

# Mesures et incertitudes

---

## I. Mesure et incertitudes

Mesurer une grandeur (vitesse, distance, température, pH...) c'est rechercher la valeur de cette grandeur à l'aide d'un instrument de mesure.

**La valeur vraie** d'une grandeur est sa **valeur exacte**, celle que l'on obtiendrait si la mesure était parfaite.

Une mesure réelle, aussi soigneuse soit-elle, ne peut donner qu'une valeur approchée de la valeur vraie.

Il existe deux manières d'exprimer une incertitude :

### A. Incertitude absolue

Elle représente l'incertitude maximale (erreur maximale) que l'on peut commettre avec l'instrument.

Soit  $X_{mesurée}$  la valeur mesurée d'une grandeur et  $U(X)$  ou  $\Delta X$  l'incertitude absolue liée à cette mesure, alors la valeur vraie est :

$$X_{mesurée} - U(X) \leq X_{vraie} \leq X_{mesurée} + U(X)$$

$$X_{vraie} = X_{mesurée} \pm U(X)$$

Exemple : On a une incertitude absolue de  $U(V) = 0,1\text{mL}$  sur un volume mesuré de  $V = 10\text{ mL}$  donc :

$$9,9\text{mL} \leq V \leq 10,1\text{mL}$$

$$V = 10,0 \pm 0,1\text{mL}$$

### B. Incertitude relative

Elle donne la précision de la mesure

$$\frac{U(X)}{X_{mesurée}}$$

Ou en pourcentage :

$$\frac{U(X)}{X_{mesurée}} \times 100$$

Exemple :

$$\frac{U(V)}{V_{mesurée}} = \frac{0,1}{10} = 0,01 \text{ ou } 1\%$$

## II. Ecriture d'un résultat.

Le dernier chiffre significatif de la valeur mesurée, doit **d'être à la même position décimale que le dernier chiffre significatif de l'incertitude.**

Exemple :  $i = 24,36\text{ mA}$  ;  $U(i) = 0,02\text{ mA}$  ( $U(i) = 0,023\text{ mA}$  aberrant!)

L'incertitude sera arrondie à la **valeur supérieure avec un seul chiffre significatif.**

Exemple :

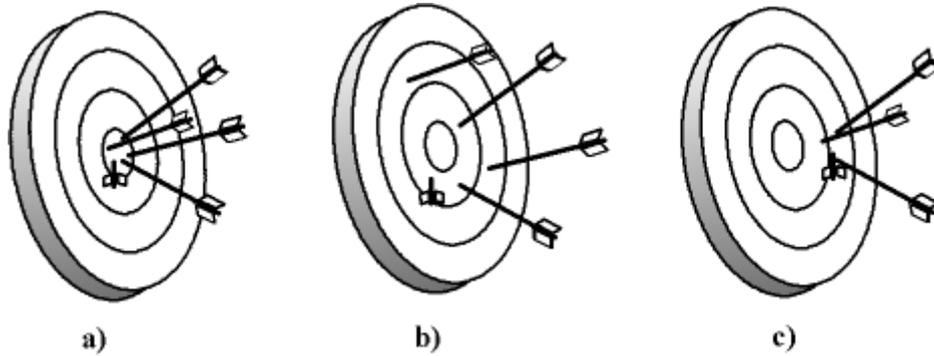
$q = 1,6042 \times 10^{-19}\text{ C}$  ;  $U(q) = 0,0523 \times 10^{-19}\text{ C}$   $U(q)$  sera arrondie à  $U(q) = 0,06 \times 10^{-19}\text{ C}$

Résultat du mesurage :  $q = (1,60 \pm 0,06) \times 10^{-19}\text{ C}$

### III. Erreurs et notions associées

Les erreurs peuvent être dues à l'opérateur, l'instrument de mesure ou la variabilité de la grandeur mesurée. On les classe en 2 catégories :

- **Erreur de mesure aléatoire**. Lorsqu'un opérateur répète plusieurs fois le mesurage d'une même grandeur, les valeurs mesurées peuvent être différentes. Elle est due à la qualité du mesurage et la qualité de l'instrument de mesure.
- **Erreur de mesure systématique**. Due à un appareil défectueux, mal étalonné ou mal utilisé



Considérons le centre de la cible comme la valeur vraie.

- a) Les erreurs aléatoire et systématique sont faibles
- b) L'erreur aléatoire est forte mais l'erreur systématique est faible (car centré au centre de la cible)
- c) L'erreur aléatoire est faible mais l'erreur systématique est forte.

### IV. Amélioration de la qualité d'une mesure.

Quand l'incertitude relative est supérieure à 5%, il faut chercher à améliorer la qualité de la mesure effectuée :

- Adapter le matériel.
- Utiliser correctement le matériel
- Augmenter le nombre de mesures
- Lors de calculs successifs garder **les résultats intermédiaires dans la mémoire** de votre calculatrice.

### V. Calcul de l'écart relatif ou erreur relative

Dans certains cas, la valeur mesurée a déjà une valeur connue précisément :  $X_{ref}$ .

Si le résultat de la mesure est fourni sans son incertitude, il est possible de calculer simplement l'écart relatif entre la valeur mesurée et la valeur de référence.

$$e_r = \frac{|X_{mesurée} - X_{réf}|}{X_{réf}} \times 100$$

La mesure est d'autant plus satisfaisante que l'écart relatif est petit. Elle sera acceptable si l'écart relatif ne dépasse pas 10%