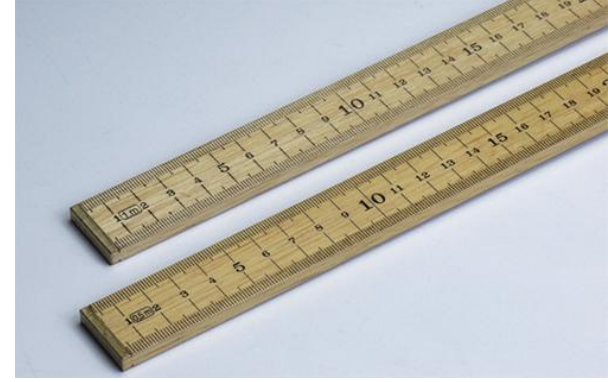




Instruments et objets
utilisés lors de ce TP:
Réglet, pied à coulisse,
éprouvettes en
plastique



En physique, lorsqu'on mesure des longueurs (ou d'autres grandeurs), il est souvent important d'analyser l'incertitude et la précision de ces mesures

Toute mesure faite doit être écrite sous la forme standard :

$$X_{\text{exacte}} = (X \pm \Delta X) 10^n \text{ Unité}$$

Avec X représentant la valeur mesurée et ΔX l'incertitude associée à cette mesure

1. X et ΔX doivent être exprimées avec le même nombre de décimales
2. ΔX doit avoir un seul chiffre significatif

$$\begin{array}{l} \ell = 306,2 \text{ mm} \\ \Delta \ell = 3 \text{ mm} \end{array} \quad \left. \vphantom{\begin{array}{l} \ell = 306,2 \text{ mm} \\ \Delta \ell = 3 \text{ mm} \end{array}} \right\} \ell = (306 \pm 3) 10^{-3} \text{ m}$$

 Le dernier chiffre significatif de la mesure correspond à celui de l'incertitude

$$\begin{array}{l} T = 5,25 \text{ s} \\ \Delta T = 0,34 \text{ s} \end{array} \quad \left. \vphantom{\begin{array}{l} T = 5,25 \text{ s} \\ \Delta T = 0,34 \text{ s} \end{array}} \right\} T = (5,3 \pm 0,4) \text{ s}$$

 (1) On garde un seul chiffre significatif pour l'incertitude (ΔT), (2) on arrondi à l'excès et (3) On arrondi selon la règle classique (≥ 5) la valeur mesurée pour que le dernier chiffre correspond à celui de l'incertitude

Il est important de noter que l'incertitude peut varier en fonction du type d'erreur commise

Rappels: Il existe 2 types d'erreurs

1. Type A : On mesure plusieurs fois la même grandeur
2. Type B : On mesure une seule fois la grandeur

Incertitudes liées à la qualité de l'instrument :

1. Le fabricant n'a rien précisé: résolution ($r / \sqrt{12}$)
2. Tolérance ($\pm a$): ($\Delta x = a / \sqrt{3}$)
3. Précision ($x\%$): ($\Delta x = \text{Valeur lue} \times x(\%) / \sqrt{3}$)

Cas de
mesure avec
un pied à
coulisse

Incertitudes liées à la lecture de l'utilisateur:

1. Simple lecture sur graduation : 1 graduation / $\sqrt{12}$
2. Double lecture sur graduation : 1 graduation / $\sqrt{6}$
3. Avec des valeurs extrêmes constatées : $a / \sqrt{3}$; avec $a = (X_{\max} - X_{\min}) / 2$

Cas de
mesure avec
un réglet
divisé en cm
et en mm

Exemple sur une erreur type B

On mesure une seule fois, une longueur $L = 55 \text{ cm}$ avec un réglet gradué en mm (on a une double lecture sur graduation)

$$\Delta L = \text{une graduation} / \sqrt{6}$$

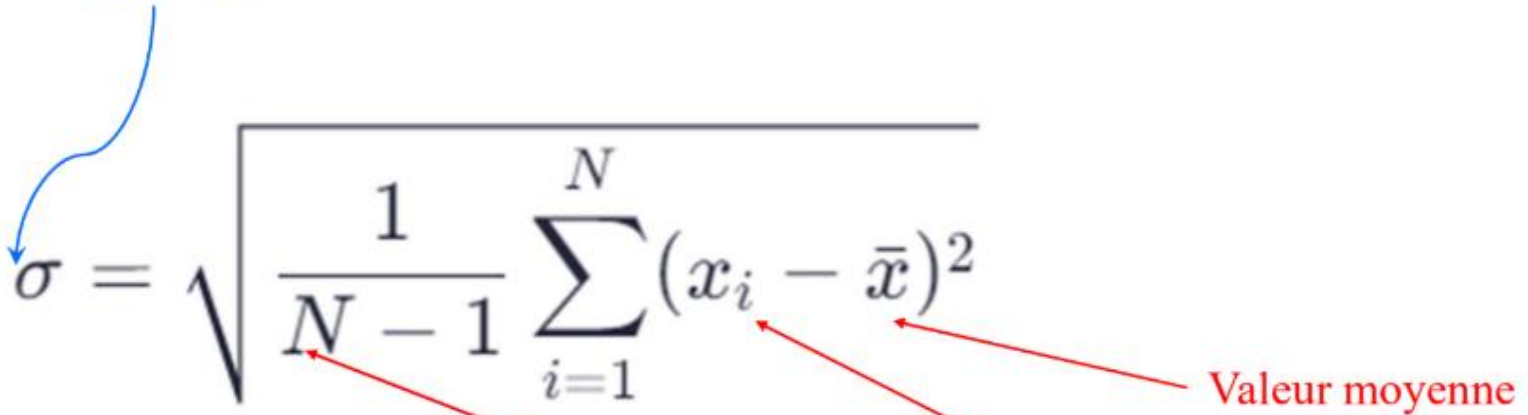
$$\Delta L = 1 \text{ mm} / \sqrt{6} = 0,408 \text{ mm} \text{ (on arrondit à l'excès et on ne conserve qu'un seul chiffre significatif)}$$

$$\Delta L = 0,5 \text{ mm} \text{ (généralement on dit qu'avec une règle on commet une erreur d'une demi-graduation)}$$

$$L = (550,0 \pm 0,5) \text{ mm} = (550,0 \pm 0,5) 10^{-3} \text{ m}$$



Rappels: Type A: L'une des façons de quantifier la précision est de calculer l'écart type (σ) des mesures répétées.


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

Valeur moyenne

Valeur mesurée

Nombre de mesures

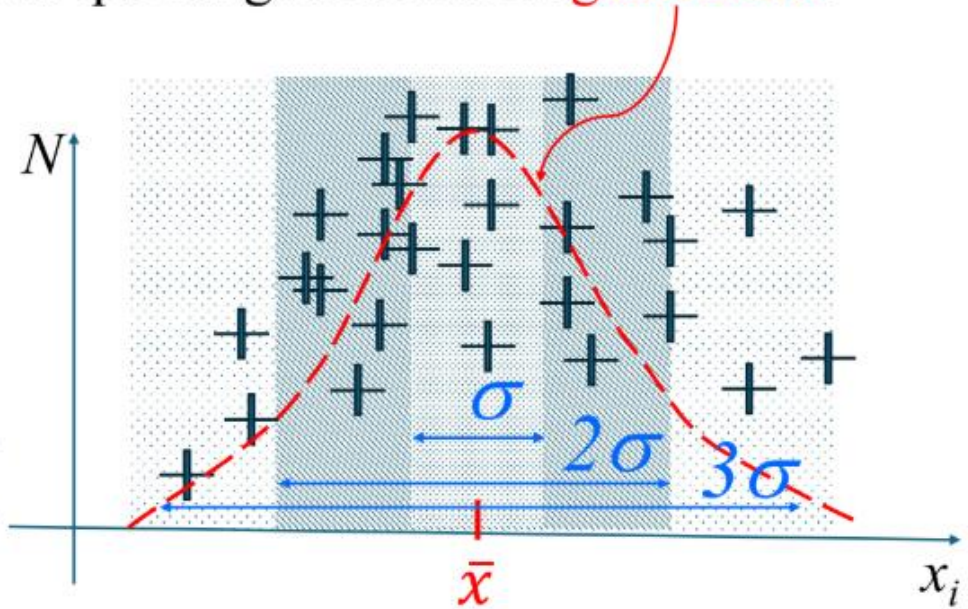
La valeur moyenne peut être notée:

$\bar{x}$ ou $\langle x \rangle$ ou encore x_{moy} .

Rappels: Il est important de noter que l'application de l'écart type suppose une distribution des données qui est généralement **gaussienne**.

La valeur exacte se trouve avec une probabilité de :

1. 68% dans l'intervalle : $\bar{x} \pm \sigma$
2. 95% dans l'intervalle : $\bar{x} \pm 2\sigma$
3. 99% dans l'intervalle : $\bar{x} \pm 3\sigma$



On note : $\Delta x \equiv 2\sigma$

Dans tous les TP de première année, on considèrera des incertitudes à 95% pour comparer théorie et expérience

On note :

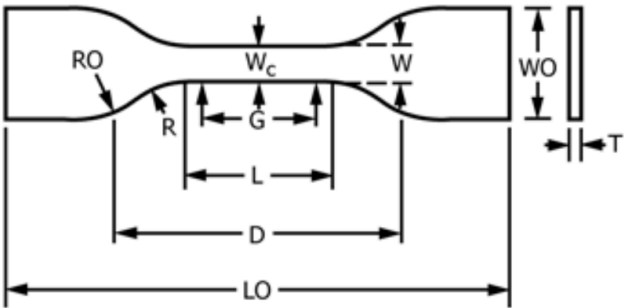
L'incertitude absolue, aussi notée écart moyen, incertitude-type ou 2σ

$$\Delta X_{moy.} = \frac{\sum |X_i - X_{moy.}|}{N} [\text{Unité}]$$

L'incertitude relative ε (précision) représente l'importance de l'erreur par rapport à la grandeur mesurée : $\varepsilon = \left(\frac{\Delta X_{moy.}}{X_{moy.}} 100 \right) \% [/]$

Ex01:

Mesurer avec un réglet gradué en millimètres, la longueur de la zone utile d’une éprouvette (L), en procédant de la même manière et en évitant les erreurs de parallaxe. Porter les valeurs mesurées dans le [Tableau 1](#).



L_i (mm)	$L_{i\text{moyenne}}$ (mm) (Eq.1)	δL_i (mm) (Eq.3)	$\Delta L_{\text{moyenne}}$ (mm) (Eq.4)	L_{exacte} (mm) (Eq.11)	Précision (%)
				($\pm$)	

W_c					
W_{ci} (-----)	$W_{c\text{moyenne}}$ (-----)	δW_{ci} (-----)	$\Delta W_{ci\text{moyenne}}$ (-----)	$W_{c\text{exacte}}$ (-----)	Précision (%)
				($\pm$)	
T					
T_i (-----)	T_{moyenne} (-----)	δT_i (-----)	$\Delta T_{i\text{moyenne}}$ (-----)	T_{exacte} (-----)	Précision (%)
				($\pm$)	

Ex02:

Mesurer la largeur (Wc) et l’épaisseur (T) en utilisant le pied à coulisse et porter les valeurs mesurées dans le [Tableau 2](#).

Ex03:

Calculer le volume $V = L \times Wc \times T$ et porter les valeurs mesurées dans le [Tableau 3](#).

X_i (-----)	X_{moyenne} (-----)	$\Delta X_{i\text{moyenne}}$ (-----) (incertitude de lecture)		ΔX_i (-----) (incertitude instrumentale)		ΔX (-----) (Eq.9)	V (-----)	ΔV (-----) (Eq.10)	V_{exacte} (-----) (Eq.11)
L		ΔL_{lec}		ΔL_{inst}					
W_c		$\Delta W_{c\text{lec}}$		$\Delta W_{c\text{inst}}$					$\pm$
T		ΔT_{lec}		ΔT_{inst}					

N'oubliez pas: au cours (ou à la fin) de chaque séance il y aura un test sur la manipulation

Préparez vos manipulations 