

Incertitudes

Prérequis

Pour aborder ce cours sur les incertitudes, il est essentiel de maîtriser les concepts suivants acquis en classes précédentes :

- **Seconde** : Notions de mesure, d'erreur expérimentale, de grandeur physique et d'unité.
- **Première** : Calculs numériques de base (opérations, puissances, notations scientifiques), utilisation des unités du Système International (SI).
- **Première** : Notions de proportionnalité et de graphiques.
- **Notions de statistiques de base** : moyenne, écart-type (sans entrer dans le détail du calcul).

Ce cours s'inscrit dans la partie du programme de Terminale Technologique Physique-Chimie concernant l'évaluation et la communication des résultats expérimentaux. Il vient après l'étude des grandeurs physiques et des mesures, et prépare à la réalisation de travaux pratiques et à l'interprétation critique de données expérimentales.

Chapitre 1 : Introduction aux Incertitudes

1.1 Pourquoi tenir compte des incertitudes ?

Toute mesure expérimentale est entachée d'une incertitude. Cette incertitude ne signifie pas que le résultat est faux, mais qu'il existe une marge d'erreur inhérente au processus de mesure. Plusieurs facteurs peuvent contribuer à cette incertitude :

- **Limitations des instruments de mesure** : Précision limitée d'une règle graduée, résolution d'un voltmètre, etc.
- **Erreurs de l'expérimentateur** : Difficulté à lire précisément une échelle, variations dans la manipulation, etc.
- **Fluctuations aléatoires** : Bruit électrique, variations de température, etc.

Ignorer ces incertitudes peut conduire à des conclusions erronées et à une mauvaise interprétation des résultats. Il est donc crucial de les évaluer et de les prendre en compte lors de l'analyse des données.

1.2 Types d'incertitudes

On distingue principalement deux types d'incertitudes :

- **Incertitudes aléatoires** : Elles varient de manière imprévisible d'une mesure à l'autre. Elles sont dues à des fluctuations statistiques et peuvent être réduites en effectuant un grand nombre de mesures et en calculant une moyenne.
- **Incertitudes systématiques** : Elles sont constantes et affectent toutes les mesures dans la même direction. Elles sont dues à une erreur dans l'instrument de mesure ou dans la méthode

expérimentale. Elles ne peuvent pas être réduites en effectuant plusieurs mesures, mais doivent être identifiées et corrigées.

1.3 Estimation des incertitudes

L'estimation des incertitudes est une étape essentielle de l'analyse expérimentale. Plusieurs méthodes peuvent être utilisées :

- **Incertitude sur la lecture d'un instrument** : Elle est généralement égale à la moitié de la plus petite division de l'échelle. Par exemple, si une règle graduée a des divisions de 1 mm, l'incertitude sur la lecture est de 0,5 mm.
- **Incertitude sur une mesure répétée** : Elle peut être estimée à partir de l'écart-type des mesures.
- **Incertitude sur un calcul** : Elle est déterminée en combinant les incertitudes sur les grandeurs utilisées dans le calcul (voir chapitre 2).

Chapitre 2 : Propagation des Incertitudes

2.1 Incertitude sur une somme ou une différence

Si une grandeur z est obtenue par la somme ou la différence de deux grandeurs x et y : $z=x+y$ ou $z=x-y$, alors l'incertitude sur z est donnée par :

$$\Delta z = \sqrt{(\Delta x)^2 + (\Delta y)^2}$$

où Δx et Δy sont les incertitudes sur x et y respectivement.

2.2 Incertitude sur un produit ou un quotient

Si une grandeur z est obtenue par le produit ou le quotient de deux grandeurs x et y : $z=x \cdot y$ ou $z = \frac{x}{y}$, alors l'incertitude relative sur z est donnée par :

$$\frac{(\Delta z)}{z} = \sqrt{\left(\frac{(\Delta x)}{x}\right)^2 + \left(\frac{(\Delta y)}{y}\right)^2}$$

où Δx et Δy sont les incertitudes sur x et y respectivement. L'incertitude absolue sur z est ensuite calculée par :

$$\Delta z = z \cdot \frac{(\Delta z)}{z}$$

2.3 Exemple d'application

Calcul de la densité d'un métal :

- Masse $m = 10,0 \pm 0,1$ g
- Volume $V = 5,0 \pm 0,2$ cm³

$$\text{Densité } \rho = \frac{(m)}{(V)} = \frac{(10,0)}{(5,0)} = 2,0 \text{ g/cm}^3$$

Incertitude relative sur la densité :

$$\frac{(\Delta\rho)}{(\rho)} = \sqrt{\left(\frac{(\Delta m)}{(m)}\right)^2 + \left(\frac{(\Delta V)}{(V)}\right)^2} = \sqrt{\left(\frac{(0,1)}{(10,0)}\right)^2 + \left(\frac{(0,2)}{(5,0)}\right)^2} = \sqrt{(0,01)^2 + (0,04)^2} = \sqrt{0,0001 + 0,0016} = \sqrt{0,0017} \approx 0,041$$

Incertitude absolue sur la densité :

$$\Delta\rho = \rho \cdot \frac{(\Delta\rho)}{(\rho)} = 2,0 \cdot 0,041 \approx 0,08 \text{ g/cm}^3$$

Résultat final : $\rho = 2,0 \pm 0,08$ g/cm³

Chapitre 3 : Expression des Résultats et Comparaison

3.1 Expression des résultats expérimentaux

Un résultat expérimental doit toujours être accompagné de son incertitude. L'expression standard est :

$$x = x_0 \pm \Delta x$$

où x_0 est la valeur mesurée et Δx est l'incertitude sur la mesure.

3.2 Comparaison de résultats expérimentaux

Pour comparer deux résultats expérimentaux, il faut vérifier si leurs intervalles de confiance se chevauchent. Si les intervalles ne se chevauchent pas, cela suggère que les résultats sont significativement différents.

3.3 Importance de la documentation

Il est crucial de documenter toutes les étapes de l'expérience, y compris les mesures, les incertitudes et les calculs. Cela permet de vérifier la validité des résultats et de les reproduire si nécessaire.

Résumé

- **Incertitude** : Marge d'erreur inhérente à toute mesure expérimentale.
- **Incertitude aléatoire** : Variation imprévisible d'une mesure à l'autre.
- **Incertitude systématique** : Erreur constante affectant toutes les mesures.
- **Propagation des incertitudes** : Méthode pour calculer l'incertitude sur une grandeur dérivée à partir d'autres grandeurs.
- **Somme/Différence** : $\Delta z = \sqrt{(\Delta x)^2 + (\Delta y)^2}$
- **Produit/Quotient** : $\frac{(\Delta z)}{(z)} = \sqrt{\left(\frac{(\Delta x)}{(x)}\right)^2 + \left(\frac{(\Delta y)}{(y)}\right)^2}$
- **Expression d'un résultat** : $x = x_0 \pm \Delta x$
- **Comparaison de résultats** : Vérification du chevauchement des intervalles de confiance.

From:
<https://wikiprof.fr/> - wikiprof.fr

Permanent link:
https://wikiprof.fr/doku.php?id=cours:lycee:sti2d:terminale_technologique:physique_chimie:incertitudes

Last update: 2025/08/28 17:16

