



# Introduction, biométrie et métrologie

## I. Définitions :

**Mesurer** : Comparer une **grandeur inconnue** à une **référence** dont la traçabilité est établie. Ex : Comparer notre taille (inconnue) à celle d'une règle de 25 cm.

**Grandeur Physique** : Attribut susceptible d'être **distingué qualitativement** ou **déterminé quantitativement** → **Repérable et mesurable**.

**Unité** : Grandeur choisie comme **référence**.

**Mesure** : Valeur **numérique** accompagnée de son **unité**, placée à droite.

**Étalonnage** : Opérations établissant, dans des conditions spécifiées, la **relation** entre la **quantité indiquée** par un appareil ou un système de mesure et la **valeur vraie de la variable** mesurée réalisée par des étalons.

### 1. Unités

❖ Il existe 7 unités de bases, **théoriquement indépendantes entre elles**, dont sont tirées les unités dites « dérivées » :

Unités DE BASE			
Grandeur		Unité	
Nom	Symbole	Nom	Symbole
Longueur	L	Mètre	m
Masse	M	Kilogramme	kg
Temps	t	Seconde	s
Courant électrique	i	Ampère	A
Température	T	Kelvin	K
Quantité de matière		Mole	mol
Intensité lumineuse	I	Candela	cd

Unités DERIVEES		
Grandeur	Unité	Symbole
Force	Newton	N
Travail et énergie	Joule	J
Puissance	Watt	W
Pression	Pascal	Pa
Fréquence	Hertz	Hz
Charge électrique	Coulomb	C
Potentiel électrique	Volt	V
Résistance électrique	Ohm	$\Omega$
Capacité	Farad	F
Champ magnétique	Tesla	T
Inductance	Henry	H

☠ **Attention** : Ne pas confondre **une grandeur (la taille)** avec **une unité (le mètre)** !!

### 2. Préfixes

	Noms	Symboles	Facteurs
$10^{+x}$	Giga	G	$10^9$
	Méga	M	$10^6$
	Kilo	k	$10^3$
	Hecto	h	$10^2$
	Déca	da	$10^1$
$10^{-x}$	Déci	d	$10^{-1}$
	Centi	c	$10^{-2}$
	Mili	m	$10^{-3}$
	Micro	$\mu$	$10^{-6}$
	Nano	n	$10^{-9}$
	Pico	p	$10^{-12}$
	Femto	f	$10^{-15}$

☠ **Attention** : Ne pas confondre Déca ( $10^1$ ) et Déci ( $10^{-1}$ )

## II. Incertitudes et erreurs de mesures :

### 1. Incertitudes

$$X = x \pm dx$$

**Avec :**  $X$  : Valeur vraie ;  $x$  : Valeur lue ;  $dx$  : Incertitudes

L'incertitude peut être **due à la mesure**, elle permet de quantifier la « **qualité** » d'un résultat (une **petite incertitude est garante d'un résultat précis**).

- **Erreur Absolue :  $e$**

**Différence** entre le résultat de la mesure et la valeur vraie :  $e = x - X$

☠ S'exprime dans **l'unité de la mesure**.

- **Erreur Relative :  $er$**

**Rapport** entre l'erreur de mesure et la valeur vraie :  $er = \frac{e}{X}$

### 2. Erreurs de mesures

**3 types d'erreurs** de mesures possibles :

➤ **Erreurs systématiques ou biais :**

Erreur qui se **reproduit à chaque mesure**, expliquée par une **loi physique** → Peut donc être **corrigée par un calcul approprié**.

Ex : Balance mal étalonnée qui rajoute 10mg à chaque mesure → Si on enlève 10mg à chaque valeur affichée on trouve la valeur vraie.

➤ **Erreurs aléatoires :**

**Erreur non reproductible** qui obéit à des **lois statistiques**.

Ex : Le manipulateur fait parfois tomber une goutte de trop lors de son titrage.

➤ **Erreurs accidentelles :**

Erreur due en générale à un **mauvais emploi ou à un dysfonctionnement** de l'appareil de mesure → **Pas pris en compte dans les mesures**.

Ex : Manipulateur qui oublie de tarer la balance avant de l'utiliser.

Pr. Staccini

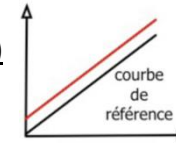
Le Tutorat est gratuit, toute vente ou reproduction est interdite.

Année 2014-2015

### Erreurs de mesures fréquentes :

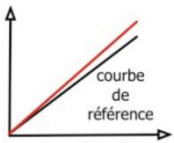
- **Erreur de Zero (Offset)**

Ne dépend pas de la mesure →  $x \neq 0$  alors que  $X = 0$ .



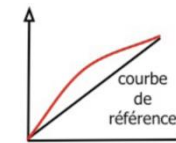
- **Erreur d'échelle (Gain)**

Dépend de façon linéaire de la valeur mesurée.



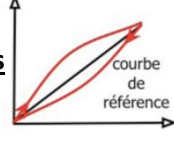
- **Erreur de linéarité**

La caractéristique n'est pas une droite.



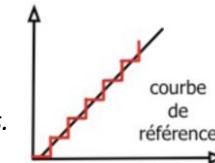
- **Phénomène d'hystérésis**

Lorsque la mesure dépend de la valeur précédente.



- **Erreur de mobilité (numérisation)**

Souvent due à la numérisation des données.



### 3. Caractéristiques lors d'une série de mesures

On distingue deux caractéristiques qui permettent de déterminer les erreurs lors d'une mesure :

❖ **Fidélité :**

**Etroitesse entre une série de valeurs et la moyenne des valeurs**

→ Donne une indication sur **les erreurs aléatoires** (peu d'erreurs aléatoires = résultats fidèles).

Ex : Si 2 élèves passent un contrôle on a deux cas :

- L'un obtient 18 l'autre 2 → Moyenne : 10/20 → Très peu fidèle.
- L'un obtient 11 l'autre 9 → Moyenne : 10/20 → Fidèle.

❖ **Justesse :**

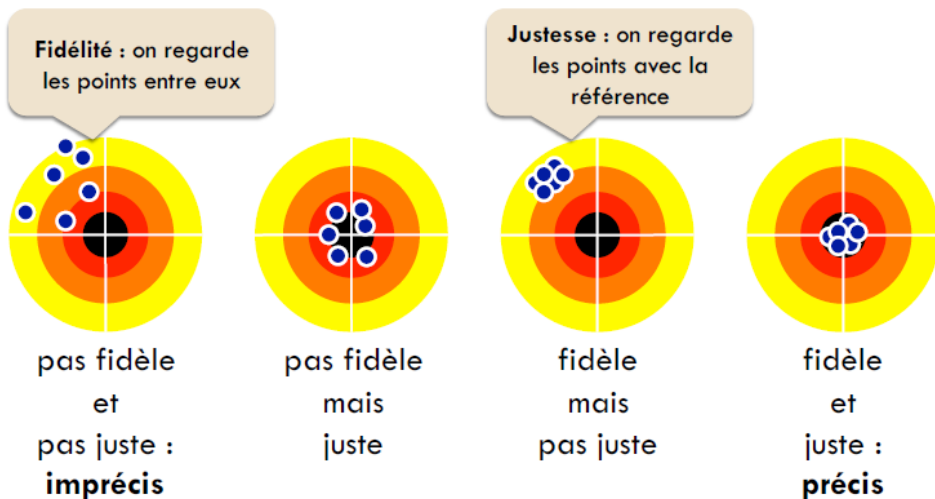
**Etroitesse entre une série de valeurs et la valeur vraie**

→ Donne une indication sur **les biais** (peu de biais = résultats justes)

Ex : Si une balance est faussée toutes les valeurs seront loin de la valeur vraie.

☠ On peut être juste et pas fidèle ou l'inverse !!

Papa Ours



### III. Présentation des résultats :

#### 1. Notation scientifique

- ❖ **Un seul chiffre à Gauche de la virgule**, avec un nombre variable de décimales, **dépendant de la précision de la mesure**, multiplié par une **puissance entière de 10**.

La dernière décimale à droite doit être arrondie :

- Au chiffre supérieur si la décimale suivante est  $\geq 5$ .
- Au chiffre précédent si la décimale suivante est  $< 5$ .

- ❖ La précision du résultat doit avoir **autant de chiffres significatifs** que la donnée ayant **le moins de chiffres significatifs**.

Ex :  $345,67 = 3,4567 \cdot 10^2$        $3,27 \cdot 2,0 = 6,5$

- ☠ Pour les additions avec deux nombres ayant un nombre de chiffres significatifs différents voir la version du prof de cette année (il s'était un peu embrouillé l'année dernière).

## 2. Arrondis

- ❖ **Logarithme :** **X chiffres significatifs** dans le nombre de départ  $\rightarrow$  **X décimales** dans le résultat.

Ex :  $X = 1,613 \cdot 10^1 \rightarrow 1,207634 \rightarrow 1,2076$

- ❖ **Exponentielle :** **X décimales** dans le nombre de départ  $\rightarrow$  **X chiffres significatifs** dans le résultat.

Ex :  $X = -4,122 \rightarrow 7,550922 \cdot 10^{-5} \rightarrow 7,55 \cdot 10^{-5}$

## IV. Caractères et variables :

### 1. Types de caractères

- ❖ **Caractères morphologiques**  $\rightarrow$  **Forme** des individus.

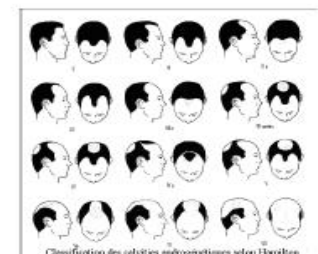
Se divisent en deux types :

- **Métriques :** Mesure **avec une unité** (taille en mètre, poids en Kilogramme, température du corps ...).
- **Numériques :** Décompte **sans unité** (nombre de doigts, de grains de beauté ...).

- ❖ **Caractères physiologiques**  $\rightarrow$  **Santé** des individus.

Egalement deux types :

- **Métriques :** Mesure **avec une unité** (dosage sanguin, pression artérielle en Pa ...).
- **Appréciation qualitative :** **Unité arbitraire** (calvitie, adiposité ...).



## 2. Classification des variables

Variable quantitative		Variable Qualitative	
Mesurée ou dénombrée (Taille, poids, nombre de cigarettes fumées par jour ...)		Ne peut pas être mesurée ou dénombrée mais peut être susceptible d'être classée (couleur des yeux ...) Peut-être : <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Binaire</b> : Oui/non</li> <li>• <b>Multiple</b> : (plusieurs choix)</li> </ul>	
2 échelles de variations possibles :		2 échelles de variations possibles :	
Par intervalle	Relative	Nominale	Ordinale
<p>➤ <b>Valeur nulle arbitraire.</b></p> <p>➤ <b>Distance séparant deux données ou deux catégories connues.</b></p> <p><i>Ex : Echelle de degré Celsius, même écart entre 5 et 10° que 20 et 25°, mais le 0°C n'est pas le 0° absolu.</i></p>	<p>➤ Le <b>zéro n'est pas arbitraire</b> et signifie l'absence ou la nullité</p> <p><i>Ex : Température en Kelvin, où le 0 K correspond au 0 absolu.</i></p> <p><i>Distance : 0 m → absence de distance.</i></p>	<p>➤ Valeurs <b>collectivement exhaustives et mutuellement exclusives.</b></p> <p><i>(Tout le monde peut être classé et ne peut être classés que dans une seule catégorie)</i></p> <p>➤ <b>Ordre et distances entre les catégories ignorés.</b></p> <p><i>Ex : Homme/Femme</i></p>	<p>➤ Les valeurs possibles sont <b>ordonnées selon un critère connu.</b></p> <p>➤ <b>Distance entre deux catégories adjacentes inconnue</b> et peut varier d'une paire de catégories à l'autre.</p> <p><i>Ex : degré de satisfaction, stade d'avancée d'un cancer.</i></p>

## 3. Variables quantitatives discrètes ou continues

Les variables quantitatives peuvent être classées selon deux types :

- ❖ **Discrètes** (discontinue) → Ne peut prendre que des **valeurs isolées**, souvent entières, dans un intervalle. *Ex : Nombre d'enfants, cigarettes fumées par jour ...*
- ❖ **Continues** → Peut prendre **toutes les valeurs possibles** dans un intervalle. *Ex : Poids, taille, Durée ...*
- ☠ On peut **discrétiser une valeur continue** en la regroupant en **classes** qui ne doivent être **ni trop étroites ni trop larges**.  
*Ex : L'âge lors de l'inscription sur un site → Vous avez le choix entre 17/18/19 ans ... Attention : L'âge en soi est une variable continue, on peut très bien avoir 17,3 ans !*

## 4. Codage numérique d'une variable qualitative

Les variables qualitatives peuvent être codées numériquement :

- ❖ **Codage numérique d'une variable Nominale :**

Permet de **faciliter le traitement informatique**.

*Ex : 1 : marié, 2 : divorcé, 3 : veuf*

- ❖ **Codage numérique d'une variable Ordinale :**

Remplace un choix par un nombre ou un score, **ne définit pas une quantité objectivable (mesurable) mais un rang/degré/niveau**.

- ➔ Ce nombre est **moins arbitraire** que dans le cas de la nominale car **montre une progression**.

*Ex : 0 : mauvais, 1 : moyen, 2 : bon*

- ☠ **Attention** : La numérisation d'une variable qualitative **ne la transforme pas en variable quantitative !!**