

Introduction à la
métrologie et à la
biométrie

SOMMAIRE



I. Introduction
& Définitions



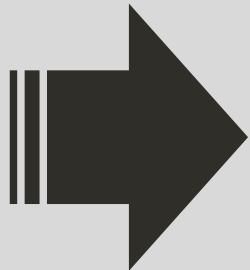
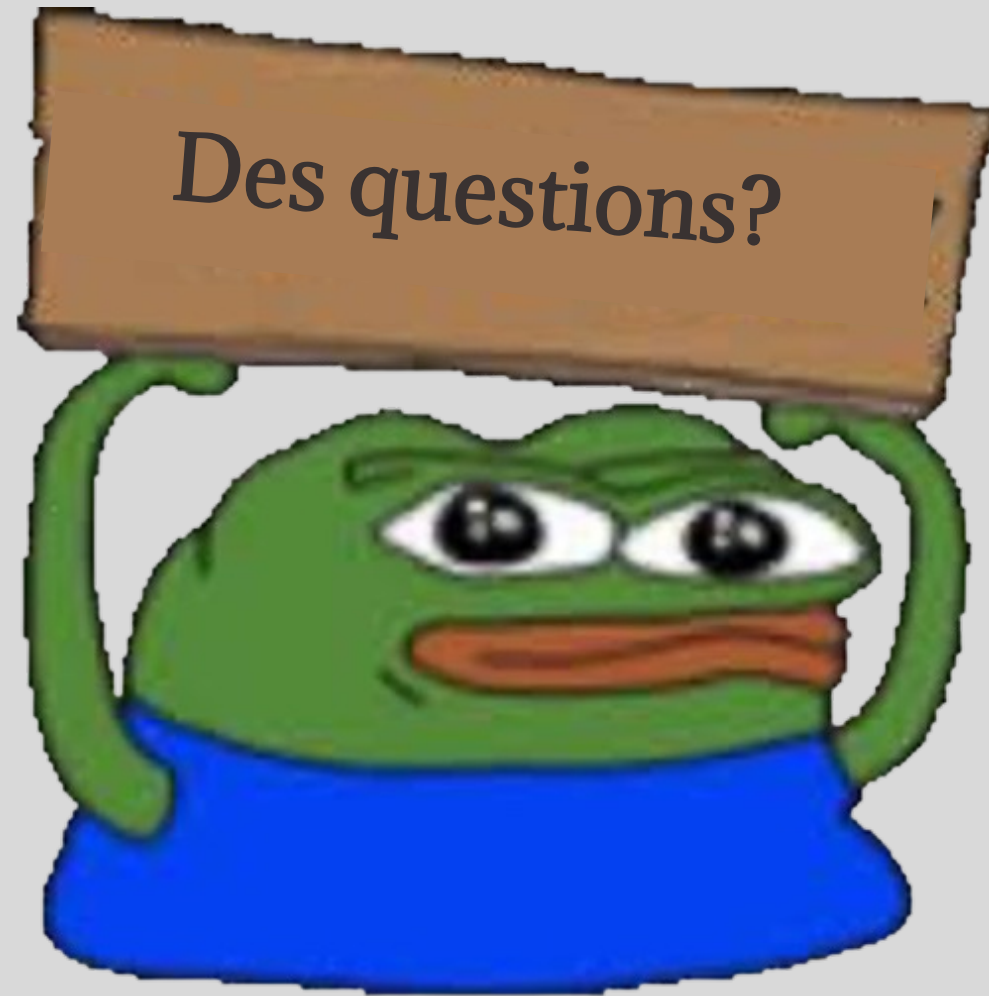
II. Incertitude
et erreurs



III. Classification
des Variables &
Codage

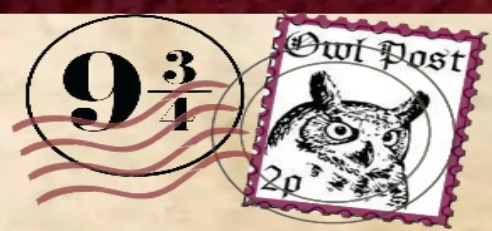


IV. QCMs



Salle Socrative : BIOSTATREINE

1. Introduction et Définition



La métrologie correspond à la mesure physico-chimique des paramètres des individus (dosages des marqueurs, ...).

BIOMETRIE = mesure des phénomènes biologiques pour l'étude quantitative et/ou qualitative des êtres vivants. (Domaines d'application : agronomie, anthropologie, écologie, médecine).

MESURER = comparer une grandeur inconnue à une référence dont la traçabilité est établie
→ Il faut disposer d'une référence (un étalon).
→ Il faut assurer la traçabilité avec des unités de référence (généralement le SI).

MESURE = valeur numérique accompagnée de son unité (placée à droite)

GRANDEUR PHYSIQUE = attribut susceptible d'être distingué qualitativement et déterminé quantitativement = repérable et mesurable. Ex : pression, température,
Les grandeurs comparables forment des ensembles : masses, longueurs, capacités.

UNITE = grandeur particulière choisie comme référence. Chaque unité est nommée, et un symbole lui est attribué (€, Ω...)

Unités :

- ❖ A l'époque il existait plus de 700 unités
- ❖ 1837 : Système métrique devenu obligatoire
- ❖ 1960 : le système international d'unités remplace le système métrique
 - La plupart des unités doublons ont été éliminées.
 - Détermination de 7 unités de base indépendantes les unes des autres.
 - Recherche à limiter le nombre des unités de base.
 - Les autres unités du SI sont appelées "unités dérivées"
 - Elles font souvent appel à des constantes universelles (ex: Charge élémentaire) ou historiques
(ex: $1\text{h}=3600\text{s}$)



Les 7 unités de base

Grandeur		Unité	
Nom	Symbole	Nom	Symbole
Longueur	L	mètre	m
Masse	M	kilogramme	kg
Temps	t	seconde	s
Courant électrique	<i>i</i>	ampère	<i>A</i>
Température	<i>T</i>	kelvin	<i>K</i>
Quantité de matière	<i>n</i>	mole	<i>mol</i>
Intensité lumineuse	<i>I</i>	candela	<i>cd</i>

Les Grandeurs dérivées

Grandeur	Unité	Symbole	Expression en fonctions des grandeurs fondamentales
Force	Newton	N	$\text{kg}\cdot\text{m}/\text{s}^2$
Travail et énergie	Joule	J	$\text{kg}\cdot\text{m}^2/\text{s}^2$
Puissance	Watt	W	$\text{kg}\cdot\text{m}^2/\text{s}^3$
Pression	Pascal	Pa	$\text{kg}/(\text{m}\cdot\text{s}^2)$
Fréquence	Hertz	Hz	s^{-1}
Charge électrique	Coulomb	C	$\text{A}\cdot\text{s}$
Potentiel électrique	Volt	V	$\text{kg}\cdot\text{m}^2/(\text{A}\cdot\text{s}^3)$
Résistance électrique	Ohm	Ω	$\text{kg}\cdot\text{m}^2/(\text{A}^2\cdot\text{s}^3)$
Capacité	Farad	F	$\text{A}^2\cdot\text{s}^4/(\text{kg}\cdot\text{m}^2)$
Champ magnétique	Tesla	T	$\text{kg}/(\text{A}\cdot\text{s}^2)$
Inductance	Henry	H	$\text{kg}\cdot\text{m}^2/(\text{s}^2\cdot\text{A}^2)$

Incertitudes et Erreurs

! !
JE JURE
SOLENNELLEMENT
QUE MES INTENTIONS
SONT MAUVAISES

L'incertitude (dx) : Le résultat de la mesure (x) d'une grandeur (X) n'est pas défini par un seul nombre, mais par un couple (x, dx) et une unité.

dx est l'incertitude sur x. Les incertitudes proviennent des différentes erreurs liées à la mesure dont on parlera après

$$x-dx < X < x+dx$$

Erreur absolue (e) : s'exprime dans l'unité de la mesure $\rightarrow e = x - X$

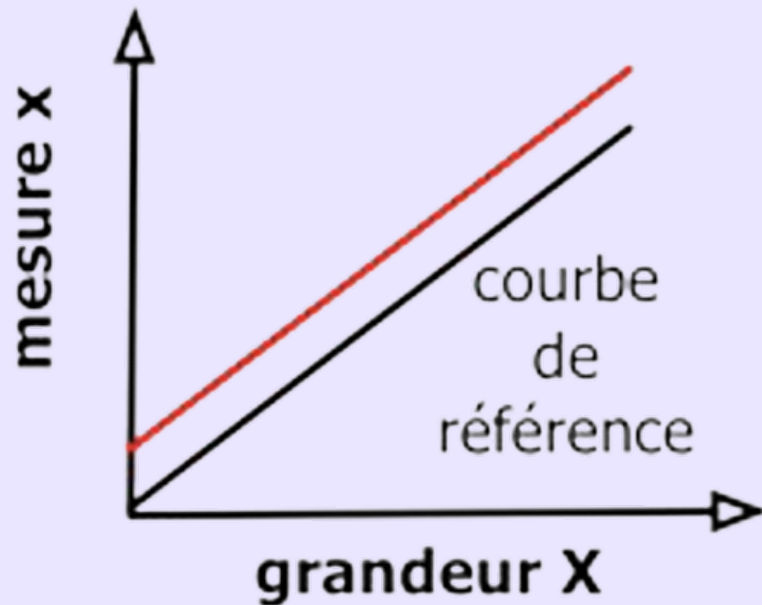
Erreur relative (er) : s'exprime en pourcentage de la grandeur mesurée $\rightarrow er = e/X$

LES ERREURS DE MESURE

Les Erreurs

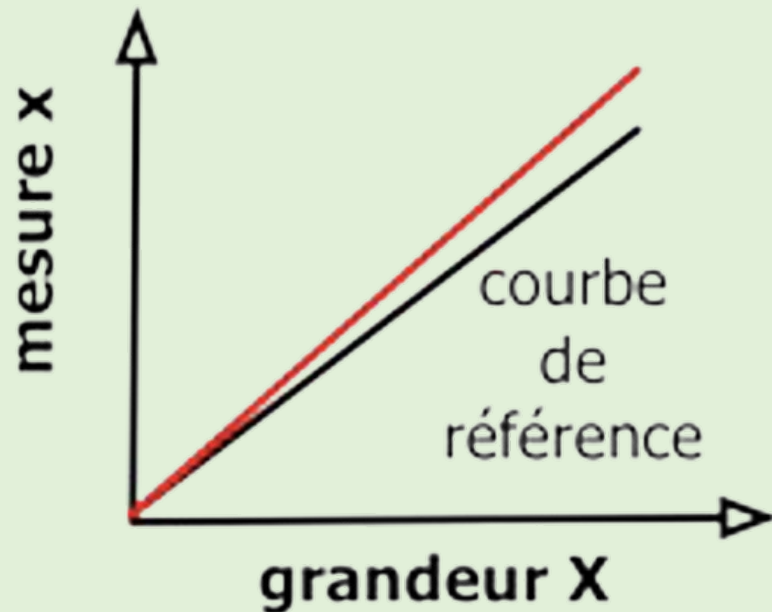
- ❖ Erreurs systématiques (ou biais) : Erreurs reproductibles dues à une loi physique, donc évitable avec des corrections convenables.
- ❖ Les erreurs aléatoires : Erreurs non reproductibles qui obéissent à des lois statistiques. (=hasard)
- ❖ Les erreurs accidentelles : Sont dues à fausse manœuvre, d'un mauvais emploi ou de dysfonctionnement de l'appareil. Elles ne sont généralement pas prises en compte dans la détermination de la mesure.

Erreur de zéro (offset)



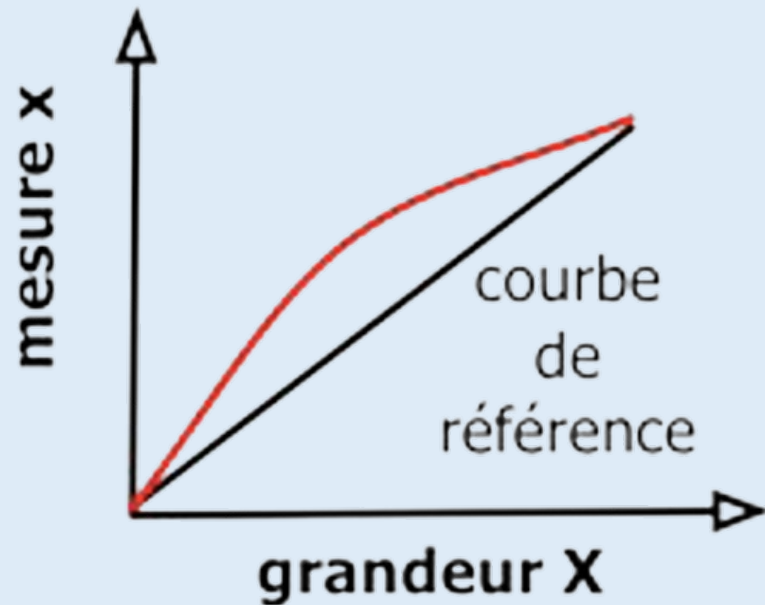
- ❖ Indépendante de la valeur de la grandeur mesurée
- ❖ Erreur de zéro vaut la valeur de x quand $X=0$

Erreur d'échelle (gain)



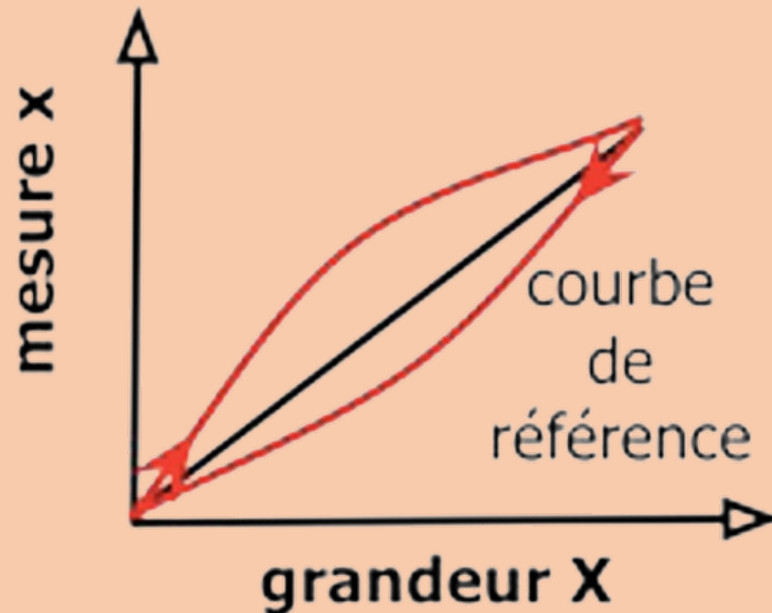
- ❖ Dépend de façon linéaire de la valeur de la grandeur mesurée
- ❖ Erreur de gain (dB) = $20 \log(x/X)$

Erreur de linéarité



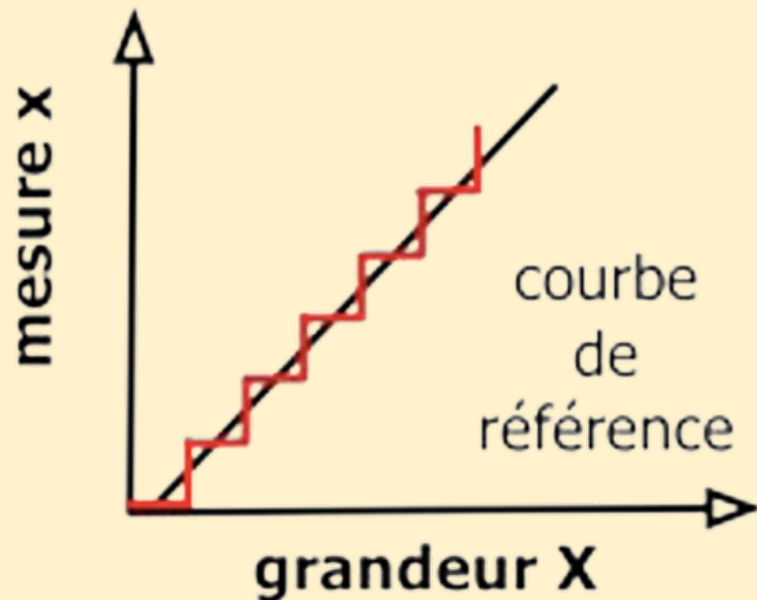
❖ La caractéristique n'est pas une droite

Erreur due au phénomène d'hystérésis



- ❖ Lorsque le résultat de la mesure dépend de la mesure précédente
- ❖ Exemple : effet de viscosité

Erreur de mobilité



- ❖ Caractéristique en escalier
- ❖ Erreur souvent due à une numérisation du signal (discrétisation d'une valeur continue en classes)

Fidélité :

Étroitesse entre une série de mesures et la moyenne des valeurs trouvées.

→ indication sur les erreurs dues au hasard.

Justesse :

Étroitesse entre la valeur trouvée et la valeur de référence.

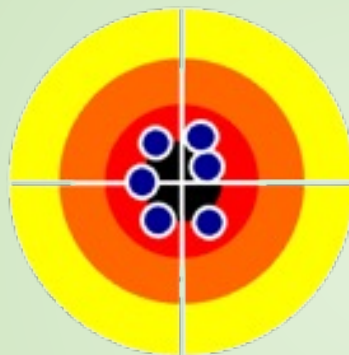
→ indication sur les erreurs systématiques (biais).

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

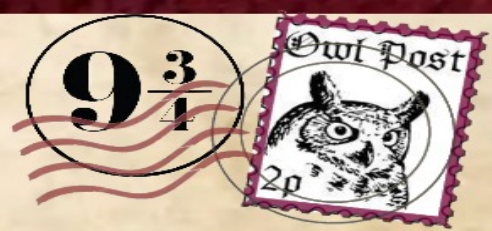


fidèle
mais
pas juste



fidèle
et
juste :
précis



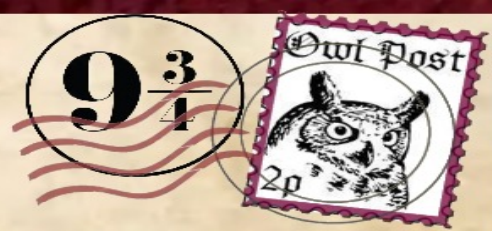


Classification des Variables :

Quantitative :	Qualitative :
<p>Mesurée ou dénombrée</p> <p><i>Ex : Taille, poids, nombre de cigarettes fumées par jour...</i></p>	<p>Ne peut être mesuré mais susceptible d'être classée</p> <ul style="list-style-type: none">❖ Binaire : oui/non❖ Multiple<ul style="list-style-type: none">- Non ordonnées (statut marital)- Ordonnées (gravité maladie)



Classification des Variables :



Quantitative :	
INTERVALLE	RELATIVE
<ul style="list-style-type: none">➤ valeur nulle arbitraire➤ La distance qui sépare deux données est connue. <p><i>Ex : température mesurée en °C</i></p>	<ul style="list-style-type: none">➤ Le zéro n'est pas arbitraire, il signifie l'absence ou la nullité➤ Il existe une égalité d'intervalles et de rapports <p><i>Ex : température mesurée en Kelvin</i></p>



Discrète

Ne prend que des valeurs isolées, entières, et dans un certain intervalle.

---> issues d'un dénombrement.

Ex : nombre d'enfants, Age civil

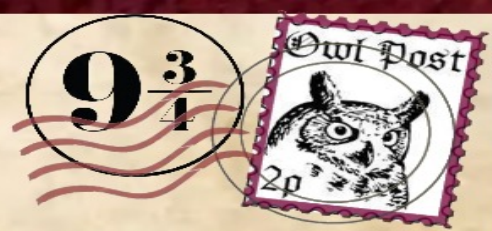
Continue

Peux prendre toute valeur dans un certain intervalle.

---> issues d'une mesure.

Ex : poids, taille, distance, Age réel

Classification des Variables :



Qualitative :

NOMINALE (catégorielle)

Les Catégories sont **collectivement exhaustives** et **mutuellement exclusives**

En gros, chaque personne peut être classé mais que dans une seule catégorie

L'**ordre** et les **distances** entre les catégories sont **ignorés**

Ex : homme / femme ou Célibataire/marié/pacsé

ORDINALE

Les valeurs sont **classées** en rang ou **ordonnées** selon un **critère connu**

La **distance** entre deux catégories qui se suivent est inconnue et varie

Ex : degré de douleur (« sur une échelle de 1 a 5 [...] »), score d'Apgar



Codage Numérique:



□ Pour une variable nominale

→ facilite le traitement des données

→ on transforme les catégories en codes numériques

Exemple : Statut marital non spécifié : 0 ; Marié : 1 ; Divorcé : 2 ; Veuf : 3

→ La variable reste QUALITATIVE

Codage Numérique:



□ Pour une variable ordinale :

→ on désigne les possibilités d'une variable ordinale par un nombre (ou score).

→ ce nombre ne désigne pas une quantité mesurable mais un rang, un degré, un niveau sur une échelle de graduation donnée.

→ Moins arbitraire que dans le cas précédent, car il a un rang dans une progression (croissante ou décroissante).

→ Souvent l'absence de la caractéristique ou bien le niveau le plus bas est codé par un 0

Discrétisation :



□ Pour une variable quantitative continue

- > En la regroupant en classes, de manière non arbitraire.
- > En conservant à la distribution sa forme générale
- > Découpage ni trop fin ni trop large.

Les différentes biométries

- La biométrie Clinique :
 - > l'échelle de l'individu.
(examen clinique, tension artérielle, tension oculaire...)
- La biométrie biologique:
 - > Plus petite échelle : cellule, molécule, ...
(liquides biologiques : sang, urines, fèces et hématologie)
- La biométrie composite :
 - > Indices cliniques : IMC, Indice de Karnofsky
 - > Indices biologiques : Temps de Quick



QCMs





QRU 1:

Parmi les réponses suivantes, indiquez la proposition exacte :

- A) Le score d'Apgar est une variable quantitative Ordinale
- B) L'âge réel est une variable discrète
- C) Une variable qualitative peut être discrète ou continue
- D) Le codage ne change pas la nature qualitative d'une variable
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses





QRU 1 : Réponse D

Parmi les réponses suivantes, indiquez la proposition exacte :

- A) Le score d'Apgar est une variable quantitative QUALITATIVE Ordinale
- B) L'âge réel CIVIL est une variable discrète
- C) Une variable qualitative QUANTITATIVE peut être discrète ou continue
- D) Le codage ne change pas la nature qualitative d'une variable
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses





QRU 2 :

Parmi les réponses suivantes, indiquez la proposition exacte :

- A) La Justesse c'est avoir une série de mesures proche de la moyenne des valeurs trouvées.
- B) La Fidélité c'est ne pas avoir un grand écart entre la valeur trouvée et la valeur de référence.
- C) Une erreur de linéarité a une courbe en escalier
- D) L'Erreur relative (e_r) s'exprime dans l'unité de la mesure
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses





QRU 2 : Réponse E

Parmi les réponses suivantes, indiquez la proposition exacte :

- A) La ~~Justesse~~ FIDÉLITÉ c'est avoir une série de mesures proche de la moyenne des valeurs trouvées.
- B) La ~~Fidélité~~ JUSTESSE c'est ne pas avoir un grand écart entre la valeur trouvée et la valeur de référence.
- C) Une erreur de ~~linéarité~~ MOBILITÉ a une courbe en escalier
- D) L'Erreur relative (e_r) s'exprime ~~dans l'unité de la mesure~~ EN %
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

