

LC6 : Erreur et incertitudes

Element imposé

Facteur d'élargissement

Introduction pédagogique

Niveau L1

Prérequis :

- Première approche des incertitudes (Terminale spécialité)
- Outils mathématiques statistiques
- Python (2daire) pour le TD

Difficultés :

- Sources d'incertitudes multiples
- Méthode très calculatoire
- Faire le choix entre A et B
- Vocabulaire

Biblio :

- Cours de Martin Verot
- Skoog
- Bernard
- Taylor

Activités liées

- TP : Titrage de l'acide ascorbique
- TD : Mesure d'un taux de sucre dans le sang
- Approche documentaire + TP info Monte Carlo

Objectif Savoir reconnaître les sources d'incertitudes et présenter un résultat

Introduction

Des moments où c'est crucial de connaître les quantités comme pour le cas de la glycémie qu'on verra en TD.

Projection cible fidélité/justesse

Mesurage : ensemble des opérations de mesure d'une grandeur physique (donne le mesurande)

Erreur : Aleatoire différent de fidèle Systématique différent de juste Accidentelles

1 Erreur aléatoire

1.1 Incertitude de type B

Projection protocole dosage de la dureté de l'eau

Précision indiquée sous la forme $\pm p$ $u = p/\sqrt{3}$ Instrument analogique : $u = \frac{1/2\text{graduation}}{\sqrt{3}}$

1.2 Incertitude de type A

Projection d'une série de valeurs sur le volume équivalent (bien prendre une valeur moyenne qui soit différente de celles qu'on a mesuré)

$$V_{eq} = \frac{\sum V_{eq,i}}{n} = 20.7\text{mL}$$

$$\sigma_{n-1} = \frac{\sum (V_{eq,i} - V_{eq,moy})^2}{n-1} = 20.7\text{mL}$$

$$U_A = \frac{\sigma_{n-1}}{\sqrt{n}} = 0.17\text{mL} \quad U_B = 0.028\text{mL}$$

Sx sur la calculette

2 Présentation des résultats

2.1 Incertitude composée

Propagation des incertitudes : $U_{V_{eq}} = \sqrt{U_A^2 + U_B^2}$

Projection produit, somme etc d'incertitudes

Donne la formule de l'incertitude sur le degré hydrométrique (propagation avec la formule CV/V0)

2.2 Incertitude élargie

$U = k u$ (élargie = facteur d'élargissement * incertitude type)

Projection coeff de Student

Degré de liberté V Type A = degré de liberté = n-1 type B = v tend vers l'infini Welch-Satterwaite :

$$V_{eff} = \frac{U z^4}{\sum C_i^4 v_i^4 / V_i} \quad C_i = \frac{dz}{dx_i}$$

Dans le cadre de l'exemple : $C_i = \frac{dz}{dx_i} = \frac{z}{x_i}$ donc $V_{eff} = \frac{(U z/z)^4}{\sum (U_i/X_i)^4 * 1/V_i}$ k dépend de v, de l'intervalle de confiance.

3 Conclusion

4 Question

C'est quoi une chute de burette ?

— Pourquoi on le met pas plus tôt (secondaire) ?

— Traitement sur la valeur plus l'incertitude, étailler les pré-requis ? Notion de chiffres significatifs.

— Faire en autonomie la méthode de Monte Carlo ? Comme une approche documentaire, donner les formules dont ils ont besoin et les formules

— est ce qu'on connaît en pratique la valeur vraie ? Non

— Est ce qu'il y a des cas où on est plus tolérant sur l'incertitude ? Equilibre entre le temps qu'on passe dessus et la précision de la mesure (le temps de calcul des incertitudes doit être proportionnel à la précision qu'on gagne)

— Pourquoi commencer par le type B et pas par le type A ? Car c'est ce qu'on a le plus en temps qu'élève

- Comment on obtient une incertitude de type B ? C'est du type A mais fait par le constructeur.
- Pourquoi une 50 aine d'essai pour incertitude ? Car incertitude sur l'incertitude
- Moyen pour orienter les élèves pour faire le choix pour faire moins une liste ? Faire un organigramme 2D avec des oui/non (un peu plus graphique qu'une liste au tableau)
- Pourquoi on fait une moyenne ? En quoi c'est intéressant ?
- Point aberrant que faire ? Le refaire pas l'enlever.
- C'est quoi la répétabilité ? Différent de la reproductibilité (même protocole, pas même endroit). Répétabilité (même protocole, même condition, même opérateur mais plusieurs fois)
- Incertitude relative en quoi elle est intéressante pour les étudiants ? Fiabilité de la mesure (étalement autour de la mesure)
- Pertinence de présenter Welch-Satterwaite à ce niveau là ? Non trop dur
- Pourquoi une gaussienne ? Vient du théorème central limite
- Condition sur le tirage ? Mesure indépendante, aléatoire

5 Retour

Montrer la planche de (?) et superposer la gaussienne. En tant que scientifique bien dire qu'on a pas la prétention d'avoir la valeur vraie. Peut être intéressant de parler de politique (sondage présidentiel) Le facteur d'élargissement le faire en faisant le lien avec l'intervalle de probabilité que la mesure vraie soit dedans.

Envoyer un élève au tableau tracer un trait au tableau : L'élève mesure le trait, le prof aussi. Qui a raison ? Personne.

Mettre ça en difficulté (la valeur vraie est pas forcément dans l'intervall)

Pour voir les calculs qui sont fait : mettre dans un tableur.

Attention à ne pas changer de notation au milieu

Moyenne et écart type le faire sur un tableur.

Citer le BUP à l'origine des calculs de Martin. (voir BUP de Belen)

Facteur d'élargissement pas au programme en prépa