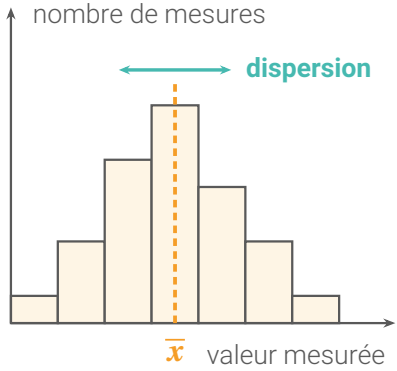
Mesures et incertitudes

Variabilité de la mesure

Répétée, une mesure ne donne pas toujours la **même valeur** : les résultats sont **dispersés**.



histogramme nombre de mesures pour chaque valeur

moyenne $\overline{x}$ **meilleure estimation** de la grandeur

écart-type s mesure la **dispersion** autour de $\overline{x}$

Histogramme **étalé** : grande dispersion, s grand. Histogramme **resserré** : mesures peu dispersées, s petit. $\overline{x}$ et s se lisent à la calculatrice ou au tableur.

La dispersion dépend de l'**instrument** de mesure, du **protocole** et de l'opérateur.

Incertitude-type $u(x)$

L'**incertitude-type** estime la **dispersion** des valeurs que l'on peut raisonnablement attribuer à la grandeur mesurée.

Elle s'exprime dans la **même unité** que x. Plus elle est petite, plus la mesure est **précise**.

Évaluation de type A : une série de mesures

On répète N fois la même mesure, dans les mêmes conditions.

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

$\overline{x}$: moyenne des N mesures
s : écart-type de la série
N : nombre de mesures

Plus le nombre de mesures N est grand, plus l'**incertitude-type** est **petite**.

Évaluation de type B : une mesure unique

Une seule mesure : l'**incertitude-type** vient de l'**instrument**.

1. Relever l'indication du constructeur : **tolérance** de la verrerie, **précision** de l'appareil, valeur d'une **graduation**, dernier chiffre affiché.
2. Appliquer la relation **fournie** par l'énoncé ou la notice, par exemple :

$$u(x) = \frac{a}{\sqrt{3}}$$

a : tolérance ou précision indiquée ($\pm\, a$)

Écrire le résultat d'une mesure

x = **valeur** unité ; $u(x)$ = **incertitude-type** unité

1. Arrondir l'**incertitude-type** à **un ou deux** chiffres significatifs, par **excès**.
2. Arrondir la **valeur** au **même rang** : même dernière décimale que $u(x)$.
3. Écrire la **valeur** et l'**incertitude-type** avec la **même unité**.

Chiffres significatifs : tous les chiffres à partir du **premier chiffre non nul**. Sans incertitude, le résultat d'un calcul garde autant de chiffres significatifs que la donnée la **moins précise**.

Comparer à une valeur de référence

On compare l'**écart** $|x - x_{\text{réf}}|$ à l'**incertitude-type** $u(x)$.

écart **du même ordre** que $u(x)$ résultat **compatible** avec la référence

écart **très supérieur** à $u(x)$ résultat **non compatible**

Non compatible : chercher les **sources d'erreur** (protocole, réglage ou choix de l'instrument, modèle utilisé).

Écart relatif : $\dfrac{|x - x_{\text{réf}}|}{x_{\text{réf}}}$ exprimé en %

Réduire l'incertitude : répéter la mesure, choisir un instrument plus précis.