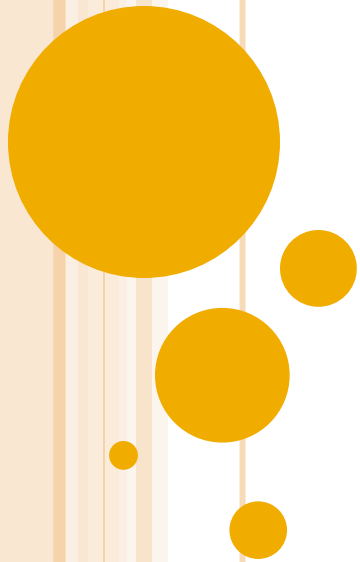


# INTRODUCTION A LA METROLOGIE ET A LA BIOMETRIE



# PLAN

## I- Définitions

## II- Grandeurs et unités

A- Unités de base

B- Préfixes

## III- Incertitudes et erreurs de mesure

A- Incertitudes

B- Erreurs de mesure

C- Caractéristiques

## IV- Présentation des résultats

A- Notation scientifique

B- Arrondis

## V- Eléments de biométrie

A- Types de caractères

B- Classification des variables

C- Variables quantitatives

D- Codage numérique

# I- DÉFINITIONS



# *Biométrie :*

Mesure des **phénomènes biologiques** pour  
l'étude quantitative et/ou qualitative des êtres  
vivants

## *Mesurer :*

Comparer une **grandeur inconnue** à une **référence** dont la traçabilité est établie

✓ *étalon : référence*

✓ *unités de référence (SI) : traçabilité*

## *Grandeur physique :*

Attribut susceptible d'être **distingué**  
**qualitativement** et **déterminé**  
**quantitativement** = repérable et mesurable

*Ex : température, pression*

## *Unité :*

Grandeur particulière choisie comme  
**référence**

## *Mesure :*

Valeur **numérique** accompagnée de son unité  
placée à droite

**MESURE = VALEUR\*UNITE**



## *Mesurage :*

Ensemble des **opérations** ayant pour but de déterminer la valeur d'une grandeur physique

# *Étalonnage :*

Ensemble des **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

***Attention*** : ne pas confondre **mesure**, **mesurage** et **étalonnage**

## II- GRANDEURS ET UNITÉS



## A- UNITÉS DE BASE

En 1960, le **système international** d'unités s'instaure et remplace les systèmes précédents.

✓ *7 unités de base* qui sont (en théorie)  
indépendantes les unes des autres

Grandeurs	Unités
Longueur	Mètre
Masse	Kilogramme
Temps	Seconde
Courant électrique	Ampère
Température	Kelvin
Quantité de matière	Mole
Intensité lumineuse	Candela

## B- PRÉFIXES

Puissance de dix	Préfixe	Symbole
$10^{24}$	yotta-	Y-
$10^{21}$	zetta-	Z-
$10^{18}$	exa-	E-
$10^{15}$	péta-	P-
$10^{12}$	téra-	T-
$10^9$	giga-	G-
$10^6$	méga-	M-
$10^3$	kilo-	k-
$10^2$	hecto-	h-
$10^1$	déca-	da-
$10^0$	-	-
$10^{-1}$	déci-	d-
$10^{-2}$	centi-	c-
$10^{-3}$	milli-	m-
$10^{-6}$	micro-	$\mu$ -
$10^{-9}$	nano-	n-
$10^{-12}$	pico-	p-
$10^{-15}$	femto-	f-
$10^{-18}$	atto-	a-
$10^{-21}$	zepto-	z-
$10^{-24}$	yocto-	y-

# QRU SOCRATIVE

A propos des unités et préfixes, donnez LA réponse vraie :

- A- le préfixe méga signifie  $10^9$
- B- le °C est l'unité de la température
- C- mesure = valeur\*unité
- D- le courant électrique se mesure en candela
- E- tout est faux

# CORRECTION : RÉPONSE C

A propos des unités et préfixes, donnez LA réponse vraie :

A- le préfixe méga signifie  $10^6$

B- le Kelvin est l'unité de la température

C- mesure = valeur\*unité

D- le courant électrique se mesure en ampère

E- tout est faux



# III- INCERTITUDES ET ERREURS DE MESURE



## A- INCERTITUDES

$$\mathbf{x-dx < X < x+dx}$$

$X$  : valeur vraie

$x$  : valeur lue, mesurée

$dx$  : incertitude de  $x$

- ✓ Quantifie la **qualité** d'une mesure
- ✓ Certifie la **fiabilité** du résultat

## **Erreur absolue :**

**Différence** entre le résultat d'un mesurage et la valeur vraie de la grandeur physique

Elle s'exprime dans **l'unité de la mesure**

$$e = |x - X|$$

## *Erreur relative :*

**Rapport** entre l'erreur de mesure et la valeur vraie

Elle s'exprime en **pourcentage**

$$er = e / X$$

## QRU SOCRATIVE

Théo et Charles jouent à la pétanque, ils mesurent la distance entre la boule de Théo et le cochonnet. Ils trouvent 1,2cm alors que la distance réelle est de 1,4cm. Calculer les erreurs relatives et absolues

A-  $e = 0,14$

B-  $er = 14\%$

C-  $e = 0,2\%$

D-  $er = 2\%$

E- tout est faux

# CORRECTION : RÉPONSE B

Théo et Charles jouent à la pétanque, ils mesurent la distance entre la boule de Théo et le cochonnet. Ils trouvent 1,2cm alors que la distance réelle est de 1,4cm. Calculer les erreurs relatives et absolues

A-  $e = 0,14$

B-  $er = 14\%$

C-  $e = 0,2\%$

D-  $er = 2\%$

E- tout est faux

$$e = 1,4 - 1,2 = 0,2$$

$$er = 0,2 / 1,4 = 0,14 = 14\%$$

## B- ERREURS DE MESURE

### *Erreurs systématiques ou biais :*

Erreurs **reproductibles** reliées à leur cause  
par une **loi physique**

✓ susceptibles d'être **éliminées**

## *Erreurs aléatoires :*

Erreurs **non reproductibles** obéissant à des lois statistiques (= hasard)



## *Erreurs accidentelles :*

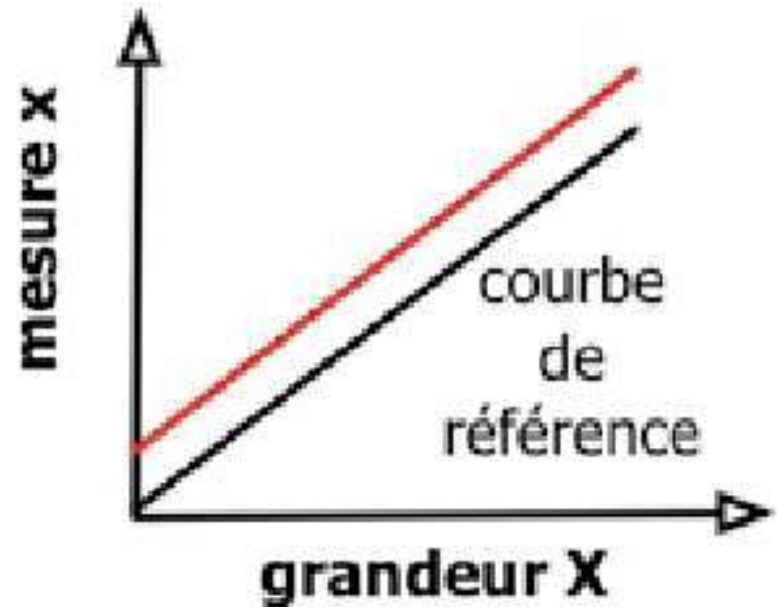
Erreurs dues à une **fausse manœuvre**, un **mauvais emploi** ou un **dysfonctionnement** de l'appareil

- ✓ non prises en compte
- ✓ il en existe 5

## *Erreurs de zéro (offset) :*

**Ne dépend pas de  
la valeur mesurée**

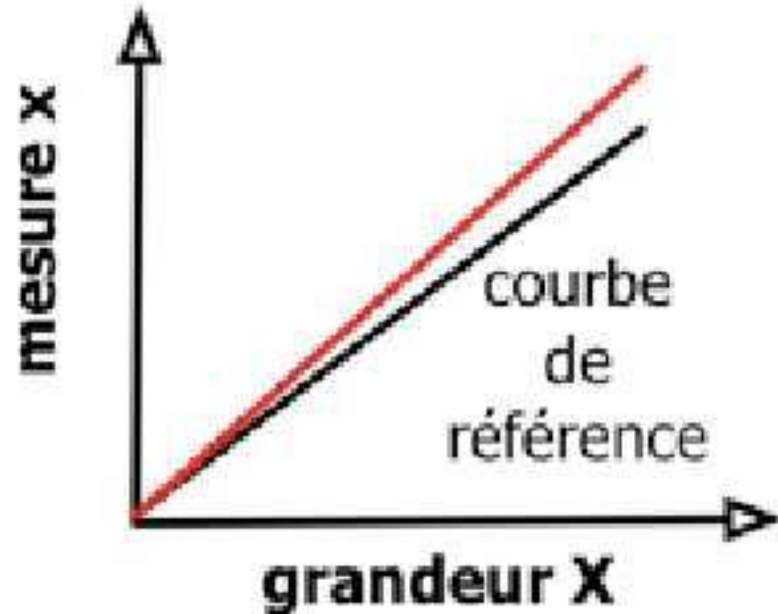
$x \neq 0$  alors que  $x = 0$



## *Erreurs d'échelle (gain) :*

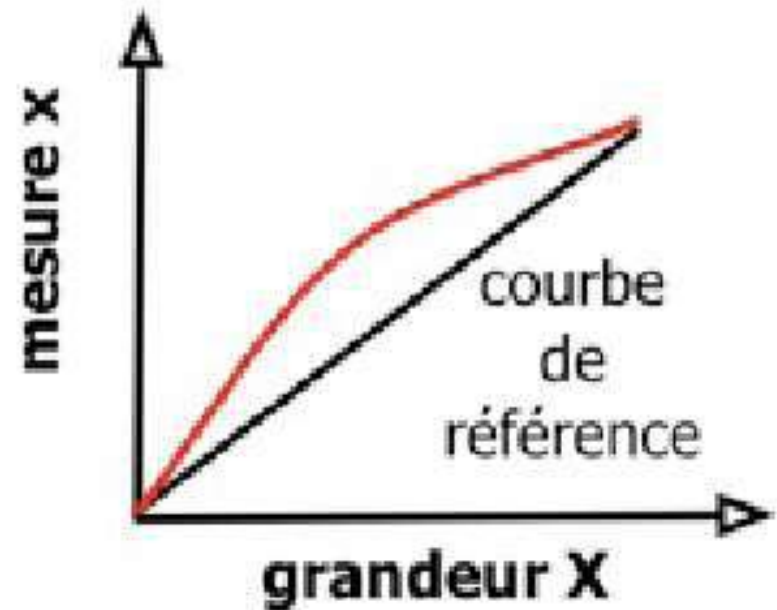
**Dépend** de façon  
**linéaire** de la valeur  
mesurée

$$\text{dB} = 20 \log (x/X)$$



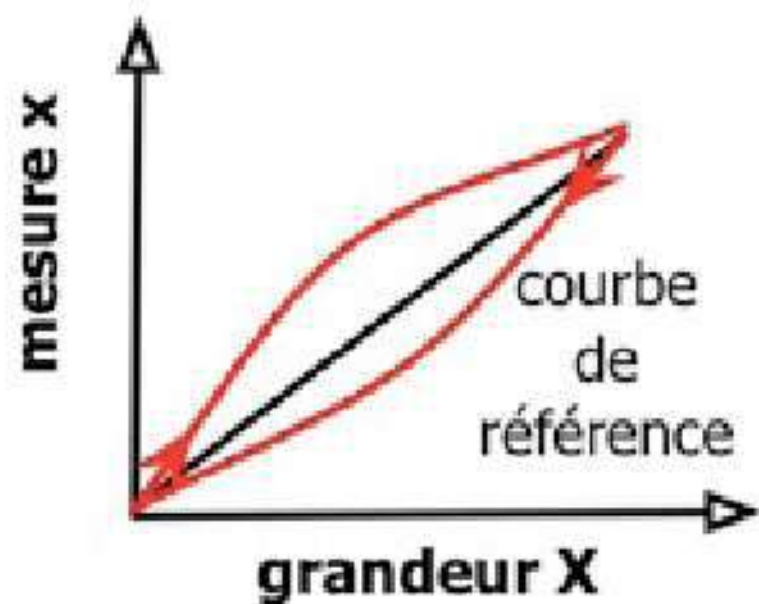
## *Erreurs de linéarité :*

La caractéristique  
n'est pas une droite



# *Erreurs due au phénomène d'hystérésis :*

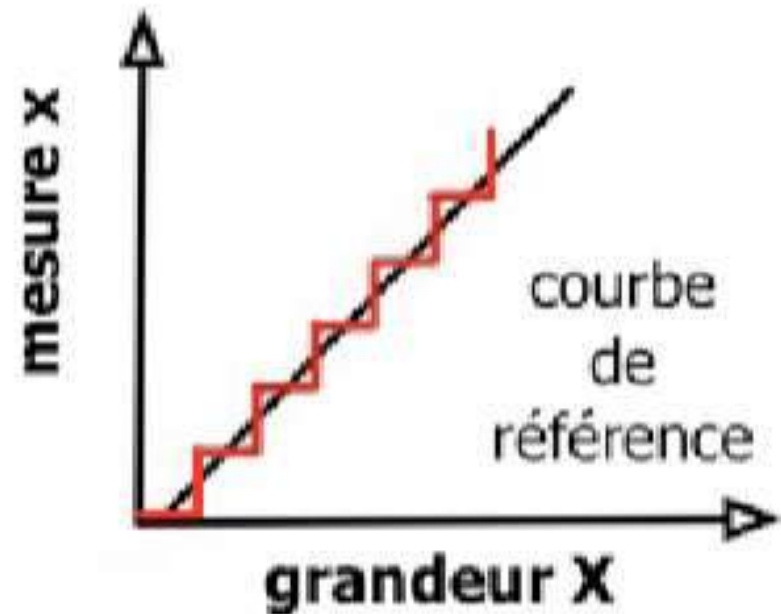
Le résultat de la mesure dépend de la mesure précédente



## *Erreurs de mobilité :*

La caractéristique  
est en **escalier**

Souvent due à une  
**numérisation** du  
signal



## C- CARACTÉRISTIQUES LORS D'UNE SÉRIE DE MESURES

### *Fidélité :*

Étroitesse entre une série de mesures et la moyenne des valeurs

✓ erreurs aléatoires

*Ex : notes de 2 élèves :*

*16 et 4 : moyenne = 10/20 → peu fidèle*

*11 et 9 : moyenne = 10/20 → fidèle*

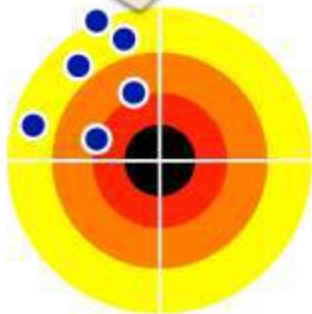
## **Justesse :**

Étroitesse entre la valeur trouvée et la valeur  
de référence

✓ erreurs systématiques

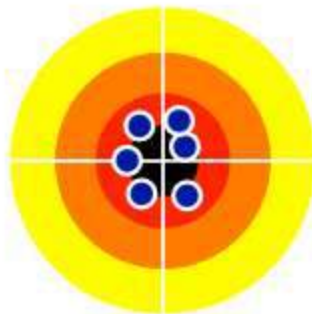


**Fidélité** : on regarde  
les points entre eux



pas fidèle  
et  
pas juste :  
**imprécis**

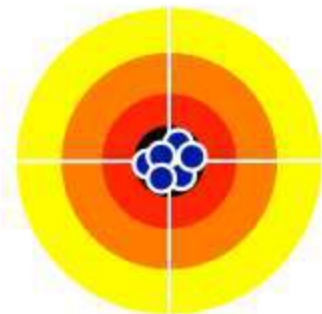
**Justesse** : on regarde  
les points avec la  
référence



pas fidèle  
mais  
juste



fidèle  
mais  
pas juste



fidèle  
et  
juste :  
**précis**

# IV- PRÉSENTATION DES RÉSULTATS



## A- NOTATION SCIENTIFIQUE

Représentation d'un nombre décimal sous la forme d'un **produit de 2 facteurs** :

- ✓ un seul chiffre non nul à gauche de la virgule
- ✓ une puissance entière de 10

Précision indiquée par le nombre de chiffres significatifs : + il y en a + c'est précis

$$Ex : 146 = 1,46.10^2$$

$$0,00008934 = 8,934.10^{-5}$$

## B- ARRONDIS

- **Par excès** :  $ex : 1,6 \rightarrow 2$
- **Par défaut** :  $ex : 4,1 \rightarrow 4$
- **Addition / soustraction** : le résultat ne doit pas avoir plus de décimales que la donnée qui en a le moins

$$Ex : 34,51 + 21,3 = 55,8$$

- **Multiplication / division** : le résultat ne doit pas avoir plus de chiffres significatifs que la donnée qui en a le moins

$$Ex : 34,51 \times 21,3 = 7,35.10^2$$

- **Logarithme** : on conserve autant de chiffres décimaux qu'il y a de chiffres significatifs

$$Ex : \log(546) = 2,737$$

- **Exponentielle** : on conserve autant de chiffres significatifs qu'il y a de chiffres décimaux

$$Ex : 10^{-5,432} = 3,69.10^{-6}$$

# V- ÉLÉMENTS DE BIOMÉTRIE



# A- TYPES DE CARACTÈRES

MORPHOLOGIQUES Forme des individus	PHYSIOLOGIQUES Fonctionnement des individus
<b>Métriques</b> Mesurables par rapport à une unité déterminée <i>Ex : taille, poids en gramme, température...</i>	<b>Métriques</b> Mesurables par rapport à une unité déterminée <i>Ex : dosages sanguins, pression artérielle, spirométrie...</i>
<b>Numériques</b> Dénombrables <i>Ex : nombre de dents</i>	<b>Appréciation numérique</b> Unité arbitraire <i>Ex : adiposité, calvitie...</i>

## B- CLASSIFICATION DES VARIABLES

QUANTITATIVE	QUALITATIVE
<p>Mesurée ou dénombrée</p> <p><i>Ex : poids, taille, nombre de cigarettes fumées par jour...</i></p>	<p>Ne peut être mesurée mais susceptible de classement</p> <p>✓ binaire : oui/non ✓ multiple</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• non ordonnées (<i>statut marital</i>)</li><li>• ordonnées (<i>gravité maladie</i>)</li></ul>



## QUANTITATIVE

INTERVALLE	RELATIVE
Valeur nulle arbitraire	Zéro non arbitraire signifiant l'absence ou la nullité
Distance séparant les catégories connue	Égalité d'intervalles et de rapport
<i>Ex : température mesurée en °C</i>	<i>Ex : température mesurée en Kelvin</i>

## QUALITATIVE

NOMINALE (catégorielle)	ORDINALE
Valeurs collectivement exhaustives et mutuellement exclusives	Valeurs classées en rang ou ordonnées selon un critère connu
Ordre des catégories et distances entre elles ignorées Chaque valeur doit être bien définie	Distance entre 2 catégories inconnue et variables d'une paire de catégories à l'autre
<i>Ex : homme / femme</i>	<i>Ex : degré de douleur, score d'Apgar</i>

## C- VARIABLES QUANTITATIVES

- **Discrète** : prend que des valeurs isolées, généralement entières

→ **dénombrement**

*ex : nombre d'enfants, âge civil*

- **Continue** : susceptible de prendre toute valeur dans un certain intervalle

→ **measure**

*ex : poids, taille, distance, âge réel*

## D- CODAGE NUMÉRIQUE

- **Variable continue** : on peut la discrétisée en la regroupant en classes de manière non arbitraire  
→ conserver la forme générale
- **Variable nominale** : codage → facilitation du TTT informatique. Ne modifie pas la nature qualitative de la variable
- **Variable ordinale** : codage → désigner la variable par un nombre ou un score qui définit un rang/degré/niveau

ET VOILÀ C'EST FIIINIIII MERCI POUR  
VOTRE ATTENTION !!!

