



>> [Accueil](#) >> [Unités de mesure - le Système International d'unités - le SI](#) >> Les unités de mesure

## ⊕ Les unités de mesure

- La raison d'être du SI - bref historique
- [Les unités de base et leurs définitions](#)
- [Les unités dérivées \(inclus les unités sans dimensions\)](#)
- [Les préfixes du SI](#)

### La raison d'être du SI - bref historique

Faire une mesure, c'est comparer une grandeur physique (ou chimique) inconnue avec une grandeur de même nature prise comme référence à l'aide d'un instrument.

Qui dit mesure, dit référentiel, donc unité. Dans un passé pas si lointain, coexistaient de nombreuses unités qui n'avaient souvent que peu de rapports les unes avec les autres. Il a fallu attendre la révolution française pour qu'un premier système d'unités cohérent voit le jour : le système métrique. Ce système fût consacré sur le plan international par la Convention du mètre du 20 mai 1875, traité diplomatique.

En 1960, lors de la onzième Conférence générale des poids et mesures (CGPM), apparaît le Système International d'unités, le SI, qui comprend aujourd'hui deux classes d'unités :

- les **unités de base**, au nombre de sept ;
- les **unités dérivées**.

Cependant, il ne faudrait pas croire que ce système, une fois établi, reste figé. Les progrès de la science et des technologies, les nouveaux besoins de la société, et par conséquence les nouveaux besoins en terme d'exactitude accrue, amènent le LNE et l'ensemble des instituts nationaux de métrologie à améliorer, de façon constante et continue, la réalisation pratique de l'ensemble des unités du SI. Cette préoccupation concerne aussi bien les références que les moyens de transfert vers les utilisateurs, pour permettre de répondre au mieux à ces nouveaux besoins. Il est donc parfois nécessaire de faire évoluer les définitions des unités ou d'en introduire de nouvelles.

### Les unités de base et leurs définitions

A ce jour, le Système International d'unités, le SI, est constitué de sept unités de base (entre parenthèse le symbole qui la représente de façon unique) :

- le mètre (m)
- le kilogramme (kg)
- la seconde (s)
- l'ampère (A)
- le kelvin (K)
- la candela (cd)
- la mole (mol)

Unités	Définitions
mètre (m)	Le mètre est la longueur du trajet parcouru dans le vide par la lumière pendant une durée de 1/299 792 458 de seconde.
kilogramme (kg)	Le kilogramme est la masse du prototype en platine iridié qui a été sanctionné par la Conférence générale des poids et mesures tenue à Paris en 1889 et qui est déposé au Bureau International des Poids et Mesures.
seconde (s)	La seconde est la durée de 9 192 631 770 périodes de la radiation correspondant à la transition entre les deux niveaux hyperfins de l'état fondamental de l'atome de césium 133.
ampère (A)	L'ampère est l'intensité d'un courant électrique constant qui, maintenu dans deux conducteurs parallèles, rectilignes, de longueur infinie, de section circulaire négligeable et placés à une distance de un mètre l'un de l'autre dans le vide, produirait entre ces conducteurs une force de $2 \cdot 10^{-7}$ newton par mètre de longueur.
kelvin (K)	Le kelvin est la fraction 1/273,16 de la température thermodynamique du point triple de l'eau.
candela (cd)	La candela est l'intensité lumineuse, dans une direction donnée, d'une source qui émet un rayonnement monochromatique de fréquence $540 \cdot 10^{12}$ hertz et dont l'intensité énergétique dans cette direction est 1/683 watt par stéradian.
mole (mol)	La mole est la quantité de matière d'un système contenant autant d'entités élémentaires qu'il y a d'atomes dans 0,012 kilogramme de carbone 12.

### Les unités dérivées (inclus les unités sans dimensions)

Les unités dérivées sont nombreuses et viennent compléter les unités de base. Elles peuvent avoir des noms spéciaux (hertz, pascal, becquerel, ...) mais peuvent toujours être exprimées à partir des unités de base. Il existe aussi des **unités dérivées sans dimension**.

Il est aussi à noter que ces unités sont reliées entre elles pour former un système cohérent.

Enfin, chaque grandeur peut avoir à couvrir une vaste étendue de valeurs. Pour éviter d'avoir à utiliser des facteurs multiplicatifs ou des valeurs avec un grand nombre de zéros, on a recouru à des préfixes. Ces derniers vont permettre de couvrir une gamme allant de  $10^{24}$  à  $10^{-24}$  fois l'unité.

- Electricité et magnétisme

**L'intensité de courant** : l'ampère (A)

Grandeur	Unité
la différence de potentiel, $U$ :	volt ( $V = W/A$ )
la capacité électrique, $C$ :	farad ( $F = C/V$ )
la résistance électrique, $R$ :	ohm ( $\Omega = V/A$ )
l'inductance, $L$ :	henri ( $H = Wb/A$ )
la quantité électrique, $Q$ :	coulomb ( $C = A.s$ )
la puissance, $P$ :	watt ( $W = J/s$ )
l'énergie, $W$ :	joule ( $J = N.m$ )
l'induction magnétique, $B$ :	tesla ( $T = Wb/m^2$ )
le champ électrique, $E$ :	volt par mètre ( $V/m$ )
le champ magnétique, $H$ :	ampère par mètre ( $A/m$ )
la conductance électrique, $G$ :	siemens ( $S = A/V$ )
l'affaiblissement, $\eta$ :	décibel (dB)

- Masse et grandeurs apparentées

**La masse** : le kilogramme (kg)

Grandeur	Unité
la masse volumique : $\rho$	$kg.m^{-3}$
le volume : $V$	$m^3$
la force : $F$	newton (N)
le couple : $M$	N.m
la pression : $p$	pascal (Pa)
la viscosité dynamique : $\eta$	Pa.s
la viscosité cinématique : $\nu$	$m^2.s^{-2}$
la pression acoustique : $p$	pascal (Pa)
le volume dynamique : $v$	$m^3$
le débit massique : $qm$	$kg.s^{-1}$
le débit volumique : $qv$	$m^3.s^{-1}$
la vitesse de l'écoulement d'air : $V$	$m.s^{-1}$

- Longueur et grandeurs dimensionnelles

**La longueur** : le mètre (m)

Grandeur	Unité
la longueur d'onde : $\lambda$	mètre (m)
la longueur d'étalons matériels : $L$	mètre (m)
l'angle plan : $\alpha$	radian (rad)
le défaut de forme	mètre (m)

- Radiométrie - Photométrie

Photométrie

**L'intensité lumineuse** : la candela (cd)(m)

Grandeur	Unité
le flux lumineux : $\Phi$	lumen (lm)
l'éclairement lumineux : $E$	lux (lx)
la luminance lumineuse : $L$	$cd.m^{-2}$

Radiométrie des détecteurs

Grandeur	Unité
----------	-------

la sensibilité spectrale :  $S(\lambda)$  A.W<sup>-1</sup>

#### Radiométrie des sources

Grandeur	Formules
le flux énergétique : $\Phi_e$	watt (W)
la luminance énergétique : $L_e$	W.m <sup>-2</sup> .sr <sup>-1</sup>
l'éclairement énergétique : $E_e$	W.m <sup>-2</sup>
la puissance de sources laser : $P$	watt (W)
l'énergie de sources laser : $Q$	joule (J)

#### Radiométrie des matériaux

Grandeur	Unité
le facteur spectral de transmission régulière : $t(\Phi)$	rapport de flux
le facteur spectral de réflexion diffuse : $R(\lambda)$	rapport de flux

#### Fibronique

Grandeur	Unité
le flux énergétique : $P$	watt (W)
la longueur d'onde : $\lambda$	mètre (m)
le temps de propagation : $t$	seconde (s)
la longueur de fibre	mètre (m)
le facteur d'affaiblissement linéique	dB.m <sup>-1</sup>
la réflectance	dB
la bande passante de détecteur (ou de fibre)	hertz (Hz) (ou Hz.m <sup>-1</sup> )

- Température et grandeurs thermiques

#### Thermométrie et pyrométrie optique

Grandeur	Unité
la température dans l'EIT-90 ou dans l'EPBT-2000 : $T$	kelvin (K)
ou $t$	degré Celsius (°C)

#### Métrologie des grandeurs thermiques

Grandeur	Définitions	Unité
la conductivité thermique : $\lambda = \alpha \cdot \rho \cdot C_p$	( $\rho$ = masse volumique)	W.m <sup>-1</sup> .K <sup>-1</sup>
la diffusivité thermique : $\alpha = \lambda / \rho \cdot C_p$	( $\rho$ = masse volumique)	m <sup>2</sup> .s <sup>-1</sup>
la capacité thermique massique : $C_p = (\partial H / \partial T)_p$ ( $H$ = enthalpie)		J.kg <sup>-1</sup> .K <sup>-1</sup>
l'émissivité directionnelle spectrale : $\epsilon_\lambda$		rapport sans dimension
l'émissivité normale spectrale : $\epsilon_\lambda$		rapport sans dimension
l'émissivité totale hémisphérique : $\epsilon_\lambda$		rapport sans dimension

#### Hygrométrie

Domaine	Grandeur	Unité
la température	de rosée : $T_d$	degré Celsius (°C)
	de gelée : $T_f$	degré Celsius (°C)
l'humidité relative	par rapport à l'eau : $U_w$	pourcentage (%)
	par rapport à la glace : $U_i$	pourcentage (%)

- Quantité de matière - Analyse chimique

Les deux principales unités du système international d'unités SI utilisées en quantité de matière sont la mole et le kilogramme. De par la définition de la mole (quantité de matière d'un système contenant autant d'entités élémentaires qu'il y a d'atomes dans 0,012 kilogramme de carbone 12) il existe une proportionnalité entre elles ; c'est pourquoi l'une et l'autre sont utilisées. Plus précisément, la mesure d'une quantité de matière s'exprime soit en mole ou en kilogramme, soit comme des concentrations (rapport de deux quantités : masse / masse, mole / mole, mole /masse...).

- Rayonnements ionisants

#### Radioactivité

Grandeur	Unité
activité : $A$	Bq
activité massique : $A_m$	Bq.kg <sup>-1</sup>
activité volumique : $A_v$	Bq.m <sup>-3</sup>
flux d'émission de particules : $\dot{N}$	s <sup>-1</sup>
flux d'émission de particules dans un angle solide défini	s <sup>-1</sup> .sr <sup>-1</sup>
débit de fluence neutronique : $\dot{\Phi}$	m <sup>-2</sup> .s <sup>-1</sup>

Dosimétrie : (photons, électrons, protons)

Grandeur	Unité
débit de kerma normal : $\dot{K}_n$	Gy.m <sup>2</sup>
débit de kerma dans l'air : $\dot{K}_{air}$	Gy.s <sup>-1</sup>
débit de dose absorbée dans l'eau : $\dot{D}_{eau}$	Gy.s <sup>-1</sup>
débit de dose absorbée dans le graphite : $\dot{D}_g$	Gy.s <sup>-1</sup>
débit de dose absorbée dans les tissus : $\dot{D}_{tissus}$	Gy.s <sup>-1</sup>
débit d'équivalent de dose directionnel : $\dot{H}^*(0,07; \alpha)$	Sv.s <sup>-1</sup>
débit d'équivalent de dose ambiant : $\dot{H}^*(10)$	Sv.s <sup>-1</sup>

avec : Gy = gray, Sv = sievert

Dosimétrie des neutrons

Grandeur	Unité
débit de fluence : $\dot{\Phi}$	m <sup>2</sup> .s <sup>-1</sup>
débit de kerma dans les tissus : $\dot{K}_{tissus}$	Gy.s <sup>-1</sup>
débit d'équivalent de dose ambiant : $\dot{H}^*(10)$	Sv.s <sup>-1</sup>
débit d'équivalent de dose individuel : $\dot{H}_p(d)$	Sv.s <sup>-1</sup>

- Le temps et les fréquences

**Le temps** : la seconde (s)

Grandeur	Unité
la fréquence : $\nu$	hertz (Hz)
l'intervalle de temps :	seconde (s)
la densité spectrale des fluctuations de phase (dBc/Hz)	
la vitesse de rotation	(tr/min)

- Unités dérivées sans dimensions

Grandeur	Unité
L'angle plan	radian (rad) = m.m <sup>-1</sup>
L'angle solide stéradian	(sr) = m <sup>2</sup> .m <sup>-2</sup>

## Les préfixes du SI

Facteur	Préfixe	Symbole
10 <sup>24</sup>	yotta	Y
10 <sup>21</sup>	zetta	Z
10 <sup>18</sup>	exa	E
10 <sup>15</sup>	péta	P
10 <sup>12</sup>	téra	T
10 <sup>9</sup>	giga	G
10 <sup>6</sup>	mega	M
10 <sup>3</sup>	kilo	k
10 <sup>2</sup>	hecto	h

$10^1$	déca	da
$10^{-1}$	déci	d
$10^{-2}$	centi	c
$10^{-3}$	milli	m
$10^{-6}$	micro	$\mu$
$10^{-9}$	nano	n
$10^{-12}$	pico	p
$10^{-15}$	femto	f
$10^{-18}$	atto	a
$10^{-21}$	zepto	z
$10^{-24}$	yocto	y