

TD Info n°6

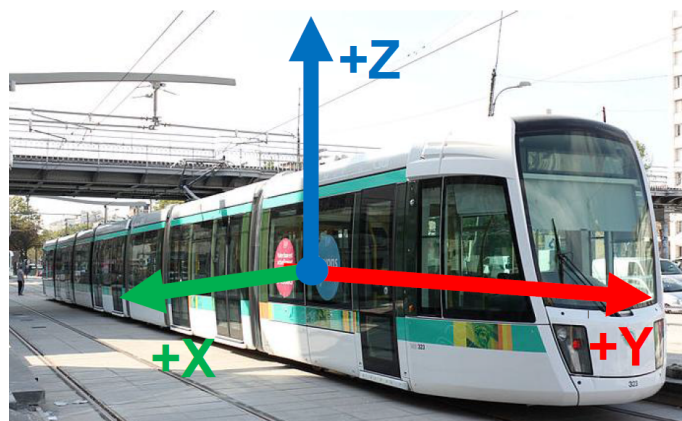
TRAITEMENT DES DONNÉES D'UN ACCÉLÉROMÈTRE

Problématique

Déterminer le mouvement (trajectoire et déplacement) d'un tramway à partir de mesures réalisées par un accéléromètre.

Recommandations

- Il est interdit de dépasser des cadres réponses
- Une mauvaise indentation sera sanctionnée
- Faites attention à la lisibilité de vos réponses



Les mesures ont été réalisées à l'aide d'un téléphone portable. Le téléphone portable est tenu par un passager de la façon suivante :

- le vecteur +Y orienté dans le sens du mouvement
- le vecteur +Z s'oppose à la pesanteur
- le vecteur +X est par conséquent orienté « latéral droit »



1 Tracés des accélérations

Le capteur du téléphone portable fournit un fichier texte de points de mesure organisé de la manière suivante :

- la première ligne indique le nom de mesure des colonnes
- la première colonne est le temps en millisecondes
- la deuxième colonne est le temps en secondes
- la troisième colonne est l'accélération latérale (selon \vec{x}) en centièmes de g (accélération de pesanteur, on prendra $g = -9.81 m \cdot s^{-2}$)
- la quatrième colonne est l'accélération latérale (selon \vec{x}) en g
- la cinquième colonne est l'accélération longitudinale (selon \vec{y}) en centièmes de g
- la sixième colonne est l'accélération longitudinale (selon \vec{y}) en g
- la septième colonne est l'accélération selon \vec{z} en g

tramway.txt - Bloc-notes						
Fichier	Edition	Format	Affichage	?		
	temps	x	y	z		
2	0,002	-4	-0,04	3	0,03	0,98
52	0,052	0	0	-1	-0,01	1,01
102	0,102	-1	-0,01	1	0,01	0,99
152	0,152	-1	-0,01	1	0,01	0,97
203	0,203	-1	-0,01	1	0,01	0,99
253	0,253	-2	-0,02	2	0,02	1,02
302	0,302	-2	-0,02	2	0,02	1
352	0,352	-2	-0,02	1	0,01	1
403	0,403	-1	-0,01	2	0,02	0,99
453	0,453	-1	-0,01	3	0,03	1
503	0,503	-1	-0,01	2	0,02	0,99
553	0,553	-1	-0,01	3	0,03	0,99
603	0,603	-1	-0,01	3	0,03	0,99
654	0,654	3	0,03	0	0	1,01
704	0,704	2	0,02	1	0,01	1,01
754	0,754	-1	-0,01	1	0,01	1
804	0,804	1	0,01	0	0	1,01
854	0,854	-1	-0,01	3	0,03	1
905	0,905	-1	-0,01	3	0,03	1
955	0,955	-1	-0,01	2	0,02	1,01
1004	1,004	-1	-0,01	1	0,01	0,99
1054	1,054	-3	-0,03	2	0,02	0,98
1105	1,105	-2	-0,02	2	0,02	1,01

Objectifs

L'objectif de cette partie est de tracer les accélérations longitudinale et latérale mesurées pour en déduire la trajectoire du tramway.

L'extraction des mesures dans des listes est réalisée de la manière suivante :

```
# comptage du nombre de ligne
fichier = open('tramway.txt', 'r') # Ouverture d'un fichier en lecture :
lecture = fichier.readlines()
nb_lignes = len(lecture)
fichier.close() # Fermeture du fichier

# extraction des données utiles
fichier = open('tramway.txt', 'r')
fichier.readline() # saut d'une ligne (non prise en compte des intitulés temps,...)

# initialisation des listes
temps=[]
acceleration=[]
accel_lat=[]

for i in range(nb_lignes-2):
    ligne=fichier.readline() # lecture d'une ligne
    ligne=ligne.rstrip("\n\r") # suppression retour chariot
    ligne=ligne.replace(",",".") # changement , en .
    ligne_data=ligne.split("\t") # découpage aux tabulations

# Création des listes
    temps.append(ligne_data[1]) # extraction temps
    acceleration.append(ligne_data[5]) # extraction acceleration longitudinal (selon y)
    accel_lat.append(ligne_data[3]) # extraction acceleration latéral (selon x)

fichier.close() # Fermeture du fichier
```

Question 1 - Compléter, dans le cadre réponse suivant, le programme qui convertit les éléments des listes temps, acceleration et accel_lat en flottant et en $m \cdot s^{-2}$.

```
# CADRE REPONSE
# conversion en flottant et en unité SI
for k in range(len(temps)):
```

```
# Fin du programme
```

Rappel pour tracer une courbe à l'aide de la bibliothèque matplotlib.pyplot :

```
import matplotlib.pyplot as plt
plt.plot(list_x, list_y)
plt.xlabel('grandeur en abscisse') #étiquette des abscisses
plt.ylabel('grandeur en ordonnée') #étiquette des ordonnées
plt.show()
```

Données



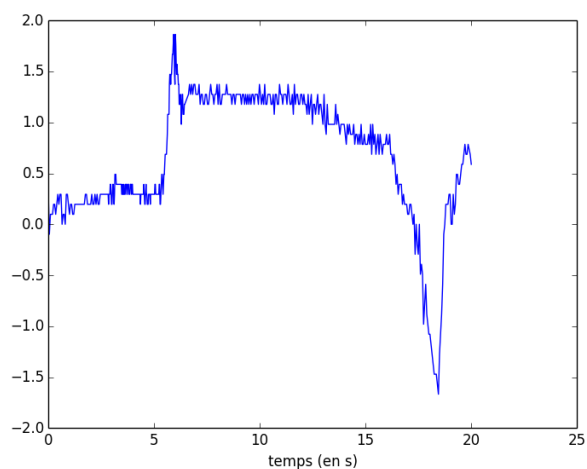
Question 2 - Écrire, dans le cadre réponse suivant, une fonction affiche(L) qui prend en argument une liste L et qui permet d'afficher les éléments de cette listes en fonction de la liste temps (on supposera que ces deux listes ont le même nombre d'éléments).

```
# CADRE REPONSE
def affiche(L):
```

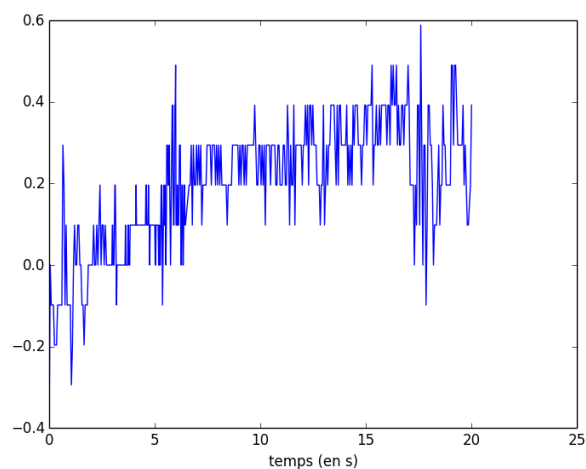
```
# Fin du programme
```



Les tracés des accélérations longitudinale (selon \vec{y}) et latérale (selon \vec{x}) donnent :



accélération longitudinale en $m \cdot s^{-2}$



accélération latérale en $m \cdot s^{-2}$

Question 3 - En déduire quelle trajectoire simple a effectué le tramway



2 Détermination de l'accélération maximale

Objectifs

L'objectif de cette partie est de déterminer l'accélération longitudinale maximale en réalisant deux fonctions récursives qui donnent l'élément maximal suivant les méthodes suivantes :

- la fonction `maxi1` comparera son premier élément au maximum du reste de la liste.
- la fonction `maxi2` comparera le maximum de la première "moitié" de la liste au maximum de la deuxième "moitié"

Données

Rappel : $L[n:p]$ désigne la liste des éléments $(L[n], L[n+1], \dots, L[p-1])$

Question 4 - En respectant la méthode imposée dans les objectifs, compléter, dans le cadre réponse, la fonction **récursive** `maxi1(L)` prenant une liste `L` en entrée et retournant le plus grand des éléments de la liste. Il ne doit pas y avoir d'effet de bord.

CADRE REPONSE

```
def maxi1(L):  
    if len(L)==0:  
        return None  
    elif len(L)==1:  
        return L[0]  
    else :
```

Fin du programme



Données

- une comparaison ou une affectation comptera comme une opération
- un appel à la fonction `return` comptera comme une opération
- une affectation comptera comme une opération

Question 5 - On note n la longueur de la liste `L`. Déterminer la relation de récurrence entre la complexité au rang n , noté $C(n)$, et la complexité au rang $n-1$, $C(n-1)$. En déduire l'ordre de la complexité de la fonction `maxi1(L)` (linéaire, exponentielle, logarithmique...).

Réponse 5 -

Données

Rappel : $n//2$ désigne le quotient de la division euclidienne de n par 2

Question 6 - En respectant la méthode imposée dans les objectifs, compléter, dans le cadre réponse, la fonction **réursive** `maxi2(L)` prenant une liste L en entrée et retournant le plus grand des éléments de la liste. Il ne doit pas y avoir d'effet de bord.

CADRE REPONSE

`def maxi2(L):`

Fin du programme



Question 7 - On note n la longueur de la liste L , on supposera que $n = 2^k$. Déterminer la relation de récurrence entre la complexité $C(2^k)$ et $C(2^{k-1})$. En déduire l'ordre de la complexité de la fonction `maxi2(L)` par rapport à n . Comparer à la complexité de `maxi1(L)`.

Réponse 7 -

3 Filtrage des mesures

Le signal de l'accélération étant bruité, on souhaite le filtrer à l'aide d'une moyenne glissante. C'est une moyenne qui au lieu d'être calculée sur l'ensemble des n valeurs d'un échantillonnage, est calculée tour à tour sur chaque sous-ensemble de N valeurs consécutives ($N \leq n$) ; le sous-ensemble utilisé pour calculer chaque moyenne « glisse » sur l'ensemble des données. On appelle N , l'ordre de la moyenne glissante.

Par exemple, le tableau suivant montre les moyennes mobiles simples sur 3 valeurs, pour une série de 9 mesures.

Mesures	2	3	5	8	8	7	8	5	2
Moyennes glissantes	néant	néant	$(2 + 3 + 5)/3$ 3,3333	$(3 + 5 + 8)/3$ 5,3333	$(5 + 8 + 8)/3$ 7	$(8 + 8 + 7)/3$ 7,6666	$(8 + 7 + 8)/3$ 7,6666	$(7 + 8 + 5)/3$ 6,6666	$(8 + 5 + 2)/3$ 5

Une formule permettant de calculer une moyenne mobile est :

$$\bar{x}_n = \frac{1}{N} \sum_{k=0}^{N-1} x_{n-k}$$

Question 8 - Compléter, dans la cadre réponse, la fonction `filtre_mg(L,N)` qui prend en argument une liste `L` ainsi que l'ordre de la moyenne glissante `N` et qui retourne la liste `L` filtrée. **Il ne doit pas y avoir d'effet de bord.**

```
# CADRE REPONSE
def filtre_mg(L,N):
    mg=[]
```



```
return mg
# Fin du programme
```

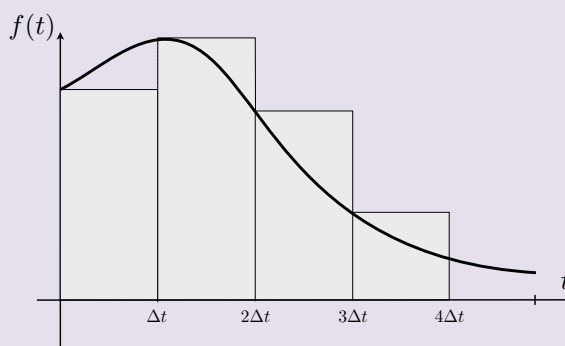
4 Détermination de la distance parcourue

Rappel de la méthode des rectangles pour intégrer une fonction :

On approxime un calcul intégral par une somme discrète :

$$\sum_{n=0}^N f_n \cdot \Delta t$$

où l'aire sous la courbe pour chaque intervalle Δt est approximée par l'aire d'un rectangle de côté Δt et de hauteur f_n .



Question 9 - Compléter, dans le cadre réponse, le programme qui permet de construire la liste vitesse à partir de la liste acceleration en utilisant la méthode des rectangles. La liste vitesse, donnera la vitesse du tramway pour chaque pas de temps.

```
# CADRE REPONSE
# détermination de la vitesse par intégration
pas_temps=temps[1]-temps[0] # calcul du pas temporel
vitesse=[0]                  # vitesse initiale
```

```
# Fin du programme
```



Question 10 - Compléter, dans le cadre réponse, le programme qui permet de construire la liste position à partir de la liste vitesse en utilisant la méthode des rectangles. La liste position, donnera la position du tramway pour chaque pas de temps.

```
# CADRE REPONSE

# Fin du programme
```

Le tracé de la liste position en mètres donne :

