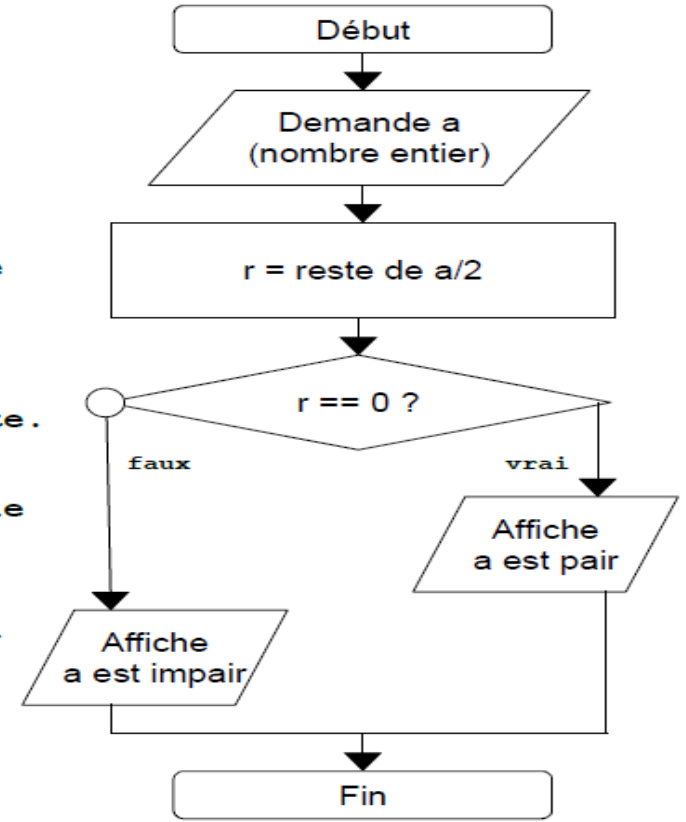
Programmer les séquences alternatives

Langage Python : Séquence alternative (if, else)

Cahier des charges

```
Demande une valeur a
a entière.

Calcule le reste de la
division euclidienne de
a par 2.

Teste la valeur du reste.

Affiche a est pair si le
reste vaut 0.

Affiche a est impair si
le reste ne vaut pas 0.
```

Organigramme

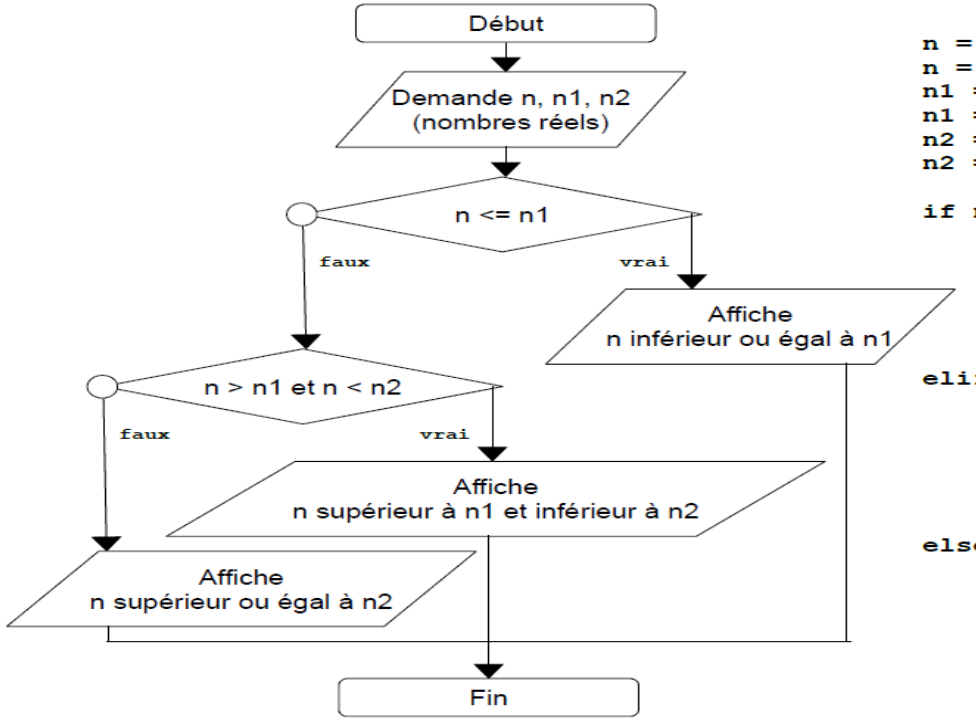


Code source (Python)

```
a = input("Entrer a ")
a = int(a)

r = a % 2

if r == 0 :

    print( f"{a} est pair" )

else :

    print( f"{a} est impair" )
```

Langage Python : Séquence alternative (if, elif, else)

Cahier des charges : Au lancement du code exécutable on demande un nombre n et deux autres nombres n1 et n2. On affiche des commentaires différents en fonction du test n<=n1, n1<n<n2 ou n>=n2.

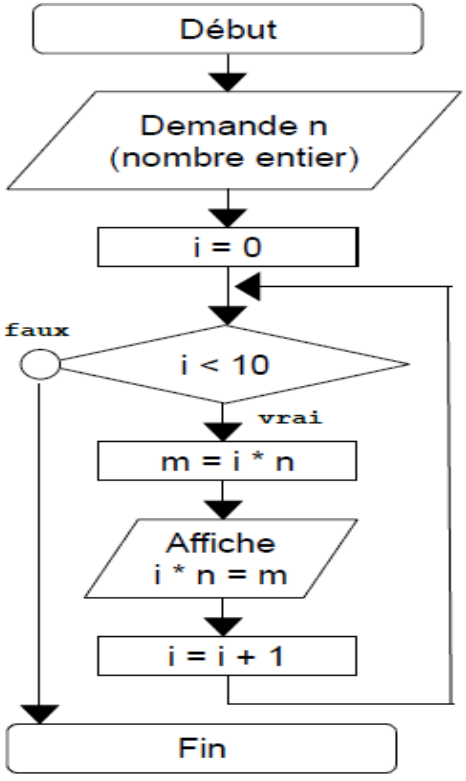



```
n = input("Entrer n ")
n = float(n)
n1 = input("Entrer n1 ")
n1 = float(n1)
n2 = input("Entrer n2 ")
n2 = float(n2)

if n <= n1 :

    print( f"{n} inférieur ou égal à {n1}" )

elif (n > n1) and (n < n2) :

    print( f"{n} supérieur à {n1} et inférieur à {n2}" )

else :

    print( f"{n} supérieur ou égal à {n2}" )
```

Le langage Python

Programmer les séquences répétitives

Langage Python : Séquence répétitive (for et while)



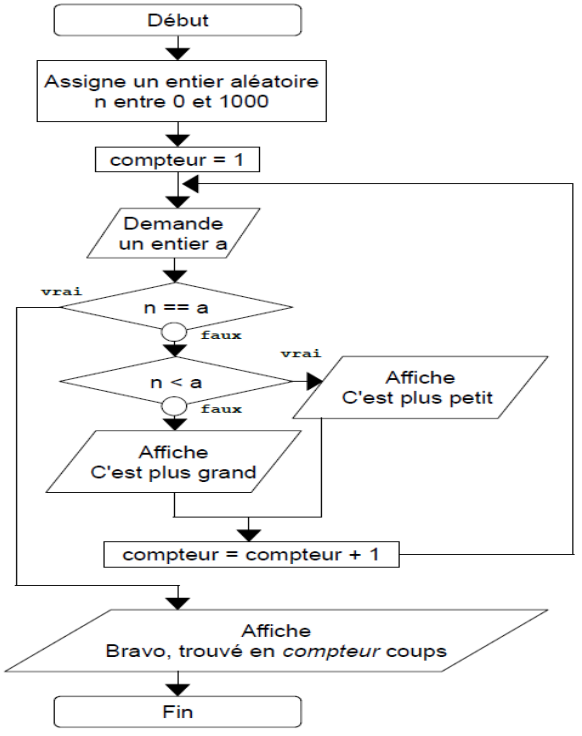

```
# Utilisation d'une boucle for

n = input("Entrer n ")
n = int(n)



for i in range(0, 11, 1):

    m = i*n

    print( f"{i} * {n} = {m}" )
```

```
# Utilisation d'une boucle while

n = input("Entrer n ")
n = int(n)

i = 0


while i <= 10:

    m = i*n

    print( f"{i} * {n} = {m}" )

    i = i + 1
```

Langage Python : Séquence répétitive (boucle infinie)

On entre dans une boucle sans savoir quand on va la quitter.

Exemple du jeu du "plus ou moins" :
Au départ, le programme tire au sort un nombre secret entre 0 et 1000.
On demande à l'utilisateur d'entrer des nombres jusqu'à ce qu'il trouve le nombre secret.
A chaque échec, on indique si le nombre secret est plus grand ou plus petit.
Une fois qu'il a trouvé, on indique à l'utilisateur combien de coups il a utilisés.



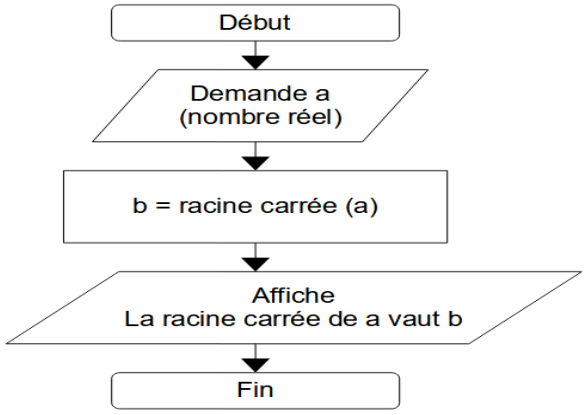

```
import random

n = random.randrange(0,1001,1)


compteur = 1

while True:

    a = input( "Entrer un nombre " )
    a = int(a)

    if n == a:
        break


    elif n < a:
        print( "C'est plus petit" )

    else:
        print( "C'est plus grand" )



    compteur = compteur + 1



print( f"Bravo, trouvé en {compteur} coups" )
```

Le langage Python

Résumons les syntaxes des séquences alternatives et répétitives

Les séquences algorithmiques et la syntaxe Python

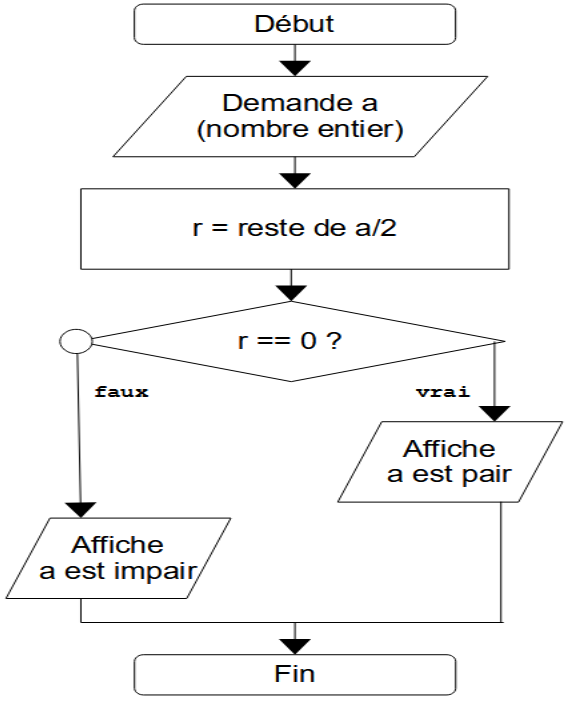
Séquence linéaire



import
input
print

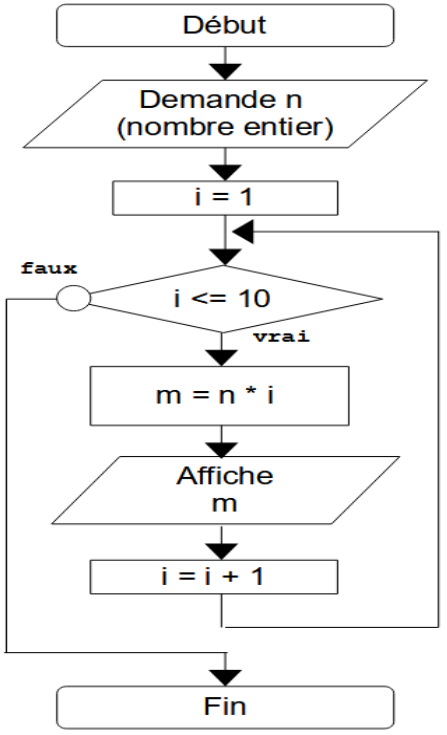
assignations (a = 12)
opérations (b = a + 10)

Séquence alternative



if
elif
else

Séquence répétitive



for, range
while
break

Langage Python : Les indentations (les décalages)

Python est très rigoureux sur l'utilisation des indentations. Source d'erreurs !

```
n = input("Entrer n ")
n = float(n)
n1 = input("Entrer n1 ")
n1 = float(n1)
n2 = input("Entrer n2 ")
n2 = float(n2)

if n <= n1 :

    print( f"{n} inférieur ou égal à {n1}" )

elif (n > n1) and (n < n2) :

    print( f"{n} supérieur à {n1} et inférieur à {n2}" )

else :
    print( f"{n} supérieur ou égal à {n2}" )
```

1 niveaux — 2 — ceci est un bloc

```
# Utilisation d'une boucle for


n = input("Entrer n ")
n = int(n)

for i in range(0, 11, 1):

    m = i*n
    print( f"{i} * {n} = {m}" )
```

1 niveaux — 2 — ceci est un bloc

```
# Utilisation d'une boucle while


n = input("Entrer n ")
n = int(n)


i = 0

while i <= 10:

    m = i*n
    print( f"{i} * {n} = {m}" )
    i = i + 1
```

1 niveaux — 2 — ceci est un bloc

Indenter lorsqu'une ligne se termine par le symbole : (if, elif, else, for, while, …)
Une indentation est un décalage d'un "tab" ou de 4 espaces.

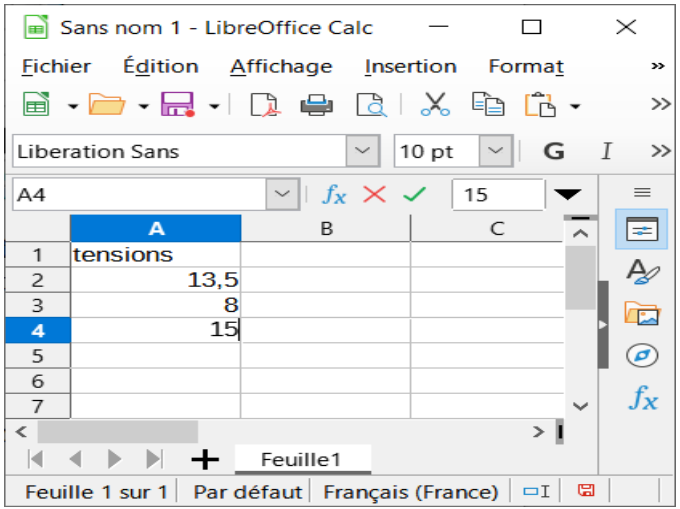
L'indentation démarre un bloc
La fin d'indentation signale la fin du bloc

Le langage Python

Les listes
Les array de Numpy

Langage Python : Les listes

TABLEUR



PYTHON

tensions = [13.5, 8, 15]

Les crochets [ ].
La virgule sert à séparer les éléments de la liste.

Accès à un seul élément de la liste en indiquant son indice :

tensions[0]
13.5

Les indices démarrent à zéro en Python.

Accès à plusieurs éléments de la liste en indiquant les indices début et fin :

tensions[0:2]
[13.5, 8]

L'indice de fin est exclu.

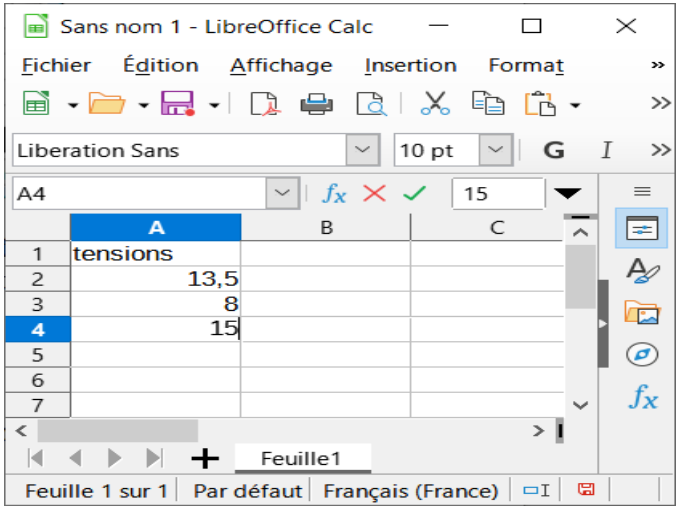
Créer une liste vide et ajouter des éléments un par un :

tensions = [ ]

tensions.append(13.5)
tensions.append(8)
tensions.append(15)

Langage Python : Les listes et les séquences répétitives

TABLEUR



PYTHON

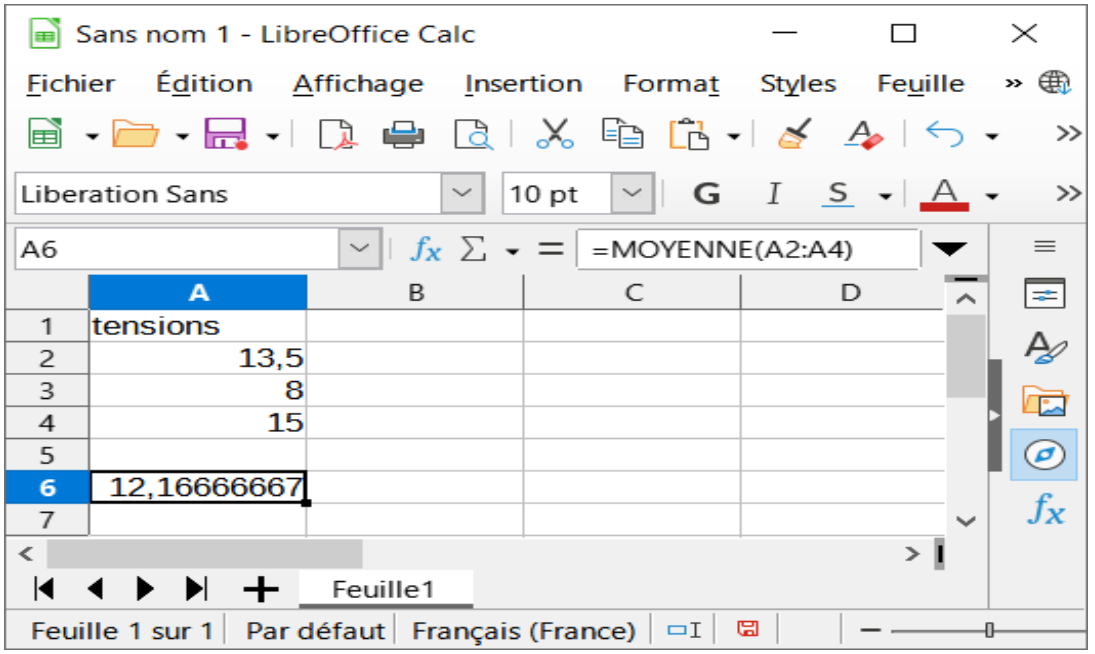
Utilisation de append dans une boucle infinie:

```
tensions = [ ]

while True:

    tension = input( "Entrer une valeur " )
    tension = float(tension)

    tensions.append(tension)

    reponse = input( "Continuer à entrer une autre valeur ? (o/n)" )

    if reponse == "n":
        break
```

En sortie du programme on a une liste de valeurs entrées au clavier.

Langage Python : Calculs avec les listes (moyenne)

TABLEUR



PYTHON

1) Créer la liste des valeurs:

tensions = [13.5, 8, 15]

2) Transformer la liste Python en array de la bibliothèque numpy :

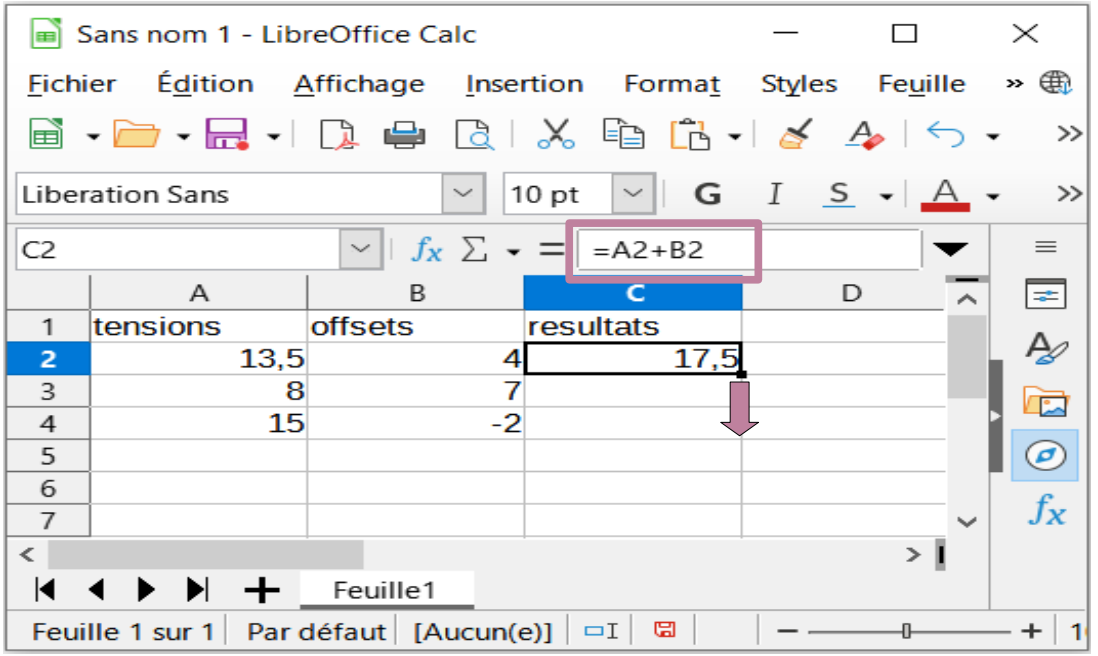
import numpy as np
tensions = np.array(tensions)

3) Calculer la moyenne avec l'array

np.mean(tensions)
12.166666666666666

Langage Python : Somme de deux listes

TABLEUR



PYTHON

1) Créer les deux liste :

tensions = [13.5, 8, 15]
offsets = [4, 7, -2]

2) Transformer les listes Python en array de la bibliothèque numpy :

import numpy as np
tensions = np.array(tensions)
offsets = np.array(offsets)

3) Calculer la somme des array :

resultats = tensions + offsets

4) Afficher les valeurs de array resultats :

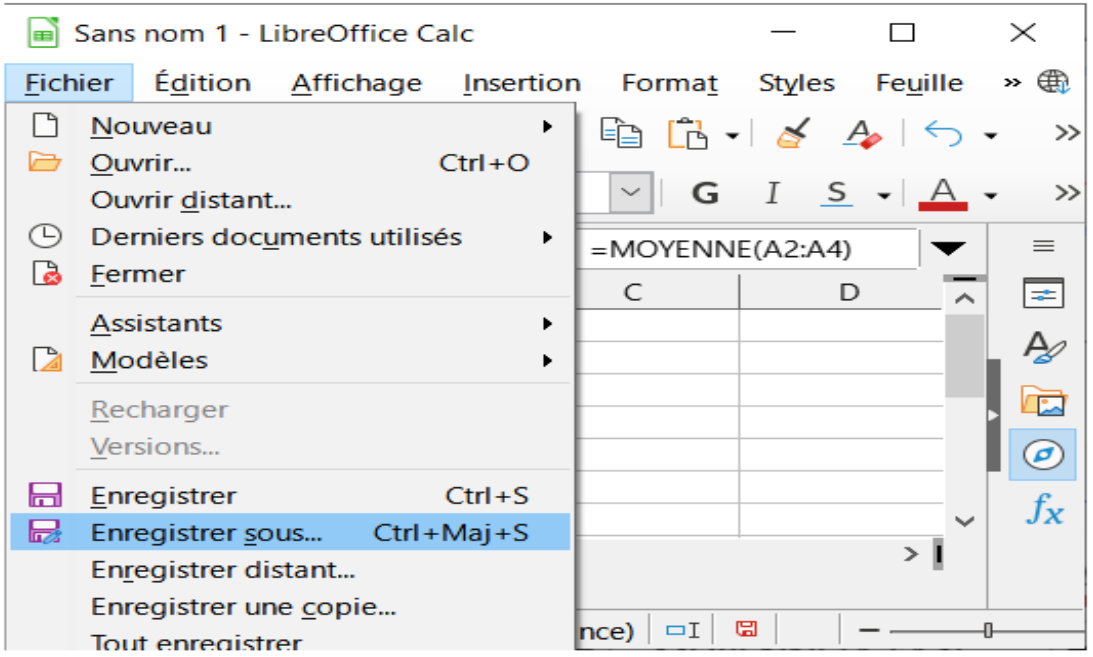
resultats
array([17.5, 15. , 13.])

5) Transformer un array en liste :

list(resultats)
[17.5, 15.0, 13.0]

Langage Python : Enregistrer un fichier avec une liste

TABLEUR



PYTHON

1) Créer la liste des valeurs:

tensions = [13.5, 8, 15]

2) Transformer la liste Python en array de la bibliothèque numpy :

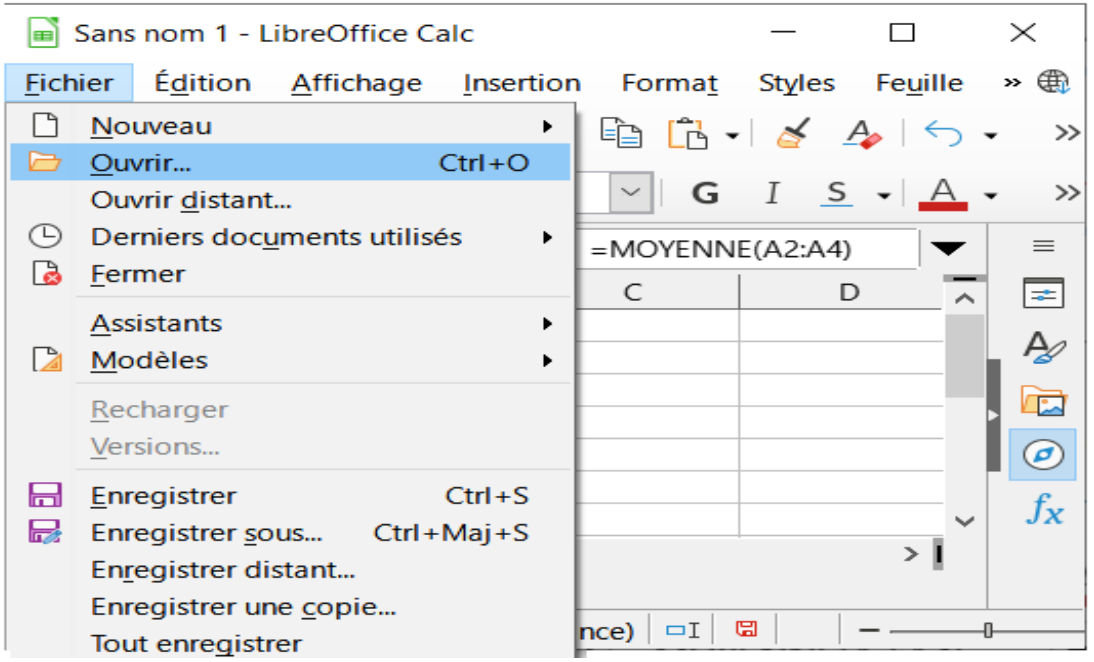
import numpy as np
tensions = np.array(tensions)

3) Enregistrer l'array dans un fichier texte

np.savetxt("data.txt" , tensions)

Langage Python : Lire un fichier vers une liste

TABLEUR



PYTHON

1) Lire l'array depuis un fichier texte

tensions = np.loadtxt("data.txt")

Langage Python : Générer un array de valeurs régulièrement espacées

Générer un array de tous les nombres entiers entre 0 et 20:

xs = np.linspace(0, 20, 21)
xs
array([0., 1., 2., 3., 4., 5., 6., 7., 8., 9., 10., 11., 12., 13., 14., 15., 16., 17., 18., 19., 20.])

Générer un array de 1000 nombres régulièrement espacés en échelle linéaire entre 0 et 20:

xs = np.linspace(0, 20, 1000)
xs
array([0.   , 0.02002002, 0.04004004, 0.06006006, 0.08008008,
        0.1001001 , 0.12012012, 0.14014014, 0.16016016, 0.18018018,
        …
       19.81981982, 19.83983984, 19.85985986, 19.87987988, 19.8998999 ,
       19.91991992, 19.93993994, 19.95995996, 19.97997998, 20.   ])

Générer un array de 9 nombres régulièrement espacés en échelle logarithmique entre 1 et 100:

xs = np.logspace(0, 2, 9)
xs
array([1.   ,   1.77827941,   3.16227766,   5.62341325,
        10.   , 17.7827941 , 31.6227766 , 56.23413252,
       100.   ])

Interpréter le 0 pour $10^0 = 1$ et le 2 pour $10^2 = 100$.
L'échelle log est utile pour les calculs de diagrammes de Bode en électronique.

Le langage Python

Les graphiques avec Matplotlib

Langage Python : Affichage graphique avec deux arrays

La librairie Matplotlib permet d'afficher des courbes de données scientifiques facilement.

Premier exemple simple : $y = 4 \cdot e^{-x/5}$

Langage Python : Affichage graphique avec deux arrays

La librairie Matplotlib permet d'afficher des courbes de données scientifiques facilement.

Premier exemple simple : $y = 4 \cdot e^{-x/5}$

Générer un array xs de tous les nombres entiers entre 0 et 10:

```
import numpy as np
xs = np.linspace( 0, 10, 11)
xs
array([ 0.,  1.,  2.,  3.,  4.,  5.,  6.,  7.,  8.,  9., 10.])
```

Langage Python : Affichage graphique avec deux arrays

La librairie Matplotlib permet d'afficher des courbes de données scientifiques facilement.

Premier exemple simple : $y = 4 \cdot e^{-x/5}$

Générer un array xs de tous les nombres entiers entre 0 et 10:

```
import numpy as np
xs = np.linspace( 0, 10, 11)
xs
array([ 0.,  1.,  2.,  3.,  4.,  5.,  6.,  7.,  8.,  9., 10.])
```

Générer un array ys correspond à l'équation :

```
ys = 4 * np.exp(-xs/5)
ys
array([4.        , 3.27492301, 2.68128018, 2.19524654, 1.79731586,
       1.47151776, 1.20477685, 0.98638786, 0.80758607, 0.66119555,
       0.54134113])
```

Langage Python : Affichage graphique avec deux arrays

La librairie Matplotlib permet d'afficher des courbes de données scientifiques facilement.

Premier exemple simple : $y = 4 \cdot e^{-x/5}$

Générer un array xs de tous les nombres entiers entre 0 et 10:

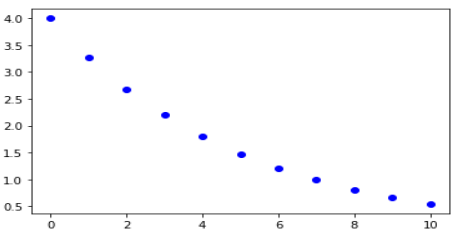
```
import numpy as np
xs = np.linspace( 0, 10, 11)
xs
array([ 0.,  1.,  2.,  3.,  4.,  5.,  6.,  7.,  8.,  9., 10.])
```

Générer un array ys correspond à l'équation :

```
ys = 4 * np.exp(-xs/5)
ys
array([4.        , 3.27492301, 2.68128018, 2.19524654, 1.79731586,
       1.47151776, 1.20477685, 0.98638786, 0.80758607, 0.66119555,
       0.54134113])
```

Afficher le graphique de y en fonction de x:

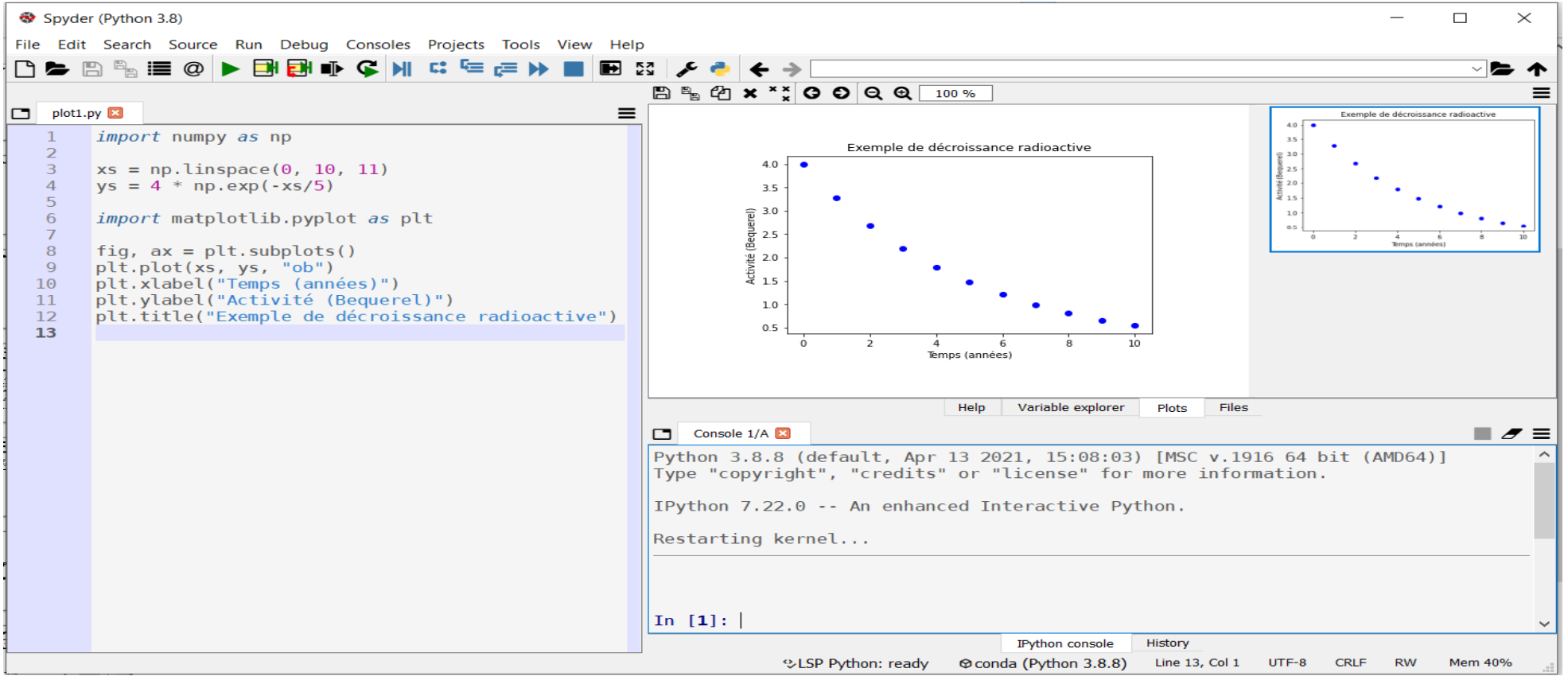
```
import matplotlib.pyplot as plt
fig, ax = plt.subplots()
plt.plot(xs, ys, "ob")
```



Langage Python : Affichage graphique avec deux arrays

On montre ici comment ajouter les indications sur les axes et donner un titre au graphique

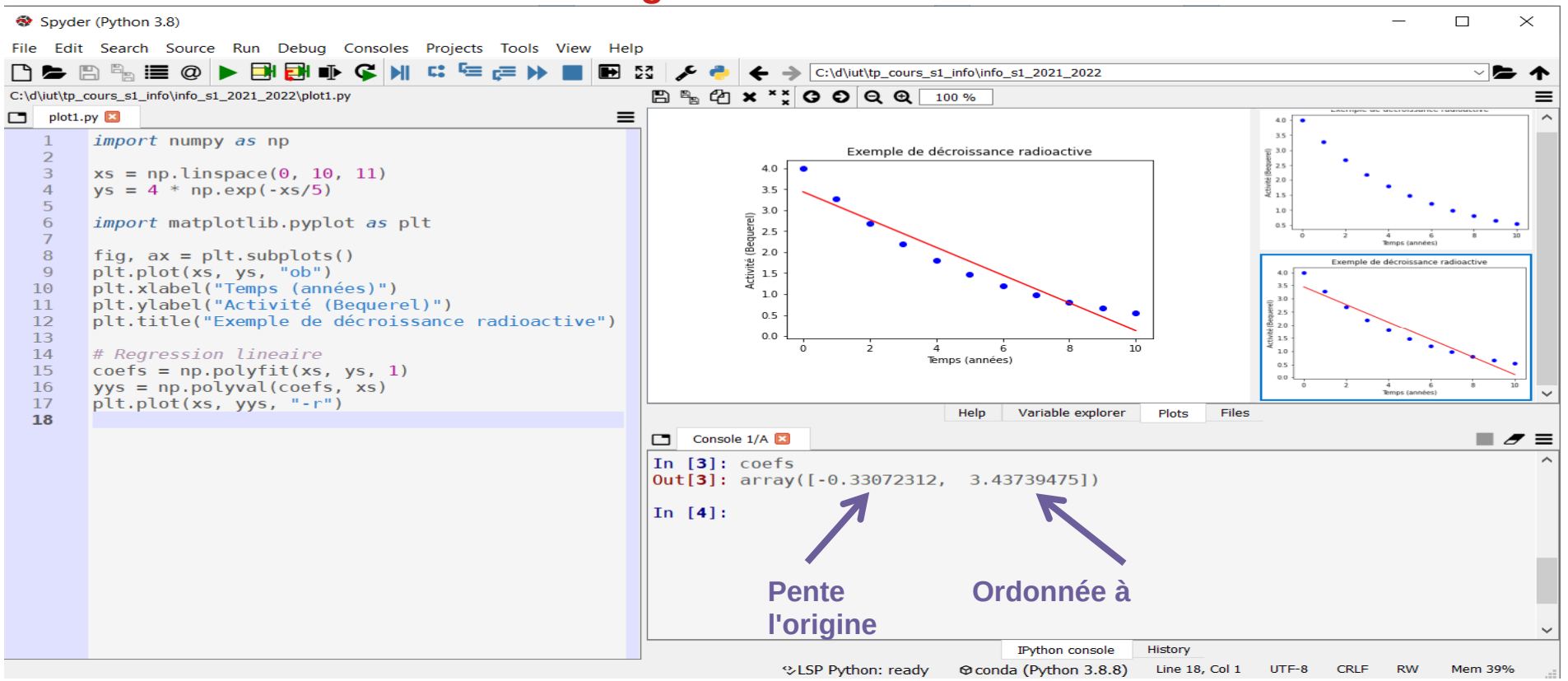
Améliorations du premier exemple



Langage Python : Affichage graphique avec deux arrays

On montre ici comment calculer une régression linéaire et superposer l'ajustement aux points

Régression linéaire



Le langage Python

Ajouter un package