

Pr. Staccini

Papa Ours



COURS N°1 : INTRODUCTION À LA METROLOGIE ET A LA BIOMETRIE

1

PLAN DU COURS :

- I. Grandeurs et unités
- II. Incertitude et erreurs de mesures
- III. Présentation des résultats
- IV. Caractères et variables

Que la force
soit avec vous
pour survivre à
ce cours !!



I. GRANDEURS ET UNITÉS

Quelques définitions :

- **Mesurer** : Comparer une **grandeur inconnue** à une **référence** dont la traçabilité est établie.
- **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.
- **Etalonnage** : 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.

Unités

- Avant : Plein d'unités plus ou moins pratiques
- Maintenant : 7 unités de bases, théoriquement indépendantes entre elles
→ **Harmonisation du système international**

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

- **Toutes** les autres unités du S.I en sont dérivées.
- Attention à ne pas confondre **unités et grandeurs** !

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	μ	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. INCERTITUDE ET ERREURS DE MESURES

$$X = x \pm dx$$

- $dx \rightarrow$ incertitude
 - Souvent liée à la mesure.
 - Quantifie la qualité d'un résultat.
 - Permet de donner un intervalle dans lequel se trouve la valeur vraie : $[x-dx ; x+dx]$

Erreur Absolue : e

$$e = x - X$$

- ✓ **Différence** entre la mesure réalisée et la valeur vraie
- ✓ Dans l'**unité** de mesure

Exercice :

Pierre va faire ses courses au super marché, il achète 3,5 kg de riz, arrivé chez lui Pierre trouve que son sac de riz n'est pas si lourd que ça et se demande s'il ne s'est pas fait arnaquer. Or Pierre aime l'argent et n'aime pas le gaspiller ! Il décide donc de peser son sac de riz et la balance affiche 2,6 kg, en considérant la balance de Pierre comme bien réglée, quelle est l'erreur de la balance du supermarché ?

A : 3,5 kg B : 0,9 m C : 0,90 kg D : 9000g E : 9,0.10² g

Erreur Absolue : e

$$e = x - X$$

- ✓ **Différence** entre la mesure réalisée et la valeur vraie
- ✓ Dans l'**unité** de mesure

Exercice :

Pierre va faire ses courses au supermarché, il achète 3,5 kg de riz. Arrivé chez lui Pierre trouve que son sac de riz n'est pas si lourd que ça et se demande s'il ne s'est pas fait arnaquer. Or Pierre aime l'argent et n'aime pas le gaspiller ! Il décide donc de peser son sac de riz, la balance affiche 2,6 kg. En considérant la balance de Pierre comme bien réglée, quelle est l'erreur de la balance du supermarché ?

A : 3,5 kg B : 0,9 m C : 0,90 kg D : 9000g E : 9,0.10² g

Réponse : CE

Erreur Relative : er

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

- ✓ **Rapport** entre l'erreur de mesure et la valeur vraie.
- ✓ **En pourcentage.**

Exercice :

Pierre est vraiment mécontent et veut écrire une lettre au responsable du supermarché car il espère obtenir un geste commercial. Cependant Pierre se dit que s'il râle pour 0,9 kg de riz il va passer pour un clown (Et Pierre n'aime pas les clowns). Il décide donc de calculer l'erreur relative du magasin car il sait que ça fera plus sérieux dans la lettre. Quelle est l'erreur relative de la balance du magasin ?

A : 35 % B : 26 % C : 0,35 kg D : 2,90
E : On s'en fiche de toute façon le riz c'est pas bon.

Erreur Relative : er

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

- ✓ **Rapport** entre l'erreur de mesure et la valeur vraie.
- ✓ En **pourcentage**.

Exercice :

Pierre est vraiment mécontent et veut écrire une lettre au responsable du supermarché car il espère obtenir un geste commercial. Cependant Pierre se dit que s'il râle pour 0,9 kg de riz il va passer pour un clown (Et Pierre n'aime pas les clowns). Il décide donc de calculer l'erreur relative du magasin car il sait que ça fera plus sérieux dans la lettre. Quelle est l'erreur relative de la balance du magasin ?

A : 35 % B : 26 % C : 0,35 kg D : 2,90

E : On s'en fiche de toute façon le riz c'est pas bon.

Réponse : AE (Enfin ça dépend avec quoi parfois c'est bon quand même)

3 types d'erreurs de mesures possibles :

❖ Erreurs systématiques ou biais :

- Se **reproduit à chaque mesure**,
- Expliquée par une loi physique
- Peut donc être **corrigée par un calcul approprié**.

Ex : Balance mal étalonnée.

❖ Erreurs aléatoires :

- **Erreur non reproductible**
- Obéit à des lois statistiques.

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

❖ Erreurs accidentelles :

- **Mauvais emploi ou dysfonctionnement** de l'appareil de mesure
- Pas pris en compte dans les mesures.

Ex : Erreur de manipulation.

Deux caractéristiques 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).

Justesse :

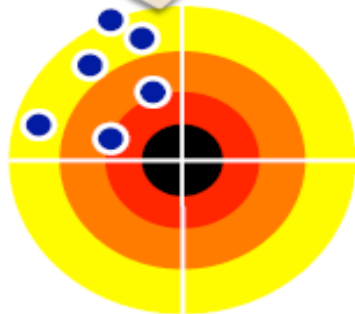
Etroitesse entre une série de valeurs et la valeur vraie

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.

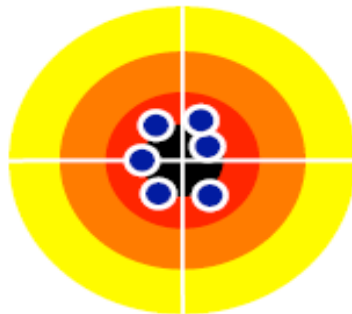
On peut être juste et pas fidèle ou l'inverse !!

Fidélité : on regarde
les points entre eux



pas fidèle
et
pas juste :
imprécis

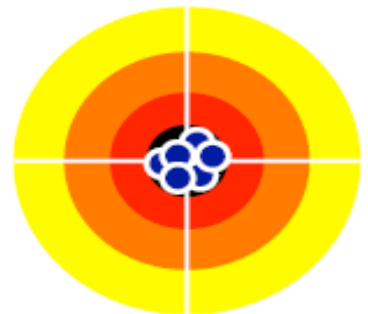
Justesse : on regarde
les points avec la
référence



pas fidèle
mais
juste



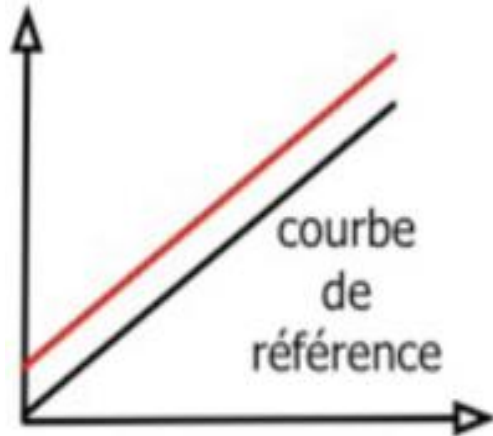
fidèle
mais
pas juste



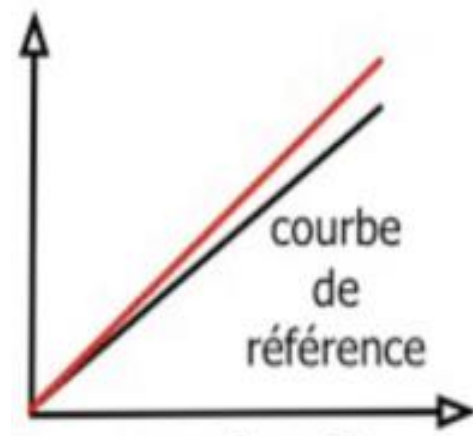
fidèle
et
juste :
précis

Erreurs de mesures fréquentes :

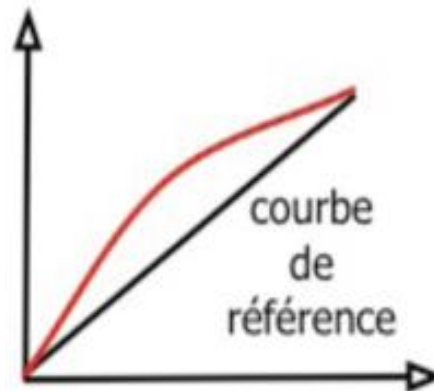
Erreur de zéro :



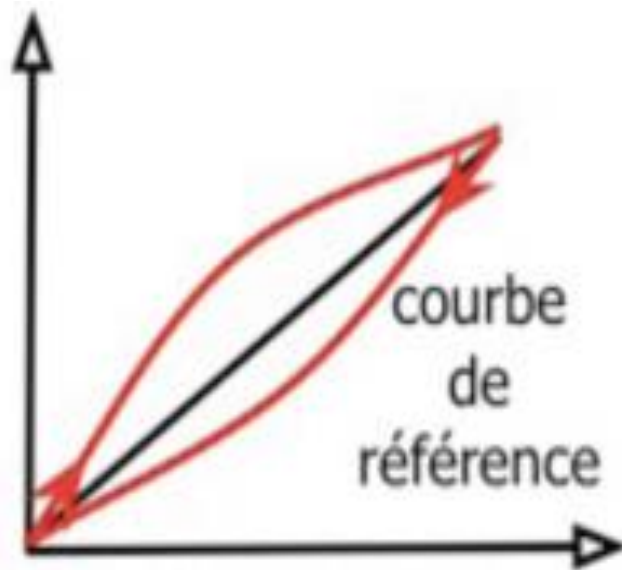
Erreur de gain :



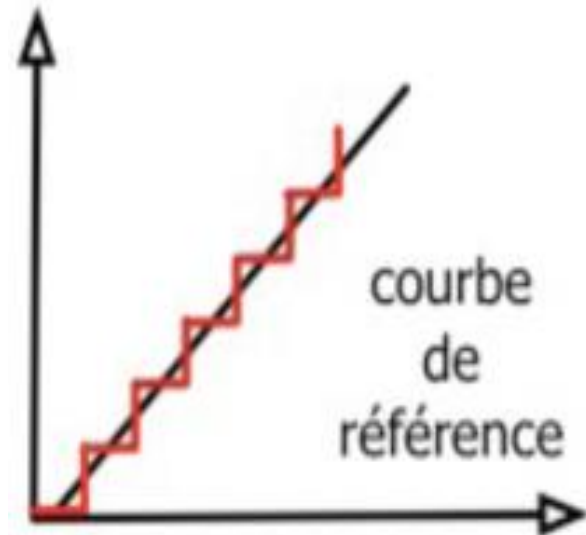
Erreur de linéarité :



Phénomène d'hystérésis :



Erreur de mobilité :



III. PRÉSENTATION DES RÉSULTATS

○ Notation scientifique :

- Un seul chiffre à Gauche de la virgule, avec un nombre variables 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 ≥ 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.

Exercice :

Mettez ces nombres et les résultats des calculs en écriture scientifique :

$$734,18 \rightarrow 7,3418 \cdot 10^2$$

$$12 * 31,2 \rightarrow 3,7 \cdot 10^2$$

$$0,054 * 2 \rightarrow 1 \cdot 10^{-1}$$

$$1,6 * 7 \rightarrow 1 \cdot 10^1$$

**Bravo vous savez
compter !!**

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



Types de caractères :

○ Caractères morphologiques → **Forme des individus.**

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

○ Caractères physiologiques → **Santé des individus.**

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

Types de variables :

21

Variable quantitative		Variable Qualitative	
Mesurée ou dénombrée		Ne peut pas être mesurée ou dénombrée mais peut être susceptible d'être classée <ul style="list-style-type: none"> • <u>Binaire</u> : Oui/non • <u>Multiple</u> : (plusieurs choix) 	
2 échelles de variations possibles :		2 échelles de variations possibles :	
Par intervalle	Relative	Nominale	Ordinale
➤ Valeur nulle arbitraire. ➤ Distance séparant deux données ou deux catégories connues.	➤ Le zéro n'est pas arbitraire et signifie l'absence ou la nullité	➤ Valeurs collectivement exhaustives et mutuellement exclusives. ➤ Ordre et distances entre les catégories ignorés.	➤ Les valeurs possibles sont ordonnées selon un critère connu. ➤ Distance entre deux catégories adjacentes inconnue et peut varier d'une paire de catégories à l'autre.

Variables quantitatives discrètes ou continues :

Discrètes (discontinue) :

- Valeurs **isolées**
- Souvent **entières**

Ex : Nombre d'enfants, cigarettes fumées par jour ...

Continues :

→ Peut prendre **toutes les valeurs possibles** dans un intervalle.

- ❖ On peut **discrétiser une valeur continue** en la regroupant en **classes** qui ne doivent être **ni trop étroites ni trop larges**.

Codage numérique d'une variable qualitative :

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

FIIINNNNIIIII !!!!!

