# Mesures et incertitudes en CPGE

$x$

**Grandeur mesurée**

## Résultat d'une mesure

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

$u(x_{\text{exp}})$ — **INCERTITUDE-TYPE**
de la valeur mesurée *écrite avec deux CS*

---

### Série de *N* mesures indépendantes


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

**moyenne** des valeurs obtenues

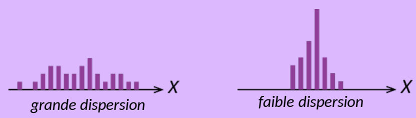
Évaluation par une approche **statistique**

*Évaluation de type A*

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

Incertitude-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*

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

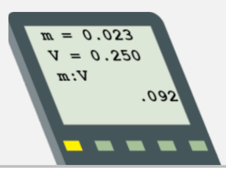
Incertitude-type **de la valeur mesurée**

► 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

$u(x_{\text{calc}})$ — Incertitude-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 $a\,x_1/x_2 \Rightarrow \dfrac{u(x_{\text{calc}})}{x_{\text{calc}}} = \sqrt{\left(\dfrac{u(x_1)}{x_1}\right)^2 + \left(\dfrac{u(x_2)}{x_2}\right)^2}$

► autre formule : méthode Monte-Carlo

---

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

Estimation de l'écart rapporté à l'incertitude :

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

$u(x_{\text{réf}})$ : parfois inconnue ou négligée : prendre alors 0.

cas 1 : $x_{\text{exp}}$, $u(x_{\text{exp}})$ ; $x_{\text{réf}}$, $u(x_{\text{réf}})$ — $z \geq 2$ (environ) ✗

cas 2 : $x_{\text{exp}}$, $u(x_{\text{exp}})$ ; $x_{\text{réf}}$, $u(x_{\text{réf}})$ — $z \leq 2$ (environ) ✓

M. Melzani - adapté de l'infographie de T. Rondepierre et J. Vince