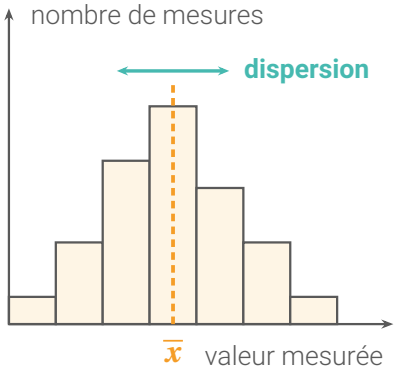
# Mesures et incertitudes



## 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** $|x - x_{réf}|$ 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 :** $\dfrac{|x - x_{réf}|}{x_{réf}}$ exprimé en %

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