

Grandeurs

Unités

Dimensions

Sciences anciennes :

« *philosophia naturalis* » connaissances
qualitatives

(physique d'Aristote (~350 av.J.C.),
explications par des notions comme le « lieu naturel »)

Sciences naturelles modernes :

quantitatives

fondées sur la **MESURE**

(Pythagore ~550 av.J.C. lois musicales,

Archimède ~250 av.J.C.,

la mécanique de Galilée 1564-1642

Newton 1643-1727 Révolution industrielle XIXiè

Explosion du numérique : début ~1955. Microprocesseur
1971. Multicores 2005)

GRANDEURS

L'observation conduit à reconnaître des **GRANDEURS**.

GRANDEUR : propriété ou caractère d'un type d'objet physique.

(taille, poids, dureté, viscosité, élasticité, vitesse, brillance, énergie cinétique, période, volume ...)

GRANDEUR **MESURABLE** : grandeur pour laquelle on a :

un processus de comparaison ($< = >$)
et un processus d'addition

exemple le plus simple de grandeur mesurable :

la longueur d'une pièce allongée de matière (règle, tige, tasseau, tube, planche)

comparaison par juxtaposition (pièce plus ou moins longue qu'une autre)

addition (par mise bout à bout ou marquage et report).

UNITES

Pour mesurer une grandeur (mesurable) **G** on doit en choisir une autre **U_G** de même nature et qui sert d'**UNITE**

On peut alors trouver un nombre entier n de sorte que :

$$nU_G \leq G < (n+1)U_G$$

n et $n+1$ sont deux mesures approchées (par défaut et par excès) de G

Par idéalisation, on peut imaginer qu'il existe un nombre réel **r** tel que :

$$G = r U_G$$

r est une mesure (exacte) de G.

Remarques :

U_G et G sont des grandeurs de même nature.

U_G est l'unité.

Donc une mesure r est un nombre pur rapport de deux grandeurs de même nature :

$$r = \frac{G}{U_G}$$

Le choix d'une unité est arbitraire

c'est une question de commodité d'emploi :

réalisation commode d'un étalon reproductible
et transportable
adaptation à l'appareillage de mesure

et/ou d'adéquation au domaine d'emploi :

distance intergalactique en parsec plutôt qu'en
millimètres !

taille d'une cellule tissulaire en microns plutôt
qu'en kilomètres !

Changement d'unité

Si r est la mesure de G avec l'unité U_G

$$r = \frac{G}{U_G}$$

et si r' est la mesure de G avec l'unité U'_G

$$r' = \frac{G}{U'_G}$$

Le rapport des mesures est l'inverse du rapport des unités.

$$\frac{r}{r'} = \frac{U'_G}{U_G}$$

par mesure de simplification, on peut choisir de fabriquer certaines unités à partir d'autres (unités dérivées).

Ex : l'unité de longueur étant le mètre, l'unité de surface dérivée est le mètre carré.

En choisissant un ensemble réduit d'unités fondamentales et en dérivant les autres unités, on arrive à un système cohérent d'unités.

Le système international d'unités (SI) en est un exemple.

Il comporte **7** unités fondamentales ayant chacune une définition précise :

le mètre	(m)	longueurs
la seconde	(s)	temps
le kilogramme	(kg)	masses
l' ampère	(A)	courants électriques
la candela	(cd)	intensités lumineuses
la mole	(mol)	quantités de substance
le kelvin	(K)	températures

les autres unités sont dérivées.

Au besoin, on utilise des unités multiples des unités de base SI en préfixant l'unité de base :

	yocto 1e-24 (ym)	zepto 1e-21 (zm)
atto 1e-18 (am)	femto 1e-15 (fm)	pico 1e-12 (pm)
nano 1e-9 (nm)	micro 1e-6 (μ m)	milli 1e-3 (mm)
centi 1e-2 (cm)	déci 1e-1 (dm)	
déca 10 (dam)	hecto 100 (hm)	kilo 1e3 (km)
méga 1e6 (Mm)	giga 1e9 (Gm)	téra 1e12 (Tm)
péta 1e15 (Pm)	exa 1e18 (Em)	zeta 1e21 (Zm)
yotta 1e24 (Ym)		

DIMENSIONS

Les grandeurs ont une nature propre qui permet de les associer ou de les distinguer.

Ex : la hauteur d'une montagne et le diamètre d'un orifice sont deux grandeurs de la nature de l'extension spatiale unidirectionnelle, deux « longueurs »

Ex : la masse inerte d'une boule de bowling se distingue de son volume. Ce sont deux grandeurs de nature différente.

La nature d'une grandeur est traduite par sa formule en dimensions.

la formule en dimensions pour une grandeur longueur est :

$[L]$

pour une grandeur masse :

$[M]$

pour une grandeur temps :

$[T]$

pour une vitesse (rapport d'une longueur sur un temps) :

$[L T^{-1}]$

pour une accélération (rapport d'un accroissement de vitesse sur un temps):

$[L T^{-2}]$

Les lois physiques sont pour la plupart des équations liant une grandeur à une ou plusieurs autres.

Ex : la première formule de la dynamique,

$$f = m \gamma$$

Les deux côtés de l'équation doivent avoir même formule en dimensions (même dimensions).

Ex précédent :

$$[f] = [M L T^{-2}]$$

Ce qui donne les dimensions de la force.

Note

Les capteurs modernes numérisés sont sophistiqués et mesurent des quantités souvent compliquées :

accéléromètres, magnétomètres, capteurs optiques (ccd, photomultiplicateur), acoustiques, pression, contraintes, température, bio senseurs.

Ou des quantités « simples » avec des dispositifs complexes (distances au laser, temps à l'horloge atomique, masses par piézo-électricité...)

La détermination de leur mesures implique une chaîne de calibration et d'appareils de mesure intermédiaires conjointement à une théorie physique explicitant les relations dans la chaîne de calibration.