



Introduction

*À LA MÉTROLOGIE ET À LA
BIOMÉTRIE - TTR*



Définitions



Métrologie : science de la mesure

Biométrie : mesure des phénomènes biologiques pour l'étude quantitative et/ou qualitative des êtres vivants. Parmi les principaux domaines d'application de la biométrie, on peut citer l'agronomie, l'anthropologie, l'écologie et la médecine. *Je retenais que la biométrie, plus simplement, c'est la métrologie appliqué au domaine du vivant.*

Mesurer : comparer une grandeur inconnue à une référence (de même nature, prise pour unité) dont la traçabilité est établie. Il faut avoir une référence, un étalon qui soit fiable.

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.*

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.

Unité : Grandeur particulière choisie comme référence. Chaque unité est nommée, et un symbole lui est attribué (€, Ω...)

Historique Fact : le "journal" était l'unité de superficie la plus utilisée sous l'Ancien Régime. Il s'agissait de la quantité de terre qu'une charrue pouvait labourer, ou qu'un homme pouvait travailler, ou la quantité de pré qu'il pouvait faucher, etc. en une journée.

Grandeurs et unités



En 1960, le système international (SI) d'unités s'instaure et remplace tous les systèmes précédents. Les unités en usage ont été ramenées à des fonctions de 7 unités de base, qui sont théoriquement **indépendantes** les unes des autres.

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

De ces unités de base dérivent des unités dites "dérivées", qui sont des combinaisons des unités de base.

Grandeur	Unité	Symbol e	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	<u>A</u> ·s
Potentiel électrique	Volt	V	$\text{kg} \cdot \text{m}^2 / (\text{A} \cdot \text{s}^3)$
Résistance électrique	Ohm	<u>Ω</u>	$\text{kg} \cdot \text{m}^2 / (\text{A}^2 \cdot \text{s}^3)$
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	$\text{kg} \cdot \text{m}^2 / (\text{s}^2 \cdot \text{A}^2)$



L'incertitude

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

X = valeur vraie ; x = valeur lue, mesurée ; dx = incertitude de x

Le résultat de la mesure d'une grandeur est caractérisé par un couple (x , dx) et une unité de mesure. L'incertitude peut être due à la mesure, elle permet de quantifier la qualité d'un résultat (une petite incertitude garantit un résultat précis). Elle 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.

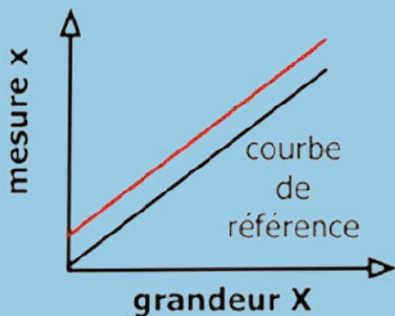
$$er = \frac{e}{X}$$

Erreur de mesure

Erreurs systématiques (ou biais) : erreurs reproductibles, reliées à leur cause par une loi physique, susceptibles d'être éliminées (correction par un calcul approprié). **Exemple** : un thermomètre mal réglé qui affiche 1°C de trop à chaque mesures/ une balance mal étalonné qui affiche 10 grammes de trop à chaque mesures

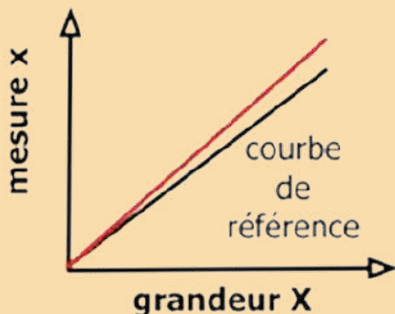
Erreurs aléatoires : erreurs non reproductibles, qui obéissent à des lois statistiques (hasard). Exemple : La goutte de sueur du laborantin qui tombe dans la solution titrée

Erreurs accidentelles : erreurs dues à une fausse manœuvre, à un mauvais emploi ou à un dysfonctionnement de l'appareil. Elles ne sont pas prises en compte lors de la détermination de la mesure.



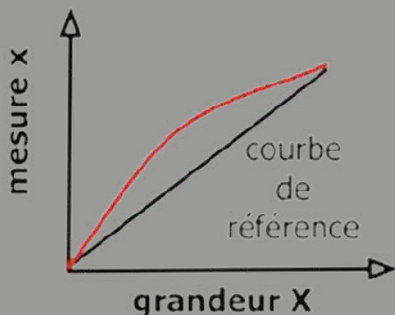
Erreur de zéro (offset)

- Ne dépend pas de la valeur de la grandeur mesurée
- Erreur de zéro = valeur de x quand $X=0$



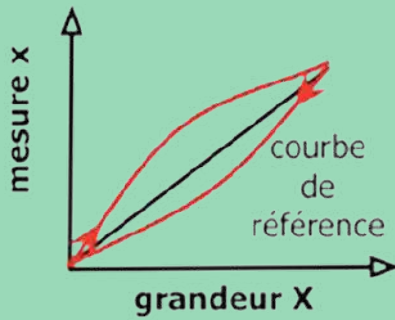
Erreur d'échelle (gain)

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



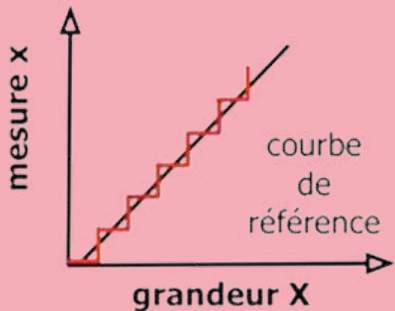
Erreur de linéarité

- La caractéristique n'est pas une droite



Erreur due au phénomène d'hystérésis

- Il y a un phénomène d'hystérésis lorsque le résultat de la mesure dépend de la précédente mesure
- Par exemple : effet de viscosité



Erreur de mobilité

- La caractéristique est en escalier. Cette erreur est souvent due à une numérisation du signal (discrétisation d'une valeur continue en classes)

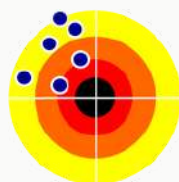
Fidélité¹ et justesse



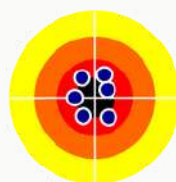
Fidélité : étroitesse entre une série de mesures et la moyenne des valeurs. Donne une indication sur les erreurs aléatoires. Exemple : Si 2 élèves passent un contrôle, on a 2 cas :

- l'un obtient 18, et l'autre 2 : moyenne 10/20, très peu fidèle,
- l'un obtient 11, et l'autre 9 : moyenne 10/20, fidèle

Justesse : étroitesse entre la valeur trouvée et la valeur de référence. Donne une indication sur les erreurs systématiques. Exemple : Si une balance est faussée, toutes les valeurs seront loin de la valeur vraie.



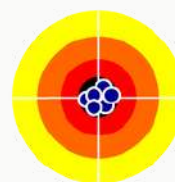
pas fidèle
et
pas juste :
imprécis



pas fidèle
mais
juste



fidèle
mais
pas juste



fidèle
et
juste :
précis



Classification des variables

VARIABLE QUANTITATIVE		VARIABLE QUALITATIVE	
Mesurée ou dénombrée <i>Ex : taille, poids, nombre de cigarettes fumées par jour, ...</i>		Ne peut être mesurée, mais susceptible de classement Binaire (oui/non) ou Multiple Non ordonnée (<i>ex : statut marital</i>) ou ordonnée (<i>ex : gravité d'une maladie</i>)	
INTERVALLE	RELATIVE	NOMINALE (catégorielle)	ORDINALE
Il existe une valeur nulle arbitraire.	Le zéro n'est pas arbitraire et signifie l' absence ou la nullité .	Les valeurs sont collectivement exhaustives et mutuellement exclusives (<i>tout le monde peut être classé, mais dans 1 seule catégorie</i>).	Les valeurs sont classées en rang ou ordonnées selon un critère connu.
La <u>distance</u> qui sépare 2 catégories est connue .	Il existe une égalité d'intervalles et de rapports.	L' <u>ordre</u> des catégories et les <u>distances</u> existant entre elles sont ignorés , et chaque valeur doit être bien définie.	La <u>distance</u> existant entre 2 catégories adjacentes n'est pas connue et peut varier d'une paire de catégories à l'autre.
<i>Ex : température mesurée en °C</i>	<i>Ex : température mesurée en Kelvin</i>	<i>Ex : homme / femme</i>	<i>Ex : degré de douleur (pas mal / mal / très mal), score d'Apgar (= état initial d'un nouveau-né)</i>

Il existe deux types de variables quantitatives :

DISCRÈTE (discontinue) : ne prend que des valeurs isolées, généralement entières, appartenant à un certain intervalle. Valeurs issues d'un dénombrement. *Ex : nombre d'enfants, âge civil*

CONTINUE : susceptible de prendre toute valeur dans un certain intervalle. Valeurs issues d'une mesure. *Ex : poids, taille, distance, âge réel*

Codage numérique



Variable continue → on peut discrétiser une variable continue en la regroupant en classes, de manière non arbitraire. L'objectif est de conserver à la distribution sa forme générale : le découpage ne doit pas être ni trop fin ni trop large.

- S'il est trop grossier (faible nombre de classes) → perte d'information et schématisation extrême.
- S'il est trop fin (grand nombre de classes) → l'effectif de chaque classe et la répartition est trop aléatoire.

Ex : discrétisation de l'âge des individus en classe d'âge : 1) 0-2ans ; 2) 2-6ans ; ...

Variable nominale → le codage permet de faciliter le traitement informatique des données, mais il ne modifie pas la nature qualitative de la variable.

Ex : 0 = homme ; 1 = femme

Variable ordinale → le codage permet de désigner la variable par un nombre ou un score, qui définit un rang/degré/niveau, et non pas une quantité objectivable. Ce nombre est moins arbitraire, car il montre une progression. En général, l'absence de caractéristique ou le niveau le plus bas est codé par un 0.

Ex : satisfaction : 0=non satisfait, 1=satisfait, 2=très satisfait



Il existe 3 grandes biométries :

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

C'est la fin de ce premier cours ! Les parties sur les erreurs, incertitudes et sur les variables sont très importantes et apparaissent souvent en QCM mais ne négligez rien pour autant. Attention ce n'est pas que du "par cœur" vous devez comprendre les concepts pour les utiliser dans des contextes nouveaux (je donne la variables "stade d'extension d'une tumeur" et vous me la classez par exemple). Si vous avez la moindre question go forum :)