

GRANDEURS ET UNITES

Définitions

- ♦ **Mesurer** = comparer une grandeur inconnue à une référence dont la traçabilité est établie.
- ♦ **Grandeur physique** = tout attribut d'un phénomène, d'un corps ou d'une substance, susceptible d'être **distingué qualitativement** et **déterminé quantitativement** : attribut repérable et mesurable.
- ♦ **Unité** = dans un ensemble de grandeurs, une unité est une grandeur particulière choisie comme **référence** à laquelle toutes les autres sont comparées
- ♦ **MESURE = VALEUR * UNITE**
- ♦ **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.

Unités de base

- Les unités en usage ont été ramenées à des fonctions de **7 unités de base**.
- Ces 7 unités de base sont (en théorie) **indépendantes les unes des autres**.
- Les autres unités du SI sont appelées "unités dérivées".

GRANDEURS DE BASE	
Grandeur	Unité (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)

GRANDEURS DERIVES	
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 (Ω)
Capacité	Farad (F)
Champ magnétique	Tesla (T)
Inductance	Henry (H)

Standard prefixes for the SI units of measure

Multiples	Name	deca-	hecto-	kilo-	mega-	giga-	tera-	peta-	exa-	zetta-	yotta-
	Symbol	da	h	k	M	G	T	P	E	Z	Y
	Factor	10 ⁰	10 ¹	10 ²	10 ³	10 ⁶	10 ⁹	10 ¹²	10 ¹⁵	10 ¹⁸	10 ²¹
Fractions	Name	deci-	centi-	milli-	micro-	nano-	pico-	femto-	atto-	zepto-	yocto-
	Symbol	d	c	m	μ	n	p	f	a	z	y
	Factor	10 ⁰	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻⁶	10 ⁻⁹	10 ⁻¹²	10 ⁻¹⁵	10 ⁻¹⁸	10 ⁻²¹

Multiples et sous-multiples décimaux

Le cumul des préfixes n'est pas autorisé. L'ensemble formé par le symbole d'une unité constitue un nouveau symbole insécable que l'on peut élever à une puissance. **Les préfixes SI ne peuvent pas être utilisés avec : les unités d'angle "°, '°, °"; les unités de temps min, h, d ; les unités de surface a, ha ; le carat métrique ct ; la dioptrie et le millimètre de mercure.**

INCERTITUDE ET ERREURS DE MESURE

- ♦ **Grandeur physique (X)** : Paramètre qui doit être contrôlé lors de l'élaboration d'un produit ou de son transfert. Exemple : pression, température, niveau.
- ♦ **Mesurage** : C'est l'ensemble des opérations ayant pour but de déterminer la valeur d'une grandeur physique.
- ♦ **Mesure (x)** : C'est l'évaluation d'une grandeur par comparaison avec une autre grandeur de même nature prise pour unité.

- Chaque résultat doit être accompagné d'une incertitude
- L'incertitude quantifie la qualité du résultat, le doute que l'on a sur la valeur annoncée
- L'incertitude permet à l'utilisateur du résultat d'en apprécier sa fiabilité

Importance du calcul des incertitudes : Interprétation et prise de décision

Les incertitudes proviennent des différentes erreurs liées à la mesure

Ainsi, on a : $x - dx < X < x + dx$

avec x : valeur lue ; X : valeur vraie ; dx : incertitude

- ♦ **Erreur absolue (e)** : C'est le résultat d'un mesurage moins la valeur vraie de la grandeur physique. Une erreur absolue s'exprime **dans l'unité de la mesure**.
 $e = x - X$
- ♦ **Erreur relative (er)** : C'est le rapport de l'erreur de mesure à la valeur vraie de la grandeur physique. Une erreur relative s'exprime généralement **en pourcentage** de la grandeur mesurée.

$$er = e/X$$

Erreurs de mesure

Erreurs systématiques (biais)

- reproductibles
- reliées à leur cause par une loi physique
- susceptible d'être éliminées par des corrections convenables.

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

- non reproductibles
- obéissent à des lois statistiques.

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

Erreurs accidentelles

- fausse manœuvre, d'un mauvais emploi ou de dysfonctionnement de l'appareil.
- généralement non prises en compte dans la détermination de la mesure.

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

Justesse

Traduit l'écart entre la valeur trouvée et la valeur de référence.
Fournit une indication sur les erreurs systématiques (biais).

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

Fidélité

Traduit l'écart entre une série de mesures et la moyenne des valeurs trouvées.
Fournit une indication sur les erreurs dues au hasard.

Ex : Deux élèves passent un contrôle.

1^{er} cas de figure

L'un obtient 18, l'autre 2 → Moyenne : 10/20 →
Les notes des 2 élèves s'éloignent de la moyenne → Peu fidèle.

2^{ème} cas de figure

L'un obtient 11, l'autre 9 → Moyenne : 10/20 →
Les notes des 2 élèves sont proches de la moyenne → Fidèle.

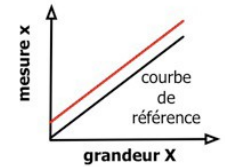
- Imprécis : Ni juste ni fidèle

- Précis : Juste et Fidèle

!! On peut être juste sans être fidèle ou encore fidèle sans être juste !!

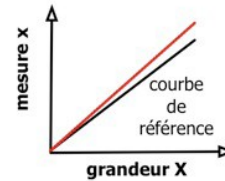
Erreur de zéro (offset)

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



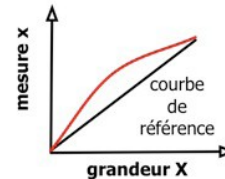
Erreur d'échelle (gain)

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



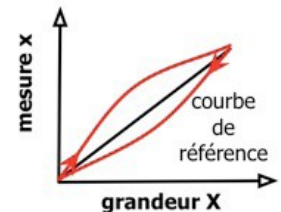
Erreur de linéarité

La caractéristique n'est pas une droite



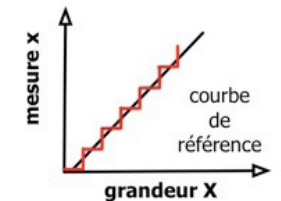
Erreur due au phénomène d'hystérésis

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)



PRESENTATION DES RESULTATS

Notation scientifique

Le premier facteur	Le second facteur
Un seul chiffre à gauche de la virgule compris entre 1 et 9, puis un nombre variable de décimales, qui dépend de la précision de la mesure.	Puissance entière de 10

→ La notation scientifique permet de connaître **immédiatement l'ordre de grandeur** du nombre puisqu'il s'agit de la valeur de l'exposant.

Chiffres significatifs et précision

Dans un nombre, les chiffres autres que zéro sont significatifs. Les zéros placés en tête du nombre ne sont pas significatifs.

7,56 → 3 chiffres significatifs 8500 → 4 chiffres significatifs 0,56 → 2 chiffres significatifs

Présentation du résultat d'un calcul

REGLE ADDITION / SOUSTRACTION : le résultat ne doit pas avoir plus de décimales que la donnée qui en a le moins.

Ex : $25,42 + 72,5 = 97,9$

REGLE MULTIPLICATION / DIVISION : Pour une multiplication ou une division, le résultat ne doit pas avoir plus de chiffres significatifs que la donnée qui en a le moins.

Ex : $25,42 \times 72,5 = 1,84 \times 10^3$

Arrondi arithmétique

La dernière décimale à droite doit être arrondie :

Arrondissement par défaut	Arrondissement par excès
Au chiffre précédent si la décimale suivante est strictement inférieur à 5 . Ex : 5,9583 ↔ 5,958 (au millième)	Au chiffre supérieur si la décimale suivante est supérieur ou égale à 5 . Ex : 5,9587 ↔ 5,959 (au millième)

Cette méthode limite l'accumulation d'erreurs lors de calculs successifs.

Arrondi avec un logarithme

Logarithme en base 10	Exponentielle en base 10
X chiffres significatifs dans le nombre de départ → X décimales dans le résultat Ex : $x = 1,613 \rightarrow 4$ chiffres significatifs $\log(x) = 1,2076 \rightarrow 4$ chiffres après la virgule	X décimales dans le nombre de départ → X chiffres significatifs dans le résultat. Ex : $x = -4,122 \rightarrow 3$ décimales $10^x = 7,55 \cdot 10^{-5} \rightarrow 3$ chiffres significatifs

ELEMENTS DE BIOMETRIE

Caractères morphologiques (ont trait à la forme des individus)

Caractères métriques	Caractères numériques
Pouvant être mesurés par rapport à une unité déterminée: taille, longueur ; poids, température	Basés sur l'énumération et le décompte de différentes parties : nombre de ...

Caractères physiologiques (ont trait au fonctionnement de l'organisme)

Métriques (avec une unité)	Appréciation qualitative (unité arbitraire)
dosages sanguins, pression artérielle, spirométrie	adiposité, calvitie, ...

Classification des variables

Variables quantitatives		Variables qualitatives	
Caractère mesuré ou dénombré		Ne peut être mesurée mais est susceptible de classement <ul style="list-style-type: none"> binaire (2 modalités) : Oui/Non – Homme/Femme multiple (plusieurs modalités) 	
Par intervalle Possède une valeur nulle arbitraire → La distance qui sépare deux données ou deux catégories est connue <i>Échelle de degrés Celsius pour mesurer la température</i> ↔ Même écart entre 5 et 10°C qu'entre 20 et 25°C. Mais le 0°C n'est pas la température nulle absolue. <i>Les données sur une échelle circulaire comme l'heure, la date</i>	Relative L'égalité d'intervalles et de rapports peut être déterminée → Sur cette échelle, le zéro n'est pas arbitraire et signifie effectivement l'absence ou la nullité. <i>Température mesurée en Kelvin</i> ↔ 0 K = Température nulle absolue. <i>Mesures de longueur, de surface, de capacité, de pression.</i>	Nominale/Catégorielle Les valeurs (ou catégories) sont : Collectivement exhaustives (tous les individus doivent pouvoir être décrits / classés) Mutuellement exclusives (chaque individu ne peut être classé que dans une seule catégorie) → L'ordre des catégories et les distances existant entre elles sont ignorés → Chaque valeur / catégorie doit être bien définie <i>Statut social : seul, en couple ...</i> <i>Statut marital : vie maritale, pacs, marié, veuf, divorcé ...</i>	Ordinale Les valeurs possibles sont classées en rang ou ordonnées selon un critère connu (via une échelle visuelle analogique / d'évaluation numérique / d'évaluation verbale) → La distance existant entre deux catégories adjacentes n'est pas connue et peut varier d'une paire de catégories adjacentes à l'autre <i>Degré de satisfaction</i> <i>Classification des adénocarcinomes du rectum</i>