

LP 24. Mesures et Contrôle

Niveau: L1

Prerequis

- * PFD
- * Le pendule simple (equations et periode)
- * Signal analogique / numerique

Bibliographie

Expérience: • Le pendule simple: mesure de g

Introduction Pédagogie

- * Ce cours se place au niveau L1 car il est essentiel pour l'élève, en effet dans toute leur carrière de scientifique ils auront besoin de faire des mesures et d'avoir un esprit critique sur elle.
- * On aura néanmoins besoin que l'élève ait un minimum de notions scientifiques pour pouvoir développer les mesures sur un exemple
 - ↳ On prendra dans ce cours l'exemple du pendule simple, il faudra que l'élève soit familier avec
- * Au lycée les élèves ont déjà fait de mesures sur certains systèmes, et on déjà été introduits aux incertitudes
- * Dans ce cours on ira un peu plus loin, on fera toute la démarche scientifique, depuis l'identification du problème à la validation du résultat.
- * La grande difficulté de ce cours sera de comprendre qu'il ne faut pas prendre par acquis une valeur qu'on obtient, car elle peut être fautive, et comprendre l'origine de ces erreurs
- * Pour accéder à la compréhension on prendra des exemples que les élèves maîtrisent ainsi que des illustrations pertinentes
- * Afin de bien différencier les incertitudes de type A et de type B, on détaillera la méthode pour les deux types et on comparera les deux méthodes
- * TD sur l'évaluation des incertitudes
- * TP sur de nouvelles méthodes de mesure et sur les incertitudes
 - ↳ étalonnage, régression linéaire
- * Etude de cas sur l'importance des incertitudes.

Introduction

- * Afin de pouvoir étudier un phénomène ou obtenir des valeurs pour certaines grandeurs, il faut faire des mesures sur le syst que l'on étudie
- * Par pouvoir étudier le système, il va falloir convertir des grandeurs physiques en signal exploitable, c'est le but de la mesure
- * Pour ça on va se servir de certains outils que l'on appelle des capteurs
- * Aujourd'hui on va mettre en œuvre une méthode de mesure pour obtenir la valeur de l'accélération de la pesanteur g

objectif : Comprendre le principe d'une mesure et la nécessité de contrôler ses valeurs

problématique : Comment faut-il avoir des données exploitables ?

I. Du mesurande au signal

- * Qu'est ce que c'est une mesurande ?
- * Mesurande: c'est une grandeur physique, objet de la mesure
- * Mesure: ensemble des opérations expérimentales permettant l'attribution d'une valeur numérique à la mesurande.
- * C'est peut être un peu obscur par le moment, on va voir sur un système réel pour expliciter ces termes

A. Détection d'une grandeur physique

- * On va chercher à mesurer la longueur d'une corde
- * Le plus simple c'est de prendre une règle et de faire la mesure directe.
- * Mais si on n'a pas de règle il va falloir trouver un autre moyen
- * On a déjà fait l'expérience de Helder avec une corde
 - ↳ on a des ondes stationnaires par certaines fréquences

$$f_n = \frac{nc}{2L} \Rightarrow \boxed{L = \frac{nc}{2f_n}}$$

- * Si on a la fréquence à laquelle on a des ondes stationnaires on trouve la longueur de la corde.
- * On pourra utiliser le fréquence-mètre du GBF, ou un stroboscope par avoir la fréquence

- * Ici mesurande: fréquence

mesure: } réglage du stroboscope sur bonne fréquence.

} obtention des ventres les plus gros / noeuds minimaux

II - Détermination de L

* On va mesurer L de deux façons

* Avec une règle

* Avec les ondes stationnaires

• faire une mesure de $f \Rightarrow$ on trouve L

• faire mesure $f_1, f_2, \dots \Rightarrow$ régression linéaire, on trouve L .

Transition : On ne trouve pas les mêmes valeurs avec les deux méthodes

↳ On n'a pas pris en compte les incertitudes

III - Contrôle de la mesure

A - Las incertidumbres

- * Quand on fait une mesure, il est possible de ne pas obtenir le bon résultat par beaucoup de raisons, on regroupe les erreurs en deux grands types
- * Les erreurs systématiques : on peut faire la mesure aussi proprement qu'on veut on ne trouve pas la bonne valeur,
 - ↳ une erreur systématique c'est une erreur qui demeure constante, par exemple un capteur qui donne une mauvaise valeur, une règle mal graduée
- * Les erreurs aléatoires : des erreurs qui varient de façon imprévisibles
 - ↳ moment où on déclenche le chrono, parfois trop tôt, parfois trop tard

Projection

- * On parlera d'une mesure } juste si il n'y a pas d'erreurs systematique
 } fiable si il y a peu d'erreurs aléatoire

⇒ On cherche à avoir une mesure juste et fiable, mais il faut quand même pouvoir quantifier les erreurs

Transition: Comment fait-on pour évaluer les erreurs?

- ↳ On définit 2 types d'incertitudes.

B - Les incertitudes de type A

* On peut faire des incertitudes de type A quand on a un grand nombre de valeurs

↳ il s'agit d'un traitement statistique

* Projection tableau mesure au chronomètre

* Il faut calculer la moyenne et l'écart type σ_{n-1} (proje)

n-1 car 1 faut au 2 valeurs

↳ l'incertitude type vaut : $u = \frac{\sigma_{n-1}}{\sqrt{n}}$: ⊕ on a de mesure ⊖ on a d'incertitudes

* Ensuite on multiplie par le facteur de Student par avoir l'incertitude élargie (proje)

↳ ça donne un intervalle de confiance

* Pour notre mesure on obtient : $g = (\quad \pm \quad) \text{ m.s}^{-2}$.

Transition : Mais si on ne peut faire qu'une seule mesure ?

C - Incertitude de type B

* Si on a une seule mesure, il faut évaluer l'erreur qu'on fait à chaque étape de la mesure

* Dans notre cas on fait un erreur sur la mesure de la longueur du pendule

- Il y a une erreur sur la lecture, (du zéro et de la longueur)

- Il y a une erreur sur la détermination de la position de G et de l'axe.

⇒ Il faut évaluer ce qui est le plus important, ici c'est la position des endroit où on mesure.

↳ Par la lecture on prend la graduation soit $1.0 \cdot 10^{-3} / \sqrt{3}$

↳ Par la position on se trompe d'en cm.

* Il y a aussi erreur sur la valeur de la période

- Il faudrait regarder les incertitudes par le capteur, par le convertisseur

- Mais ici on gardera surtout la lecture de la période

↳ on lit $10T =$ s et on a une incertitude de s

* La formule ensuite est : $g = 4\pi^2 \frac{L}{T^2}$

$$\Rightarrow \Delta g = g \sqrt{\left(\frac{\Delta L}{L}\right)^2 + 2\left(\frac{\Delta T}{T}\right)^2} = \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2}$$

⇒ on multiplie par 2 pour avoir l'intervalle de confiance

* On peut aussi utiliser des logiciels pour les calculs

↳ Présentation GON NC ⊕ permet avoir les facteurs importants pour améliorer

Conclusion : Pour faire une mesure d'une grandeur physique, on utilise des capteurs, il en existe de toute sorte, il faut bien les choisir en fonction de leurs caractéristiques

↳ Puis surtout il faut évaluer l'incertitude sur nos résultats et trouver le facteur prépondérant pour améliorer la mesure.