

## 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.

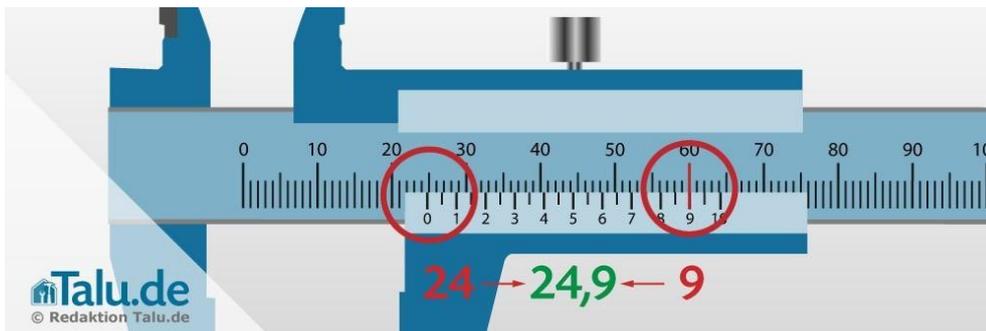
On indiquera le résultat de la mesure de la façon suivante :

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)
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<sup>er</sup> 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 <sup>3</sup> )				
$\rho \left(\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}\right)$		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 <sup>3</sup> )				
$\rho \left(\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}\right)$		rel en % :	(            )	(            )

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