

## La mesure en Physique

La mesure physique est l'estimation d'une grandeur ou dimension (longueur, durée, masse ...) en relation avec un étalon ou unité de mesure. Le résultat d'une mesure s'exprime sous la forme d'un multiple de l'étalon-unité appelé valeur ou mesure et accompagné du symbole de l'étalon-unité concerné.

**Exemple** : une règle de 30 cm → la valeur « 30 » et l'unité « cm » indique que la règle mesure 30 fois le centième de l'étalon de longueur (le mètre).

Le système international d'unités renferme 7 unités de base.

Dimension	Longueur	Masse	Durée	Quantité	Température	Intensité électrique	Intensité lumineuse
Unité	mètre	kilogramme	seconde	mole	kelvin	ampère	candela
symbole	m	kg	s	mol	K	A	Cd

**NB** : A partir de ces unités de base, on peut construire toutes les autres unités (dites secondaires). C'est le cas pour les unités de surface, de masse volumique, etc... mais aussi pour les unités directes telles que le newton (symbole : N), qui n'est autre que le mètre-kilogramme par seconde carrée. Nous verrons beaucoup d'autres exemples de cette cohérence dimensionnelle de la Physique cette année.

**Mesurer, c'est comparer** : comparer la grandeur étudiée avec l'étalon.

C'est bien là une remarque essentielle : la mesure n'est pas le résultat exact d'un calcul. Une grandeur physique ne peut pas être mesurée exactement : il n'y a pas de « vraie » valeur mais chaque résultat du processus de mesure est valable si tant est.

Toute mesure est une estimation et comporte une incertitude, due par exemple aux conditions expérimentales : conditions climatiques, utilisateur, conception de l'appareillage de mesure ...

Par convention<sup>1</sup>, on peut admettre que l'incertitude absolue sur la mesure, notée  $\Delta L$ , est égale à la dernière unité affichée (ou, plus logiquement, à la moitié de celle-ci).

→ avec un réglet métallique de 30 cm, gradué tous les millimètres, l'incertitude absolue est  $\Delta L = 1 \text{ mm} = 0,1 \text{ cm}$ . On ne peut pas descendre en-dessous de cette longueur, et toute mesure à la règle se fait à 0,1 cm près. Il est alors vain de vouloir atteindre des précisions de l'ordre du demi-millimètre ; on dira alors par exemple qu'un segment de 10,8 cm d'après la règle a une longueur comprise entre 10,7 et 10,9 cm...

Pour comparer simplement deux mesures, on introduit parfois la notion d'incertitude relative, exprimée

en pourcents, et égale à  $100 \times \frac{\Delta L}{L}$ .

→ pour le réglet métallique, pour une mesure de  $L = 10,8 \text{ cm}$ , l'incertitude relative s'écrit

$$100 \times \frac{\Delta L}{L} = 100 \times \frac{0,5}{108} = 0,5 \%$$

Pour présenter le résultat physique et son incertitude, on écrit

$$L = (L \pm \Delta L) \text{ m}$$

→ Dans notre exemple, nous écrivons  $L = (10,8 \pm 0,5) \text{ cm}$ .

<sup>1</sup> Ce choix est dicté par des raisons pratiques, mais n'est pas plus justifié qu'une autre convention.

## Des chiffres significatifs

Prenons un exemple tout bête : estimer la surface d'un disque de rayon  $R = 2,00$  cm. Les mathématiques nous donnent une valeur exacte,  $S = \pi R^2 = 4 \pi^2 \text{ cm}^2$ , mais le calcul « physique » ne supporte que le résultat  $S = 39,5 \text{ cm}^2$ . Ce résultat comporte 3 chiffres significatifs (3, 9 et 5), autant que la donnée  $R = 2,00$  cm (qui, au passage, n'est pas équivalente à  $R = 2$  cm !!).

Il faut donc s'y faire : le nombre de chiffres du résultat d'un calcul a un sens ; il ne s'agit pas de recopier le résultat de la calculatrice qui, elle, ne peut pas tenir compte de cet aspect.

Plus il y a de chiffres significatifs, et plus la mesure est précise !

Règles	Exemples
Le nombre de chiffres significatifs d'une mesure est le nombre de chiffres « fiables » indiqués par l'appareil de mesure	La largeur de mon livre de physique, mesuré avec un double-décimètre, est $l = 19,5$ cm. → cette mesure possède 3 chiffres significatifs : 1 ; 9 ; 5.
Les zéros placés avant (à gauche), si je les écris, ne comptent pas comme chiffres significatifs	La largeur du livre peut aussi s'écrire $l = 0,195$ m. → cette mesure compte toujours 3 chiffres significatifs : 1 ; 9 ; 5.
Les zéros placés après (à droite), si je les écris, comptent comme chiffres significatifs	Avec un appareil de mesure plus précis que mon double-décimètre (pied à coulisse), j'obtiens $l = 19,50$ cm. → cela signifie que j'ai mesuré la largeur au centième de cm près et que j'ai obtenu précisément 0 centième. → cette mesure possède alors 4 chiffres significatifs : 1 ; 9 ; 5 ; 0.
Le résultat d'un calcul, obtenu à partir de mesures ou de données, contient autant de chiffres significatifs que la mesure ou la donnée qui en possède le moins	Je mesure maintenant la hauteur de mon livre : j'obtiens $L = 25,9$ cm. → cette mesure compte 3 chiffres significatifs. Je calcule la surface de mon livre : $S = L \times l$ ; ma calculatrice me donne $S = 505,05 \text{ cm}^2$ . → je dois donner mon résultat avec 3 chiffres significatifs, comme $L$ , et non 4 comme $l$ , c'est-à-dire $S = 505 \text{ cm}^2 = 0,0505 \text{ m}^2 = 5,05 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2$ .