



## 2

## Travaux Pratiques : Méthodes numériques

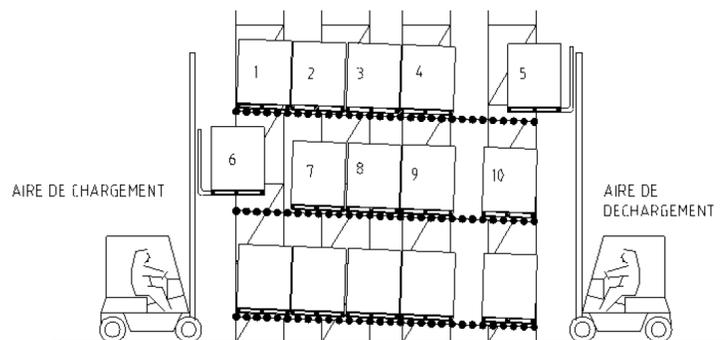


Ce TP, proposé par **Nicolas Boucher**, a pour objectif de traiter des informations issues d'une acquisition de mesure. Il s'agira ici de l'acquisition de mesures effectuées sur le galet freineur du laboratoire.

Ce système est utilisé dans les zones de stockage de lourdes charges et permet l'acheminement de celles-ci sur plan incliné avec une vitesse stabilisée.

Les trois mesures consistaient à lâcher un plateau chargé sur la maquette du labo avec une inclinaison de  $3^\circ$  sans le galet freineur, avec le galet freineur et avec un galet freineur dont les masselottes ont été allégées.

Les résultats sont synthétisés dans le fichier excel «acquisition». Pour chacune de ces mesures l'acquisition du temps, de la position et de la vitesse a été obtenue. Les colonnes F, G et H reprennent les valeurs de vitesse relevées en valeur absolue. La colonne E calcule la vitesse théorique de la charge évoluant sur plan incliné (en appliquant tout simplement un PFD). Nous travaillerons à partir du fichier .csv exploitable sous Python.



### Objectif(s)

L'objectif de ce TP est d'utiliser des méthodes numériques afin de :

- ✗ Récupérer certaines données ;
- ✗ Afficher les courbes de vitesse ;
- ✗ Déterminer la valeur maximum de la vitesse ;
- ✗ Calculer et tracer l'évolution de la position en fonction du temps (**Calcul intégral**) ;
- ✗ Filtrer le signal de vitesse afin d'éliminer le bruit (**Méthode d'Euler**).

## 1 Importation des données et tracé des courbes de vitesse

Écrire le code ci-dessous permettant d'importer les données du fichier `.csv` sous forme de listes:

```
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt

fichier=open('acquisition.csv')
t=[ ]; vt=[ ]; v0=[ ]; v1=[ ]; v2=[ ]

for k in range(12):
    fichier.readline() #permet de sauter les 12 premières lignes inutiles du fichier
for ligne in fichier:
    ligne=ligne.split(";")
    t.append(float(ligne[0]))
    vt.append(float(ligne[4]))
    v0.append(float(ligne[5]))
    v1.append(float(ligne[6]))
    v2.append(float(ligne[7]))
```

- Continuer ce code afin de tracer les courbes de vitesse théorique, réelle sans galet, avec galet allégé et avec galet en fonction du temps ( $vt, v0, v1, v2$ ).

Le cahier des charges de ce système exige principalement de ne pas dépasser une vitesse limite de la charge qui a pour valeur 0,3 m/s.

### 2. Vitesse limite.

- Écrire une fonction `maxi` ayant pour argument d'entrée une liste et retournant le maximum de cette liste (on n'utilisera pas la fonction `max` des bibliothèques bien sûr!)
- Déterminer grâce à cette fonction la vitesse maximale atteinte par la charge lors de l'expérience (on s'intéresse à la vitesse  $v2$ ). Vérifier la conformité par rapport au cahier des charges.

## 2 Tracé des courbes de position

On souhaite tracer l'évolution de la position en fonction du temps. La méthode consistera à intégrer la vitesse. Pour cela nous utiliserons deux méthodes numériques d'intégration: La méthode des rectangles et la méthode des trapèzes.

**Remarque:** On considèrera comme position initiale  $x(t_0) = 0$ .

- Écrire une fonction `integr1` utilisant la méthode des rectangles, ayant pour argument d'entrée deux listes  $v$  et  $t$ , et retournant une liste de valeurs de la fonction  $x$  définie par  $x(t) = \int_{t_0}^t v(u)du$ .
- Écrire une autre fonction `integr2` utilisant la méthode des trapèzes et ayant le même objectif.
- En utilisant une des deux fonctions `integr`, tracer les courbes  $x_0(t), x_1(t)$  et  $x_2(t)$  représentant les positions du chariot au cours des trois expériences.
- Comparer ces résultats avec le tableau Excel dans lequel apparaissent les valeurs des positions au cours du temps.

**Remarque:** vous prendrez garde au fait que l'intervalle de temps entre deux mesures, c'est à dire entre deux lignes du tableau, n'est pas constant; en effet la mesure s'effectue pour un pas de déplacement donné (codeur *incrémental*) et pour lequel le temps et donc la vitesse sont mesurés.

## 3 Filtrage des courbes

Les courbes obtenues sont bruitées, on va chercher à filtrer les courbes de vitesse. Pour cela on utilise un filtre passe bas comme montré ci-dessous.



Ce filtre du premier ordre vérifie l'équation différentielle suivante:

$$v_f(t) + T \cdot \frac{dv_f}{dt}(t) = v(t).$$

7. Observez l'ordre de grandeur de la période d'oscillation du bruit observé sur les courbes. En déduire l'ordre de grandeur de la valeur de constante de temps  $T$  à choisir afin que le filtrage soit efficace.

Pour la question suivante, on prendra garde au fait que le pas de temps des acquisitions n'est pas constant, il faudra donc utiliser la liste  $t$  pour les calculs et non un pas de temps constant.

8. Écrire une fonction `filtrage` utilisant la méthode d'Euler, ayant pour argument une liste de valeurs d'entrée  $v$ , une liste de temps  $t$ , une valeur de constante de temps  $T$  et retournant une liste de sortie  $v_f$ , approximation de la solution de l'équation différentielle du premier ordre.
9. Tracer les courbes de vitesses filtrées  $v_{0f}$ ,  $v_{1f}$  et  $v_{2f}$ . Vous pourrez tester plusieurs valeurs de  $T$ .