
Les unités du système international, grandeurs physicochimiques et constantes universelles

Les unités de mesure légales en France ont été définies par le décret numéro 61-501 du 3 mai 1961 qui a caractérisé le système international d'unités (SI). Ce décret a dès lors été mis à jour par un certain nombre de décrets plus récents. Ce document s'efforce de vous présenter les directives actuelles.

Les préfixes des unités SI

Yocto-	Zepto-	Atto-	Femto-	Pico-	Nano-	Micro-	Milli-	Centi-	Déci-
Y	z	A	f	p	n	μ	m	c	d
10 ⁻²⁴	10 ⁻²¹	10 ⁻¹⁸	10 ⁻¹⁵	10 ⁻¹²	10 ⁻⁹	10 ⁻⁶	10 ⁻³	10 ⁻²	10 ⁻¹
Déca-	Hecto-	Kilo-	Méga-	Giga-	Téra-	Péta-	Exa-	Zetta-	Yotta-
Da	h	K	M	G	T	P	E	Z	Y
10 ⁻²⁴	10 ⁻²¹	10 ⁻¹⁸	10 ⁻¹⁵	10 ⁻¹²	10 ⁻⁹	10 ⁻⁶	10 ⁻³	10 ⁻²	10 ⁻¹

Les unités de base du système international

Le système international compte sept unités de base : le mètre (m), le kilogramme (kg), la seconde (s), l'ampère (A), le kelvin (K), la mole (mol) et la candela (cd). Ces unités correspondent aux grandeurs physiques indépendantes.

Unités	Symboles	Définitions
Mètre	m	Le mètre est une unité de longueur qui est calibrée par « la longueur du trajet parcouru dans le vide par la lumière pendant une durée de 1/299792458 secondes ».
Kilogramme	kg	Le kilogramme est une unité de masse qui est calibré par « la masse du prototype international en platine iridié, sanctionné par la conférence générale des poids et mesures en 1889 et déposé au bureau international des poids et mesures ».
Seconde	s	La seconde est une unité de temps qui est calibrée par « 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 une unité d' intensité de courant qui est calibrée par « un courant constant qui produit une force de 2.10 ⁻⁷ newton par mètre de longueur ». Ce courant doit être « maintenu dans deux conducteurs parallèles, rectilignes, de longueur infinie, de section circulaire négligeable et placés à une distance de 1 mètre l'un de l'autre dans le vide ».
Kelvin	K	Le kelvin est une unité de température thermodynamique qui est calibré par « la fraction 1/273,16 de la température thermodynamique du point triple de l'eau ».
Mole	mol	La mole est une unité de quantité de matière d'une entité élémentaire donnée (atome, ion, molécule, électron, ..., ou des groupements spécifiés de telles particules.) qui est calibrée par « 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 ».
Candela	cd	La candela est une unité d'intensité lumineuse qui est calibrée par « l'intensité lumineuse, dans une direction donnée, d'une source qui émet un rayonnement monochromatique de fréquence 540.10 ¹² hertz et dont l'intensité énergétique dans cette direction est 1/683 watt par stéradian ».

Selon le décret n° 75-1200 du 4 décembre 1975, article 1^{er}

Les unités dérivées du système international présentant des dénominations particulières

Le système international compte différents groupe d'unités dérivées, qui présente des dénominations et des symboles spéciaux : les unités géométriques, les unités de masse, les unités de temps, les unités mécaniques, les unités électriques et les unités des rayonnements ionisants.

Unités	Symboles	Grandeurs	Expressions en unités de base	Expressions en unités dérivées
Radian	rad	Angle plan	$m \cdot m^{-1}$	rad
Stéradian	sr	Angle solide	$m^2 \cdot m^{-2}$	sr
Hertz	Hz	Fréquence	s^{-1}	Hz
Newton	N	Force	$m \cdot kg \cdot s^{-2}$	N
Pascal	Pa	Pression et contrainte	$m^{-1} \cdot kg \cdot s^{-2}$	$N \cdot m^{-2}$
Joule	J	Energie, travail, quantité de chaleur	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2}$	$N \cdot m$
Watt	W	Puissance, flux énergétique	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-3}$	$J \cdot s^{-1}$
Coulomb	C	Quantité d'électricité, charge électrique	$s \cdot A$	C
Volt	V	Tension électrique, potentiel électrique, force électromotrice	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot A^{-1}$	$W \cdot A^{-1}$
Ohm	Ω	Résistance électrique	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot A^{-2}$	$V \cdot A^{-1}$
Siemens	S	Conductance électrique	$m^{-2} \cdot kg^{-1} \cdot s^3 \cdot A^2$	$A \cdot V^{-1}$
Farad	F	Capacité électrique	$m^{-2} \cdot kg^{-1} \cdot s^4 \cdot A^2$	$C \cdot V^{-1}$
Weber	Wb	Flux d'induction magnétique	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2} \cdot A^{-1}$	$V \cdot s$
Tesla	T	Induction magnétique	$kg \cdot s^{-2} \cdot A^{-1}$	$Wb \cdot m^{-2}$
Henri	H	Inductance	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2} \cdot A^{-2}$	$Wb \cdot A^{-1}$
Lumen	I_m	Flux lumineux		$cd \cdot sr$
Lux	I_x	Eclairement lumineux	$m^{-2} \cdot cd$	$lm \cdot m^{-2}$
Becquerel	Bq	Activité (rayonnements ionisants)	s^{-1}	Bq
Gray	Gy	Dose absorbée, énergie communiquée massique, kerma, indice de dose absorbée	$m^2 \cdot s^{-2}$	$J \cdot kg^{-1}$
Sievert	Sv	Equivalent de dose	$m^2 \cdot s^{-2}$	$J \cdot kg^{-1}$
Katal	kat	Activité catalytique	$mol \cdot s^{-1}$	kat

Selon la directive 2009/3/CE du parlement européen et du conseil

Les autres unités autorisées ne faisant pas parti du système international

Unités	Symboles	Grandeurs	Correspondances avec le SI
Minute	min	Temps	1 min = 60 s
Heure	h	Temps	1 h = 60 min = 3600 s
Jour	d	Temps	1 d = 24 h = 1440 min = 86 400 s
Degré	$^\circ$	Angle plan	$1^\circ = (\pi/180)$ rad
Minute d'angle	'	Angle plan	$1' = (1/60)^\circ = (\pi/10\ 800)$ rad
Seconde d'angle	"	Angle plan	$1'' = (1/60)' = (\pi/648\ 000)$ rad
Litre	L ou l	Volume	1 L = $1\ cm^3 = 10^{-3}\ m^3$
Tonne	t	Masse	1 t = 10^3 kg
Unité de masse atomique	u	Masse	Valeur obtenue expérimentalement : 1 u = $1,660\ 54 \cdot 10^{-27}$ kg \Leftrightarrow 1/12 de la masse d'un atome de carbone 12
Electronvolt	eV	Energie	Valeur obtenue expérimentalement : 1 eV = $1,602\ 18 \cdot 10^{-19}$ J \Leftrightarrow Energie acquise par un électron accéléré sous une différence de potentiel de 1 volt dans le vide.
Unité astronomique	ua	Longueur	Valeur obtenue expérimentalement : 1 ua = $1,495\ 978\ 706 \cdot 10^{11}$ m
Mille		Longueur	1 mille = 1852 m ; emploi autorisé uniquement pour exprimer des distances en navigation maritime ou aérienne.
Nœud		Vitesse	1 nœud = 1 mille/h = 1852/3600 m/s ; emploi autorisé uniquement pour exprimer des distances en navigation maritime ou aérienne.
Angström	Å	Longueur	$1\ \text{Å} = 10^{-10}$ m ; emploi autorisé uniquement pour exprimer des distances interatomique.
Are	a	Surface	1 a = $10^2\ m^2$; emploi autorisé uniquement pour exprimer des superficies agraires.
Bar	bar	Pression	1 bar = 10^5 Pa

Il est important de préciser que certaines unités sont encore usitées afin de permettre de transcrire d'anciens ouvrages ; ces unités ne sont cependant plus légales. Parmi elles on compte le curie, le röntgen, la calorie, le micron.

Gradeurs physicochimiques utilisant les unités du système international

❖ Grandeurs géométriques, cinétiques et mécaniques

Grandeurs physicochimiques	Symboles	Unités de bases	Unités dérivées et autre unités autorisées
Distance	d	m	
Temps	t	s	
Vitesse	v	m.s ⁻¹	
Surface	S	m ²	
Volume	V	m ³	
Masse	m	kg	
Masse volumique	ρ	kg.m ⁻³	g.L ⁻¹
Densité	d	∅	∅
Débit massique	q _m	kg.s ⁻¹	
Débit volumique	q _v	m ³ .s ⁻¹	
Viscosité dynamique	η		Pa.s
Viscosité cinématique	ν	m ² .s ⁻²	
Vitesse de réaction	v		mol.L ⁻¹ .s ⁻¹
Vitesse angulaire	ω		rad.s ⁻¹
Accélération	a	m.s ⁻²	
Force	F	N	
Pression	P		Pa
Angle plan	α		rad
Moment de force	M	m ² .kg.s ⁻²	J ≡ N.m
Moment d'inertie	I	kg.m ²	
Moment angulaire	L	kg.m ² .s ⁻¹	
Energie mécanique	E		J ≡ N.m
Energie cinétique	E _c		J ≡ N.m
Energie potentiel	E _p		J ≡ N.m
Quantité de mouvement	p		N.s ⁻¹
Tension de surface	γ		J.m ⁻²
Accélération angulaire	α		rad.s ⁻²
Pulsation d'une onde	w		rad.s ⁻¹
Fréquence	f	Hz	
Période	T	S	
Longueur d'onde	λ	m	

❖ Grandeurs électriques et électromagnétiques

Grandeurs physicochimiques	Symboles	Unités de bases	Unités dérivées et autre unités autorisées
Courant électrique	I	A	
Différence de potentiel / Tension	U		V ≡ W.A ⁻¹
Résistance électrique	R	m ² .kg.s ⁻³ .A ⁻²	Ω ≡ V.A ⁻¹
Inductance	L	m ² .kg.s ⁻² .A ⁻²	H ≡ Wb.A ⁻¹
Conductance électrique	G	m ⁻² .kg ⁻¹ .s ³ .A ²	S ≡ A.V ⁻¹
Densité de courant	J	A.m ⁻²	
Puissance	P		W ≡ J.s ⁻¹
Energie	W		J ≡ N.m
Quantité d'électricité	Q		C ≡ A.s
Charge électrique	q		C ≡ A.s
Champ électrique	E		V.m ⁻¹
Champ magnétique	H	A.m ⁻¹	
Induction magnétique	B		T ≡ Wb.m ⁻²
Flux magnétique	F	m ² .kg.s ⁻² .A ⁻¹	Wb ≡ V.s
Moment dipolaire	μ		C.m
Capacité électrique	C	m ⁻² .kg ⁻¹ .s ⁴ .A ²	F ≡ C.V ⁻¹
Perméabilité magnétique relative	μ _r		H.m ⁻¹
Susceptibilité magnétique	c	∅	∅
Permittivité relative	ε _r	F.m ⁻¹	

❖ **Grandeurs thermodynamiques**

Grandeurs physicochimiques	Symboles	Unités de bases	Unités dérivées et autre unités autorisées
Enthalpie libre	G		J
Enthalpie interne	H		J
Quantité de chaleur	Q		J
Entropie	S		J.K ⁻¹
Energie interne	U		J
Conductivité thermique	λ		W.m ⁻¹ .K ⁻¹
Diffusivité thermique	a	m ² .s ⁻¹	
Capacité thermique massique	C _p		J.kg ⁻¹ .K ⁻¹
Emissivité directionnelle spectrale	ε _λ	∅	∅
Emissivité normale spectrale	ε _λ	∅	∅
Emissivité totale hémisphérique	ε _λ	∅	∅
Chaleur latente de fusion	L _f		J.kg ⁻¹
Chaleur latente de vaporisation	L _v		J.kg ⁻¹

❖ **Grandeurs chimiques**

Grandeurs physicochimiques	Symboles	Unités de bases	Unités dérivées et autre unités autorisées
Volume molaire	V _m		L.mol ⁻¹
Nombre de particules	N	∅	∅
Nombre de moles	n	mol	
Masse molaire	M	kg.mol	
Molarité (Concentration molaire)	C	mol.m ⁻³	mol.L ⁻¹
Concentration massique	C	g.m ⁻³	g.L ⁻¹
Avancement d'une réaction	x ou ξ	mol	
Température	T	K	°C
Point de fusion	P _f	K	°C
Température d'ébullition	T _{eb}	K	°C
Température de fusion	T _f	K	°C

❖ **Grandeurs photométriques, grandeurs de radioactivité et grandeurs quantiques**

Grandeurs physicochimiques	Symboles	Unités de bases	Unités dérivées et autre unités autorisées
Intensité lumineuse	I	cd	
Flux lumineux	φ		I _m ≡ cd.sr
Eclairement lumineux	E	m ⁻² .cd	I _x ≡ lm.m ⁻²
Luminance lumineuse	L		cd.m ⁻²
Sensibilité spectrale	S(λ)		A.W ⁻¹
Flux énergétique	φ _e		W
Luminance énergétique	L _e		W.m ⁻² .sr ⁻¹
Eclairement énergétique	E _e		W.m ⁻²
Puissance	P		W ≡ J.s ⁻¹
Energie	Q		J ≡ N.m
Activité	A		Bq
Activité massique	A _m		Bq.kg ⁻¹
Activité volumique	A _v		Bq.m ⁻³
Flux d'émission de particules	Ṅ	s ⁻¹	
Débit de fluence neutronique	φ		m ⁻² .s ⁻¹
Nombre quantique principal	n	∅	∅

Constantes universelles

Nom	Symbole	Valeur
Vitesse de la lumière dans le vide	c	$2,997\,925 \cdot 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$
Charge élémentaire	e	$1,602\,177 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
Constante de Faraday	F	$96\,485,309 \text{ C}\cdot\text{mol}^{-1}$
Constante de Boltzmann	k	$1,380\,658 \cdot 10^{-23} \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}$
Constante universelle de gravitation	G	$6,672\,59 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{s}^{-2}$
Constante de Planck	h	$6,626\,076 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$
Masse de l'électron	m_e	$9,109\,390 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$
Masse du proton	m_p	$1,672\,623 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
Masse du neutron	m_n	$1,674\,929 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
Nombre d'Avogadro	N_A	$6,022\,137 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
Constante des gaz parfaits	R	$8,314\,510 \text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$
Constante de Rydberg	R_∞	$1,097\,373 \cdot 10^7 \text{ m}^{-1}$
Rayon de l'atome de Bohr	r_0	$5,291\,772 \cdot 10^{-11} \text{ m}$
Unité de masse atomique	u	$1,660\,540 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
Permittivité absolue du vide	ϵ_0	$8,854\,187 \cdot 10^{-12} \text{ F}\cdot\text{m}^{-1}$
Perméabilité magnétique du vide	μ_0	$4\pi \cdot 10^{-7} \text{ H}\cdot\text{m}^{-1}$
Magnéton de Bohr	μ_B	$9,274\,015 \cdot 10^{-24} \text{ J}\cdot\text{T}^{-1}$