

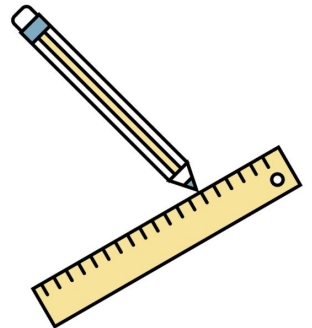
PASS

# Grandeur, Mesures & Incertitudes

Stage de Pré-Rentrée 2025  
Pôle Biostatistiques

Inspiré du cours du Professeur Morin

Tous droits réservés Tutorat Santé Brestois © Toute diffusion et reproduction, totale ou partielle, de ce document est interdite



## Petit message d'avertissement avant de commencer :

Nous vous rappelons que ce diaporama, réalisé par des étudiants, est une aide et **non un support de cours officiel** et ne peut donc pas être considéré comme un ouvrage de référence lors de l'examen de PASS ou de L.AS.

Il se base sur le **cours de l'année précédente** qui peut être **amené à être modifié** dans sa forme et son contenu au bon vouloir du professeur.

Have fun ;)



# Sommaire :

## 1. Introduction

## 2. Grandeur

- Unités
- Dimension
- Application

## 3. Mesure & incertitudes

- Erreur absolue
- Erreur relative
- Estimation de la mesure exacte
- Les lois physiques
- Applications



# Introduction :

Les sciences **anciennes** se basent sur des connaissances **qualitatives**.  
On juge la taille, l'intensité lumineuse, la masse... par des **adjectifs**.

Au contraire, les sciences naturelles **modernes** se basent sur des connaissances **quantitatives** puisque fondées sur la **mesure**. Il y a l'apparition des **données numériques**.



# Grandeur

Une grandeur est une **propriété** ou un **caractère** d'un type d'objet physique (taille, poids, dureté, vitesse, volume ...).

= nature propre qui permet de les associer ou de les distinguer.

Une grandeur est dite **mesurable** si elle a un processus de comparaison ( $< = >$ ) **ET** un processus d'addition.

Est-ce-que ces grandeurs sont mesurables ? :

- Longueur d'une feuille A4 ?
- Température ?
- Poids des cours du S1 ?
- pH ?



# Grandeur

## A. Unités

Pour mesurer une grandeur  $G$ , on doit en choisir une autre  $U_G$  de même nature et qui sert d'unité.

$$nU_G \leq G \leq (n + 1)U_G$$

$n$  et  $n + 1$  sont deux mesures approchées de  $G$ .

Par exemple, pour mesurer une feuille de 70 cm avec une règle de 25 cm, on obtient que la feuille mesure entre 2 règles (50cm) et 3 règles (75cm).

Par idéalisation, on imagine qu'il existe un nombre réel  $r$  tel que  $r$  est une mesure **exacte** de  $G$ .

$$G = r \cdot U_G$$

$U_G$  et  $G$  sont des grandeurs de **même nature**,  $U_G$  est l'unité.



# Grandeur

## A. Unités

⚠ Une mesure est un nombre pur, tandis qu'une grandeur s'accompagne d'une unité ⚠

Une mesure  $r$  est un nombre pur rapport de deux grandeurs de même nature.

$$r = \frac{G}{U_G}$$

Le choix d'une unité est arbitraire.

### Changement d'unité :

Si  $r$  est la mesure de  $G$  avec l'unité  $U_G$ .

$$r = \frac{G}{U_G}$$

Si  $r'$  est la mesure de  $G$  avec l'unité  $U'_G$ ,  
avec  $r' \in \mathbb{R}$

$$r' = \frac{G}{U'_G}$$

Le rapport des mesures est **l'inverse** du rapport des unités.

$$\frac{r}{r'} = \frac{U'_G}{U_G}$$

Plus l'unité est petite, plus la grandeur est grande.



# Grandeur

## A. Unités

Le choix d'une unité est **arbitraire**.

Il existe 7 unités **FONDAMENTALES**, toutes autres unités sont des unités **DÉRIVÉES**.

Mètre	m	Longueur
Seconde	s	Temps
Kilogramme	kg	Masse
Ampère	A	Courant électrique
Candela	cd	Intensité lumineuse
Mole	mol	Quantité de substance
Kelvin	K	Température





# Grandeur

## B. Dimensions

La nature d'une grandeur est traduite par sa formule en dimensions

- grandeur **longueur** :  $[L]$
- grandeur **masse** :  $[M]$
- grandeur **temps** :  $[T]$
- vitesse :  $[LT^{-1}] = ([L] / [T])$
- accélération :  $[LT^{-2}] = ([L/T^2])$



# Grandeur

## C. Applications

- La formule de la force correspond à la masse multipliée par l'accélération :

$$f = m \cdot a$$

On a  $[a] = [LT^{-2}]$  et  $[M]$

On en déduit que :  $[f] = [M] \cdot [LT^{-2}] = [MLT^{-2}]$



# Grandeur

## C. Applications

- La loi de Lorentz est la suivante :

$$f = qvB \text{ (avec } v = \text{vitesse et } B = \text{induction magnétique)}$$

On cherche à trouver les dimensions de  $[B]$  :

On a  $[V] = [LT^{-1}]$  ,  $[F] = [MLT^{-2}]$  et  $[Q]$

Or  $B = f/qv$

On a donc :  $[B] = [MLT^{-2}]/[Q]*[LT^{-1}]$  (ou  $[MT^{-1}Q^{-1}]$ )



# Mesures & incertitudes

La mesure exacte est une FICTION mathématique, elle est donc impossible.

Dans la réalité, il n'existe que des **mesures approchées** de la mesure exacte supposée.



# Mesures & Incertitudes

## A. Erreur absolue

= différence entre mesure approché et la mesure exacte.

$$\textit{Erreur absolue} = |\textit{Mesure approchée} - \textit{Mesure exacte}|$$

Elle peut être estimée par l'**écart moyen en valeur absolue** (moyenne des différences entre la mesure exacte et les différentes mesures approchés :

$$\frac{1}{N} \sum |\textit{mesure exacte} - \textit{mesure approchée}| = \frac{|m_e - m_{a1}| + |m_e - m_{a2}| + \dots + |m_e - m_{an}|}{N}$$

L'erreur absolue peut être bornée par un appareillage ou le processus de mesure.

= **erreur absolue maximum.**



# Mesures & Incertitudes

## B. Erreur relative

- = Erreur absolue divisé par la valeur exacte.
- = **PAS D'UNITÉ** (donnée en pourcentage).

$$\textit{Erreur relative} = \frac{\textit{erreur absolue}}{\textit{valeur exacte}} = \frac{|\textit{Mesure approchée} - \textit{Mesure exacte}|}{\textit{Mesure exacte}}$$

**/\! L'erreur relative sur un produit ou un quotient de termes est toujours la somme des erreurs relatives des facteurs /\!**



# Mesures & Incertitudes

## B. Erreur relative

L'erreur relative sur un produit ou un quotient de termes est toujours la somme des erreurs relatives des facteurs, ca veut dire quoi ?

**Prenons une formule :  $d = v \times t$**

Admettons que l'erreur relative de :  $v = 2\%$   
 $t = 3\%$

Comme l'erreur total ( $d$ ) correspond au produit (multiplication) de deux facteurs ( $v$  et  $t$ ), on est donc dans le cas de cette phrase.

Donc l'erreur relative total =  $2\% + 3\%$   
=  $5\%$

L'erreur relative total est donc de 5%



# Mesures & Incertitudes

## C. Estimation de la mesure exacte

On estime la mesure exacte en répétant  $N$  fois la mesure précise d'une grandeur ( $N$  environ 10 fois si possible).

$N$  dépend de la méthode de mesure et de la précision.

**! \ +  $N$  augmente, + la mesure estimée sera précise ! \**





# Mesures & Incertitudes

## D. Les lois physiques

**Les lois physiques sont toujours des lois expérimentales** (les lois théoriques doivent être validées par l'expérience pour prouver leur applicabilité).

Les lois physiques sont valables pour :

- Des conditions précises.
- Un domaine limité de grandeurs agissantes et résultantes.
- Des grandeurs mesurées avec une précision donnée.



# Mesures & Incertitudes

## D. Applications

Un P1 décide de se rendre dans une boulangerie afin de se remplir l'estomac. L'établissement assure que tous ses sandwiches sont calibrés au poids de 200g.

Notre P1, avide de précision, décide de vérifier qu'il ne dépense pas son argent dans le vent et pèse son sandwich fraîchement acheté. La balance affiche 180g.

**Erreur absolue** :  $| \text{Mesure approchée} - \text{Mesure exacte} | = | 200 - 180 | = 20\text{g}$

**Erreur relative** :  $\text{Erreur absolue} / \text{Mesure exacte} = 20 / 200 = 0,1 = 10\%$



# Mesures & Incertitudes

## D. Applications

Clara s'ennuie. Elle décide de calculer la distance qui sépare son appartement des amphis de droit dans lesquels se déroule son cours de biostats préféré.

Elle se rappelle que :  $d = v \times t$ , où  $d$  est la distance,  $t$  est la durée et  $v$  la vitesse. Elle sait qu'elle marche à 5km/h avec une erreur relative de 10% et qu'elle met environ 30 minutes à aller aux amphis avec une erreur relative de 10%.

**Erreur relative de d** :  $\Delta d = \Delta v + \Delta t = 10\% + 10\% = 20\%$

**Erreur absolue** : Erreur absolue = Erreur relative \* Mesure exacte =  $0,20 * (5 * 0,5) = 0,2 * 2,5 = 0,5$  km



# VRAI ou FAUX

---

L'unité évolue dans le même sens que la grandeur.

# VRAI ou FAUX

---

L'unité évolue dans le même sens que la grandeur.

**FAUX**

Par exemple, prenons une règle qui a pour grandeur la taille ( G ) et pour unité le cm ( UG ) avec UG et G de même nature.

Une règle = 30 cm = 300 mm.

Ainsi plus l'unité est petite, plus la grandeur sera grande, les deux évoluent donc en sens opposé.

# VRAI ou FAUX

---

Une accélération a pour formule en dimensions  $[L/T^2]$ .

# VRAI ou FAUX

---

Une accélération a pour formule en dimensions  $[L/T^2]$ .

**VRAI.**

RÉPONSE : **VRAI.**

En effet, on sait que vitesse =  $\frac{\text{distance}}{\text{temps}}$  et que accélération =  $\frac{\Delta \text{ vitesse}}{\text{temps}}$

$$a = \frac{d}{t} \text{ soit } a \frac{[L]}{[T]} = \frac{[LT^{-1}]}{[T]} = [LT^{-2}] = [L/T^2]$$

# VRAI ou FAUX

---

L'erreur relative correspond à la mesure approchée rapportée à la mesure exacte.



# VRAI ou FAUX

---

L'erreur relative correspond à la mesure approchée rapportée à la mesure exacte.

**FAUX.**

L'erreur relative correspond à l'**erreur absolue** rapportée à la valeur exacte, c'est-à-dire à la **différence entre la mesure approchée et la mesure exacte** rapportée à la valeur exacte.

L'erreur relative s'exprime ainsi en **pourcentage**.

