

Mesures et incertitudes en CPGE

x

Grandeur
mesurée

Résultat d'une mesure

x_{exp}

$u(x_{\text{exp}})$

VALEUR obtenue EXPÉRIMENTALEMENT
dernier CS de même rang que celui de $u(x_{\text{exp}})$

INCERTITUDE-TYPE
de la valeur mesurée écrite avec deux CS

Série de N
mesures
indépendantes

mesure n°	volume (ml)
1	22
2	22
3	25
4	26
5	23
6	24
7	23
8	23
moyenne	23,25

$$x_{\text{exp}} = \bar{x}$$

moyenne
des valeurs
obtenues

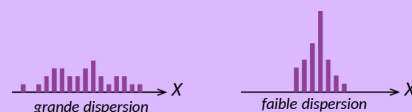
Évaluation par une approche **statistique**

Évaluation
de type A

$$u(\bar{x}) = \frac{\sigma}{\sqrt{N}}$$

Incrtitude-type
de la moyenne

► liée à l'écart type : estime la dispersion



$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}$$

► diminue si le nombre N de mesures augmente

Mesure
unique



$$x_{\text{exp}} = x_{\text{mes}}$$

valeur
donnée par
l'instrument
de mesure

Évaluation par une approche **non statistique**

Évaluation
de type B

$$u(x_{\text{mes}}) = \frac{\Delta}{\sqrt{3}}$$

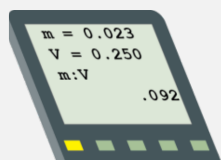
Incrtitude-type
de la valeur
mesurée

► liée à la demi-largeur de l'intervalle

on est presque certain de trouver la valeur recherchée
dans l'intervalle $[x_{\text{mes}} - \Delta, x_{\text{mes}} + \Delta]$ (estimation)

- règle graduée au mm : $\Delta = 1 \text{ mm}$ ou $0,5 \text{ mm}$
- verrerie précise à $0,1 \text{ mL}$: $\Delta = 0,1 \text{ mL}$
- etc... et attention à prendre en compte l'expérimentateur

Calcul



$$x_{\text{exp}} = x_{\text{calc}}$$

calculée à partir
de valeurs
mesurées

$u(x_{\text{calc}})$

Incrtitude-type
composée

► $x_{\text{calc}} = x_1 \pm x_2 \Rightarrow u(x_{\text{calc}}) = \sqrt{u(x_1)^2 + u(x_2)^2}$

► $x_{\text{calc}} = a x_1 x_2$ ou $a x_1 / x_2 \Rightarrow \frac{u(x_{\text{calc}})}{x_{\text{calc}}} = \sqrt{\left(\frac{u(x_1)}{x_1}\right)^2 + \left(\frac{u(x_2)}{x_2}\right)^2}$

► autre formule : méthode Monte-Carlo

Comparaison à une valeur de référence $x_{\text{réf}}$

Estimation de l'écart
rapporté à l'incertitude :

$$z = \frac{|x_{\text{exp}} - x_{\text{réf}}|}{\sqrt{u(x_{\text{exp}})^2 + u(x_{\text{réf}})^2}}$$

parfois inconnue ou négligée :
prendre alors 0.

