

## LP23 : acquisition et traitement des données

**EI :** repliement de spectre, critère de shanon, capteurs, échantillonnage

**Niveau :** L1

**Pré-requis :**

- Mécanique : PFD, étude du pendule simple (L1)
- Incertitudes (L1)
- Signaux numérique et analogique (Terminale)
- Ondes : fréquence, période, sinusoïde, et relation qui lie les grandeurs (Terminale)
- Enregistrement d'un signal (Terminale)

**Difficultés :**

- Analyse et critique d'une méthode d'acquisition
- Comprendre l'influence de différents facteurs sur l'allure d'un signal : calibre, nombre de points, période d'échantillonnage

**Activités :**

- TP : étude de la chute libre pour déterminer g

**Biblio :**

- Traitement des signaux et acquisition de données, Cottet
- Les capteurs en instrumentation industrielle, Asch
- Physique tout en un PCSI, Salamito
- TI R401
- Physique, Hecht

**Manip :**

- Régression linéaire entre la tension et l'angle du pendule
- Détermination de la période et de g

**Introduction pédagogique :**

Par forcément dans une séquence à proprement parler mais viendrait après un cours sur la mécanique. C'est une leçon qui présente des concepts fondamentaux pour la physique expérimentale. C'est une leçon qui est en lien avec un TP sur le pendule pesant.

Fil rouge : pendule simple et détermination de g

**Objectifs :**

- Connaitre les différentes étapes lors de l'acquisition et le traitement d'un signal

**Introduction :**

Extraction d'une information : réalisation d'une mesure pour associer une valeur à une grandeur

En physique expérimentale on est amené à acquérir des signaux et à les traiter afin d'en extraire toutes les informations nécessaires.

Dans le cas du pendule, rappel de l'équation du pendule simple + expression de T dans l'approximation des petits angles

**Plan :**

- I. Du mesurande au signal
  1. Détection d'une grandeur physique par un capteur
  2. Étalonnage d'un capteur
- II. Du signal à l'information
  1. Échantillonnage
  2. Exploitation des données
- III. Validité de la mesure
  1. Erreurs de mesure et validité du capteur
  2. Évaluation des incertitudes

Mercier Iris

## **Leçon :**

### I. Du mesurande au signal

Def mesurande et mesurage (Fosset PCSI p1164 et Asch p1)

Ici on va utiliser un capteur pour avoir la mesurande

#### 1. Détection d'une grandeur physique par un capteur

Cas du pendule : la mesurande est theta, il nous faut les différents angles en fonction du temps pour déterminer la période

la mesurande n'est pas électrique donc il nous faut une grandeur électrique qui nous donnera une représentation aussi exacte que possible de la mesurande : on utilise un capteur pour faire cette conversion mesurande-signal électrique donc la mesure est indirecte

Asch p1, def capteur (dispositif qui convertit une grandeur physique sous une autre forme, ce qui fournit un signal transportant l'information) + appareil qui associe une grandeur S à la mesurande n

$s=F(n)$  avec s est la grandeur de sortie, n la grandeur d'entrée

Voir pour le capteur utilisé dans le cas du pendule dans le Asch et TI capteurs potentiométriques (convertit l'angle que fait le pendule à la verticale en une tension)

Manip : faire la mesure pour le pendule avec le capteur

-> on a un signal électrique mais comment on remonte à l'angle ?

#### 2. Étalonnage d'un capteur

Il faut étalonner, donner def de étalonnage en général

La tension lue sur l'écran doit être proportionnelle à l'angle du pendule

Manip : prendre plusieurs mesure de theta sur le pendule et la tension u sur latis pro, on a une relation affine avec  $u=f(\theta)$

On obtient une relation linéaire (Asch p1) avec  $\Delta s=s\Delta m$  avec s la sensibilité du capteur

Def du bruit : ensemble des signaux perçus par le capteur qui sont parasites

On peut aussi déduire la courbe  $u=f(t)$

### II. Du signal à l'information

#### 1. Echantillonnage

Voir Cottet

Manip : acquisition du signal du pendule, le signal semble correspondre aux oscillations du pendule mais il est en fait discrétisé en ordonnée et en abscisse par la carte d'acquisition

On a un signal électrique analogique (continu) et le logiciel latis pro le converti en signal électrique numérique (discret)

Donner les def des deux

Il faut rentrer un certain nombres de paramètres : nombre de ponts N qui décrit la quantification temporelle avec  $N=T/T_e$  avec T la durée de l'acquisition et parler du critère de shannon (il faut au moins deux points par période) si  $T_e$  est très grande le signal n'est plus sinusoïdal ; le calibre c'est la quantification en tension + le signal numérique est codé en bits sous 12 bits avec  $2^{12}$  valeurs possibles + il faut un convertisseur analogique numérique pour passer d'un signal à l'autre et les niveaux de tension affichés sont  $\Delta u=2^x/2^{12}$

Échantillonnage : prendre des valeurs à des temps successifs sur le signal d'origine, on a des fréquences d'échantillonnage mais quelle fréquence choisir ? Utilisation du critère de Shanon : pour restituer correctement le signal il faut  $f_e < 2f_n$   $f_n$  fréquence de Nyquist ou avec les périodes  $T_e < T/2$

Si  $f_e > 2f_n$  il y a repliement de spectre le signal possède des fréquences différentes de celles d'origine

Manip : faire le spectre pour une fréquence d'échantillonnage faible et grande

-> combien vaut g au final ?

#### 2. Exploitation des données

Mercier Iris

Remonter à g par l'acquisition du signal dans le cas des petits angles (on peut aussi tracer une droite  $T=f(\sqrt{l})$  prendre différente valeur de l)

Validité de la mesure : faire une incertitude de type A en réalisant une dizaine de fois la mesure et faire une incertitude de type B (masse, longueur et lecture avec lame curseur)

**Conclusion :**

Faire un schéma bilan

Mesurande n-détection > capteur (étalonnage) -> réponse s -conversion > CAN-  
traitements > données = valeurs + incertitudes

Il y a donc beaucoup d'étapes entre la mesurande et la valeur obtenue

Ouverture : on peut étudier la transmission de l'information

Le signal est en premier analogique mais l'oscilloscope le convertit en numérique car on ne peut pas stocker une infinité de point, le numérique c'est mieux car on exploite mieux par la suite