Partie 2 : Algorithmique & Programmation

TP 2 – Découverte des listes - Tracer de courbes

Compétences

ANALYSER ET MODÉLISER un problème, une situation :
- *Alg – C2* : modifier un algorithme existant pour obtenir un résultat différent ;
- *Alg – C3* : concevoir un algorithme répondant à un problème précisément posé ;
- *Ing – C3* : utiliser les bibliothèques de calcul standard ;
- *Ing – C4* : utiliser les bibliothèques standard pour afficher les résultats sous forme graphique.

1 Découverte des listes

Taper dans le shell les commandes suivantes :

```python
>>> t=[3,5,-4]
>>> type(t)
>>> t.append(7)
>>> print(t)
>>> print(t[1])
>>> len(t)
>>> t.append(-2)
>>> print(t)
>>> len(t)
%>>> 10 in t
>>> t[2]=10
>>> print(t)
%>>> 10 in t
```

Question 1
- *À quoi sert la méthode* `.append` *appliquée à une liste ?*
- *À quoi sert la fonction* `len()` *?*
- *Comment modifier le premier terme d'une liste ?*

2 Courbe polaire d'un profil d'aile d'avion

La figure 1 illustre une expérience aérodynamique réalisée en soufflerie, dont le but est d'évaluer les performances d'un profil d'aile d'avion. Des capteurs d'efforts mesurent la valeur de la portance et de la trainée pour différents angles d'incidence. Les valeurs mesurées sont données dans le tableau 1.

incidence (°)	-9	-6	-3	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
trainée (N)	7	5	4	3	3	4	5	7	10	13	16	18	19	20
portance (N)	-20	-18	0	13	37	47	60	74	83	90	87	80	75	52

TABLE 1 – Résultats des mesures aérodynamiques

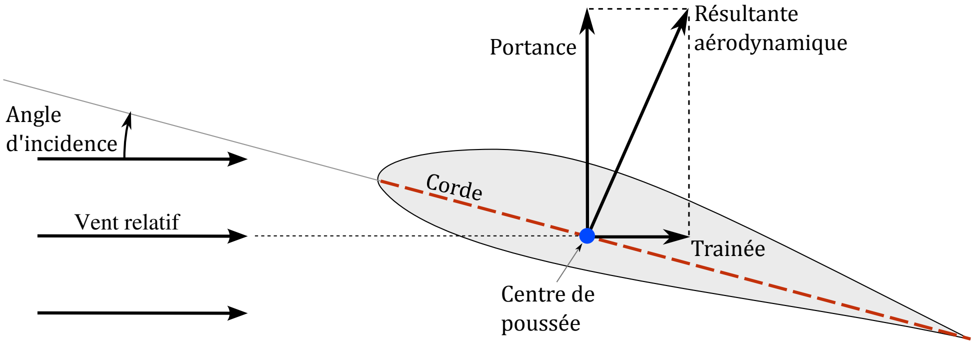


FIGURE 1 – Essai aérodynamique en soufflerie

Question 1 *Écrire un programme permettant de créer une liste notée* `incidence`*, formée par les 14 premiers termes d'une suite arithmétique de valeur initiale -9 et de raison 3. On utilisera pour cela une boucle. Vérifier ensuite que la liste* `incidence` *vaut bien [-9,-6,-3,...,27,30]*

Taper le programme suivant :

```python
import matplotlib.pyplot as plt            #bibliothèque de tracés graphiques
trainee=[7,5,4,3,3,4,5,7,10,13,16,18,19,20]
portance=[-20,-18,0,13,37,47,60,74,83,90,87,80,75,52]
plt.plot(trainee,portance)
plt.show()
```

Remarque

La courbe obtenu est appelée *polaire* d'un profil. C'est une courbe paramétrique représentant l'évolution de la portance et de la trainée en fonction de l'angle d'incidence.

Question 2 *En aérodynamique, la finesse f est définie par le quotient $f = \dfrac{portance}{trainée}$. Construire une nouvelle liste notée* `finesse` *à partir des listes* `portance` *et* `trainee`*, donnant la valeur de la finesse pour chaque angle d'incidence.*

Question 3 *Réaliser le programme permettant de déterminer la finesse est maximale.*

Question 4 *Déterminer l'angle d'incidence pour lequel la finesse est maximale. C'est cet angle d'incidence qui permet de planer le plus loin possible, en cas de panne moteur sur un avion par exemple.*

3 Courbe représentative d'une fonction $y = f(x)$

On souhaite à présent tracer la courbe $\mathscr{C}$ représentative de la fonction $f(x) = \sin x$ pour x compris entre 0 et 4π. Pour cela, nous allons créer deux listes notées `x` et `y`, comprenant respectivement les abscisses et ordonnées de points situés sur la courbe $\mathscr{C}$.

Afin d'importer des fonctions mathématiques, taper dans le shell ou dans votre fichier les lignes suivantes :

```python
>>> from math import sin,pi
```

Question 1 *Réaliser le programme permettant de créer une liste x de 10 nombres compris entre 0 et 4π.*

Question 2 *Quel est le résultat ? Proposer un programme permettant de construire une liste* `y` *à partir de la liste* `x` *précédente, de telle sorte que* `y[i]=sin(x[i])`

Remarque

La fonction `len(x)` renvoie le nombre de termes d'une liste `x`

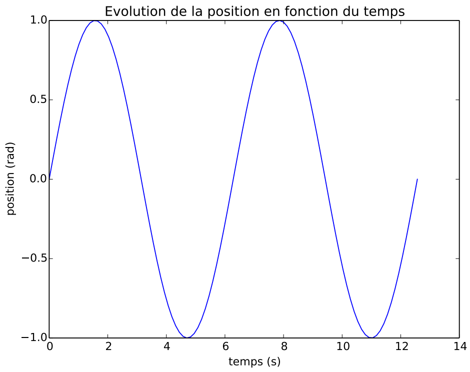
Taper ensuite les commandes :

```
>>> plt.plot(x,y)
>>> plt.show()
```

Question 3 *Quel problème constatez-vous sur la courbe obtenue ? Proposer une solution pour y remédier.*

Question 4 Nous allons à présent ajouter un titre au graphique et des étiquettes sur les axes. Taper le programme suivant dans l'éditeur de texte et l'exécuter :

```
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
from math import sin
x=np.linspace(0,4*pi,100)
y=[]
for i in range(len(x)) :
        y.append(sin(x[i]))
plt.plot(x,y)
plt.title("Evolution de la position en fonction du temps")
plt.xlabel("temps (s)")
plt.ylabel(" position (rad)")
plt.show()
```



4 Courbe paramétrique

Soit la courbe représentée par les équations paramétriques suivantes :

$$\forall t \in [0, 2\pi] \begin{cases} x(t) = 5\cos t \\ y(t) = \sin t \end{cases}$$

Question 1 *Tracer la courbe. De quel type de courbe s'agit-il ?*

python

Ajouter ensuite la commande suivante, juste avant `plt.show()` :

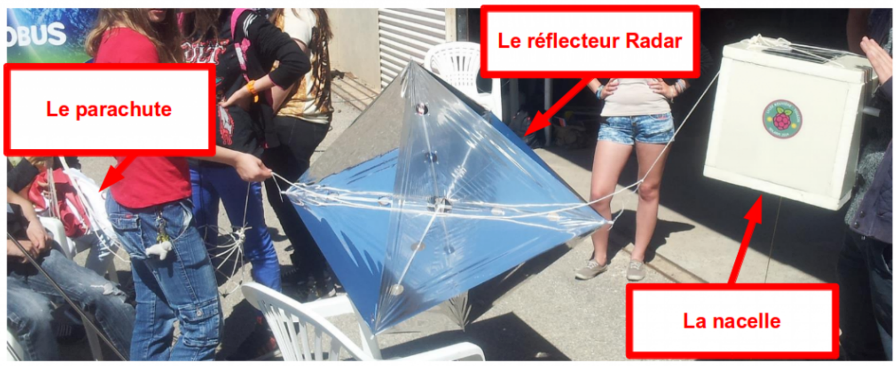
```
plt.axis("equal")
```

Question 2 *Quel est le rôle de cette commande ?*

5 Le projet Solar-Pi

5.1 Présentation

Le projet Solar-Pi est développé au lycée Rouvière en BTS Systèmes numériques. C'est un ballon-sonde destiné à relever des informations sur la composition de l'atmosphère à très haute altitude (30 km), pouvant également transmettre des photos en temps réel par VHF. La nacelle est équipée d'un nano-ordinateur Raspberry Pi (Les détails du projet sont disponibles à l'adresse http ://www.btssn.net/)



Dans le cadre de ce projet, les étudiants ont besoin de prévoir différents paramètres de l'atmosphère pour concevoir au mieux leur système, par exemple :
- la température et l'humidité à laquelle seront soumis les capteurs et les batteries
- le risque de givrage (objectif de l'appareil photo et des capteurs)
- la pression de l'air (choix d'un capteur qui puisse couvrir toute la plage de mesure)
- la masse volumique de l'air (influence sur la poussée d'Archimède et donc sur l'altitude maximale)

Objectifs

Le but de notre étude est de créer un programme en Python qui permette de prévoir la quantité d'hélium à introduire dans le ballon pour atteindre l'altitude de 30 km. Pour cela, nous utiliserons les données de l'atmosphère type Organisation de l'Aviation Civile Internationale (OACI) décrites ci-dessous.

5.2 Atmosphère type OACI

L'atmosphère standard est constitué de couches successives :
- entre 0 et 11 km : la troposphère. La température vaut 15°C au niveau de la mer, et baisse régulièrement de 6,5°C par km.
- entre 11 et 20 km : la tropopause. La température y reste constante.
- entre 20 et 32 km : la stratosphère inférieure. La température y augmente régulièrement de 1°C par km.

- entra 32 et 47 km : la stratosphère supérieure. La température y augmente régulièrement de 2,8°C par km.
- les étages supérieurs ne sont pas étudiés.

Remarque

La température augmente en fonction de l'altitude dans la stratosphère, en raison de la présence d'ozone qui filtre les rayons UV du soleil.

5.3 Évolution de la température en fonction de l'altitude

Question 1 *Écrire un programme Python qui créé une liste notée* `temperature`*, contenant la température en kelvin pour chaque altitude entière (en mètre). Par exemple,* `temperature[23500]` *sera la température à l'altitude de 23500 mètres. Cette liste devra couvrir toutes les altitudes allant de 0 à 47000 m, elle contiendra donc 47001 termes.*

Question 2 *Tracer la courbe de l'évolution de la température en fonction de l'altitude (en km). Quelles sont les valeurs extrêmes de la température entre 0 et 47 km d'altitude ?*

Remarque

Toutes les courbes tracées doivent comporter un titre, et une étiquette sur chaque axe (abscisse et ordonnée) précisant les unités des grandeurs.

5.4 Évolution de la pression et de la masse volumique de l'air

$\rho(z)$ représente la masse volumique de l'air. g représente l'accélération de la pesanteur, supposée indépendante de l'altitude.

Question 3 *Justifier que si la pression vaut $p(z)$ à l'altitude z, alors à l'altitude $z+\Delta z$ elle sera proche de :*

$$p(z+\Delta z)=p(z)-\rho(z)g\Delta z$$

Question 4 *La masse volumique de l'air, quant à elle, vérifie la loi des gaz parfaits : $p=\rho r T$ dans laquelle r représente la constante spécifique de l'air ($r=287$ J.kg^{-1}.K^{-1}). Justifier que dans ces conditions, on peut construire deux listes, notées* `pression` *et* `masseVolumique`*, par le pseudo-code suivant :*

Pseudo Code

Data : $r=287$ $Z_{\max}=47000$ $g=9.81$
$T\leftarrow$ liste crée dans la question 1
$P\leftarrow$ [pression atmosphérique au niveau de la mer]
$\rho\leftarrow$ [masse volumique de l'air au niveau de la mer]
$i\leftarrow 0$
tant que $i<Z_{max}$ **faire**
  $P[i+1]\leftarrow P[i]-\rho[i]g$
  $\rho[i+1]\leftarrow \dfrac{P[i+1]}{rT[i+1]}$
  $i\leftarrow i+1$
fin

Ainsi, par exemple, le terme `pression[32800]` donnera la pression atmosphérique à l'altitude de 32800 m. Le terme `masseVolumique[12400]` donnera la masse volumique de l'air à l'atitude de 12400 m.

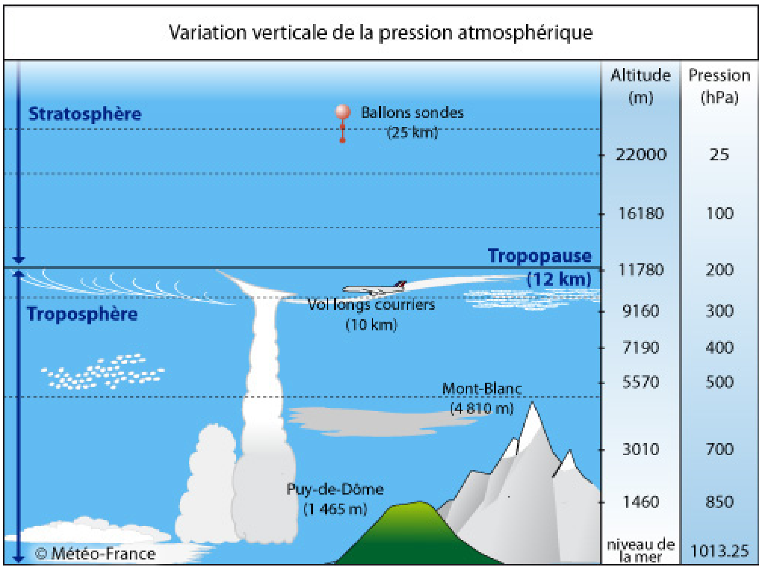


FIGURE 2 – Données atmosphériques selon Météo-France

Question 5 *Tracer l'évolution de la pression atmosphérique en fonction de l'altitude, pour une altitude comprise entre 0 et 47 km. Comparer vos résultats avec ceux fournis par Météo-France sur la figure 2.*

python

Voici comment créer plusieurs figures dans un même programme :

```
plt.figure(1)
plt.plot(x1,y1)

plt.figure(2)
plt.plot(x2,y2)

plt.figure(3)
plt.plot(x3,y3)

plt.show()
```

Exploitation des résultats

Question 6 *Le ballon sonde doit atteindre l'altitude de 30 km au minimum. Quelle est la pression, la température et la masse volumique de l'air à cette altitude ?*

Question 7 *Si la masse de l'ensemble volant est de $M = 2,5$ kg, quel doit être le volume minimal du ballon pour pouvoir atteindre l'altitude de 30 km ?*

Remarque

- On supposera que le ballon n'est soumis qu'à deux forces : son poids et la poussée d'Archimède.
- Le ballon étant élastique, son volume change en fonction de la pression atmosphérique. Il s'agit dans cette question de son volume à l'altitude de 30 km.

Question 8 *L'hélium vérifie la loi des gaz parfaits :*

$$P = \rho \, r_{He} \, T \qquad avec \; r_{He} = 2077 \; J.kg^{-1}.K^{-1}$$

En déduire la masse d'hélium que doit contenir le ballon pour atteindre l'altitude de 30 km.
Quel volume cela représente-t-il au sol ?

Remarque

On supposera dans cette question que la pression et la température s'équilibrent à tout instant entre l'intérieur et l'extérieur du ballon. Cette hypothèse est pertinente au vu de la faible épaisseur de la paroi du ballon, et de la lenteur de son évolution dans l'atmosphère.