

Grandeurs et mesures

Définitions

On désigne par grandeurs physiques un ensemble d'unités de mesure, de variables, d'ordres de grandeur et de méthodes de mesure liés à un aspect ou un phénomène particulier de la physique.

Une grandeur est dite repérable lorsque l'on peut ordonner l'état des grandeurs possibles de façon à ce que deux d'entre elles puissent toujours être comparées. Par exemple, la dureté minérale est une grandeur repérable relative à une dizaine de minéraux tests, classés comme suit du plus tendre au plus dur : talc, gypse, calcite, fluorine, apalite, orthose, quartz, topaze, corindon, diamant. En revanche, la couleur n'est pas une grandeur repérable.

On dit que la grandeur est mesurable lorsque toutes les propriétés suivantes sont satisfaites :

- on peut définir une classe d'équivalence exprimant le fait que deux objets ont la même grandeur ou des grandeurs différentes,
- on peut quantifier la grandeur, c'est-à-dire lui attribuer une valeur numérique qui permet d'ordonner des grandeurs différentes,
- on peut utiliser une grandeur fondamentale à partir de laquelle il est possible d'exprimer toutes les grandeurs qui lui sont comparables,
- on peut ajouter des grandeurs : la grandeur d'une collection d'éléments est égale à la somme des grandeurs de chaque élément,
- on peut utiliser une multiplication externe : la grandeur de N objets identiques est égale à N fois la grandeur d'un seul (la propriété est généralement étendue aux cas de coefficients non entiers lorsque la grandeur est continue).

Il existe des grandeurs qui satisfont certaines de ces conditions mais pas toutes, c'est par exemple le cas de la température, de la pression atmosphérique ou du taux d'humidité.

L'expression d'une grandeur mesurable fait intervenir deux paramètres : une unité de mesure et un réel qui désigne la quantité d'unités permettant d'obtenir la grandeur mesurée. Cette expression se met sous la forme $\lambda \times u$, où λ est la mesure de l'objet selon la grandeur-unité u .

Un objet dont la grandeur est u est appelé (objet)-étalon.

Parmi les instruments de mesure usuels servant à évaluer des grandeurs mesurables, on peut citer une balance, une règle, un sablier, un baromètre, un thermomètre ou un microscope (il en existe bien d'autres !).

Unités

Le système métrique a été mis au point à la Révolution française afin d'harmoniser et unifier un ensemble d'unités qui nécessitait de constantes conversions (13 toises de Paris = 8 trabucs de Nice, 17 pieds de Paris = 22 pans de Marseille, etc.). Il a été modernisé en 1962 par le système international d'unités, fondé sur 7 unités dites fondamentales : le mètre (distance), le kilogramme (masse), la seconde (temps), l'ampère (courant électrique), le kelvin (température), la mole (quantité de matière) et la candela (intensité lumineuse).

Ces unités correspondent à des grandeurs simples ; on peut obtenir par produit et quotient d'autres unités associées à des grandeurs composées, par exemple pour exprimer une aire, un volume, une masse volumique, une vitesse ou encore un débit.

Les grandeurs qui sont couramment utilisées dans le cadre mathématique sont la longueur, l'aire, le volume, la contenance, le temps, la masse, la vitesse, l'angle et la vitesse angulaire. Certaines de ces grandeurs peuvent s'exprimer comme des produits de grandeurs (aire, volume), des quotients de grandeur (vitesse), ou encore n'ont pas de dimension (angle). Il est possible de définir différentes unités de mesure pour l'angle ; celle privilégiée à l'école est le degré.

Lorsqu'une grandeur est inadaptée à une unité (elle peut être trop petite ou trop grande), on peut utiliser une nouvelle unité plus appropriée dérivée de l'unité fondamentale. On ajoute alors un préfixe à l'unité de mesure, ce préfixe exprimant un facteur multiplicatif, qui est une puissance de dix dans un système décimal (positive pour une unité dérivée plus grande, négative pour une unité dérivée plus petite ; dans ce cas, on peut aussi parler de division par une puissance de dix positive).

On distingue principalement les préfixes déca (da, $\times 10$), hecto (h, $\times 10^2$), kilo (k, $\times 10^3$), méga (M, $\times 10^6$), giga (G, $\times 10^9$), déci (d, $\times 10^{-1}$), centi (c, $\times 10^{-2}$), milli (m, $\times 10^{-3}$), micro (μ , $\times 10^{-6}$), nano (n, $\times 10^{-9}$) ; d'autres préfixes existent comme par exemple téra (T, 10^{12}), pico (p, 10^{-12}), femto (f, 10^{-15}) mais sont relativement peu utilisés.

Pour les grandeurs composées (en particulier l'aire et le volume), des tableaux de conversions spécifiques sont nécessaires car ces grandeurs ne s'appuient pas sur le tableau de numération défini par le système décimal. En effet, l'utilisation d'un préfixe porte sur l'unité simple et non sur l'unité composée. Par exemple, 1 décimètre cube, que l'on note 1 dm^3 , correspond au volume délimité par un cube dont l'arête mesure 1 décimètre ; cela ne correspond pas à un volume d'un dixième de mètre cube ($1 \text{ m}^3 = 1 \text{ m} \times 1 \text{ m} \times 1 \text{ m} = 10 \text{ dm} \times 10 \text{ dm} \times 10 \text{ dm} = 10 \times 10 \times 10 \text{ dm}^3 = 1000 \text{ dm}^3$).

km^2		hm^2		dam^2		m^2		dm^2		cm^2		mm^2	

km^3			hm^3			dam^3			m^3			dm^3			cm^3			mm^3		

Parfois, une unité dérivée devient celle de référence et prend la place de l'unité originelle : la masse s'exprime souvent en kg, les longueurs s'expriment souvent en cm en géométrie et en mm en dessin industriel. à noter une confusion courante portant sur le poids, qui s'exprime usuellement en Newton, et la masse d'un objet (il existe une différence notable entre ces deux grandeurs, la masse est scalaire mais pas le poids).

Les formules permettant l'expression d'une grandeur satisfont un principe dit d'analyse dimensionnelle ; en particulier, une aire correspond au produit d'une longueur et d'une longueur (éventuellement multipliée par une ou plusieurs constantes) ; un volume correspond au produit de trois longueurs entre elles, ou d'une aire et d'une longueur (même remarque que pour l'aire).

Voici une liste (non-exhaustive) de formules couramment utilisées en sciences :

- distance = vitesse $\times$ durée
- masse = masse volumique $\times$ volume
- tension = résistance $\times$ intensité

Remarque : ces formules font apparaître un lien entre trois grandeurs sous une forme multiplicative. Il serait bien entendu possible d'exprimer différemment le lien entre ces trois grandeurs en fonction de celle qui serait recherchée si deux autres sont connues, par exemple vitesse = $\frac{\text{distance}}{\text{durée}}$. Attention à bien homogénéiser les unités : si la distance est exprimée en mètre et si la durée est exprimée en seconde, alors la vitesse correspondante sera exprimée en mètre par seconde.