

TP 1: Mesures et incertitudes

Nom: _____

Prénom: _____

Nom: _____

Prénom: _____

Date à remettre: _____

Chaque mesure scientifique est soumise à des erreurs introduisant une incertitude sur la valeur mesurée. Ces erreurs sont soit d'origine humaine soit liées à l'instrument de mesure.

En général, on indique les résultats d'une mesure sous forme d'un **intervalle** dans lequel se trouve avec une forte probabilité la vraie valeur.

p.ex. $V = (3,2 \pm 0,2) \text{ dm}^3$ veut dire que le vrai volume $V \in [3,0 ; 3,4] \text{ dm}^3$

1. Mesure unique d'une grandeur

Exemple 1 : Mesure unique d'une longueur avec une règle graduée

Mesurer à l'aide d'une règle graduée un côté du corps de forme parallélépipédique (= quaderförmig) dont vous disposez.

a = _____ b = _____ c = _____

Or la précision de la règle graduée est limitée. L'incertitude pour chaque mesure vaut 1mm.

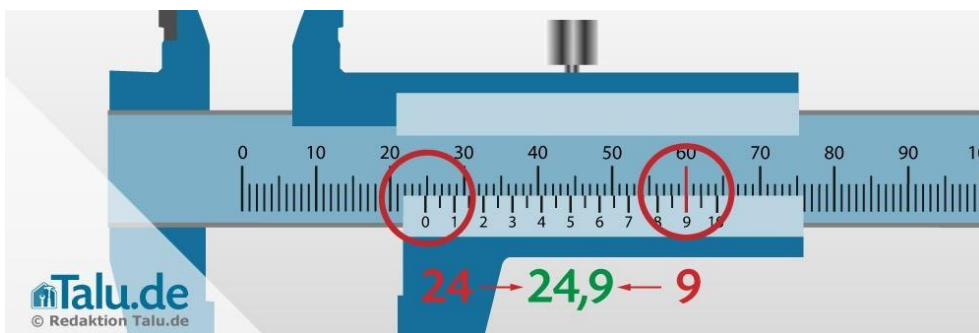
On indiquera le résultat de la mesure de la façon suivante :

a = _____ \pm _____ b = _____ \pm _____ c = _____ \pm _____



Il est impossible de connaître la vraie valeur d'une mesure, mais uniquement une fourchette dans laquelle la vraie valeur se trouve (avec une certaine probabilité)

Exemple 2 : Même mesure que dans l'exemple 1 en utilisant un pied-à-coulisse (Messschieber)



Entraînez-vous à la lecture du pied-à-coulisse sur le site suivant :

<https://learningapps.org/view95566> (Lire en mm! Graduation 1 cm=10 mm, espace avant unité!!)

Mesurez les mêmes longueurs avec le pied-à-coulisse. L'incertitude vaut : 0,1mm

On indiquera le résultat donc sous la forme :

a = _____ \pm _____ b = _____ \pm _____ c = _____ \pm _____

2. Erreur relative

Souvent il est utile de comparer l'incertitude à la valeur mesurée : on obtient alors l'incertitude relative (ou erreur relative) de la mesure

$$\text{Incertainde(erreur) relative} = \frac{\text{Incertainde}}{\text{valeur mesurée}} \text{ (souvent on indique le résultat en \%)}$$

Illustration de la signification de l'incertitude relative

	Mesure 1	Mesure 2
Valeur mesurée	5 mm	40mm
Incertainde (absolue)	1 mm	2 mm
Incertainde relative		

3. Mesures répétées (→ mesurer plusieurs fois la même grandeur)

Si on mesure **plusieurs fois une même grandeur**, on devrait trouver en principe chaque fois la même valeur. Vu les erreurs de mesure inévitables, ceci n'est jamais le cas.

A la fin d'une série de mesures répétées, on interprète les données de la façon suivante :

Valeur mesurée = Moyenne de toutes les valeurs obtenues (Excel AVERAGE MITTELWERT MOYENNE)

Incertainde = Écart-type (Excel STDEV.S (D) STABW.S (Fr) ECARTYPE.STANDARD)

$$\text{Erreur relative} = \frac{\text{Écart-type}}{\text{Moyenne}}$$

On indique alors les résultats de mesure sous la forme
Valeur = moyenne \pm écart-type

Adapter le nombre de chiffres significatifs rapportés à l'écart-type !

Une indication $d = 15,1854 \text{ cm} \pm 0,2 \text{ cm}$ est à éviter. Vu l'incertitude, déjà le 1^{er} chiffre derrière la virgule on écrit $d = (15,2 \pm 0,2) \text{ cm}$.

Expérience : Mesure de l'intensité de pesanteur g

1. Prendre des corps de masses différentes
2. Déterminer la masse m exacte avec une balance électronique
3. Suspendre la masse à un dynamomètre adapté pour mesurer le poids P
4. Remplir un tableau Excel et calculer le rapport $g=P/m$ pour 6 corps de masses sensiblement différentes.
5. Calculer la moyenne, l'écart-type et l'erreur relative. (en utilisant **EXCEL et Onedrive**)

m en kg	P en N	$g=P/m$ en N/kg
	Moyenne	
	Écart-type	
	Erreur relative	
	Erreur relative en %	

6. **Imprimer la table EXCEL** et indiquer la valeur de g que vous avez mesurée sous la forme $g = \text{_____} \pm \text{_____}$
7. Faire une représentation graphique de P (axe vertical) en fonction de m (axe horizontal).
Graphique de Type « Scatter » (Fr : nuage de points).
Ne jamais relier directement les points d'un graphique. Tracer une courbe de régression. Cette courbe compense les erreurs et permet donc de mieux interpoler les données.
8. Excel sait calculer l'équation de la **droite de régression** (=droite passant le plus près possible de tous les points):
 - a. Clic droit sur un point du graphique et choisir « Add Trendline ».
 - b. Choisir « linear » et fixer que la droite passe par l'origine → « Set intercept : 0 ».
 - c. Cocher « Display equation on chart »
 - d. Indiquer la grandeur et l'unité des axes et un titre avant d'imprimer le graphique.
 - e. Est-ce que la valeur de la pente correspond à g ?
9. Quel lien mathématique y-a-t-il donc entre P et m ? Argumenter.

BONUS : Masse volumique

Masse volumique du parallélépipède en Fer

Grandeur	Valeur moyenne	\pm Incertitude	valeur sup	valeur inf
m (g)				
a (cm)				
b (cm)				
c (cm)				
V (cm ³)				
$\rho \left(\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}\right)$		rel en% :	()	()

Valeur table : $\rho_{\text{Fe}} = 7\,860 \text{ kg/m}^3$

Masse volumique du parallélépipède en Al

Grandeur	Valeur moyenne	\pm Incertitude	valeur sup	valeur inf
m (g)				
a (cm)				
b (cm)				
c (cm)				
V (cm ³)				
$\rho \left(\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}\right)$		rel en % :	()	()

Valeur table : $\rho_{\text{Al}} = 2\,700 \text{ kg/m}^3$