



# 1 Unité de mesure et grandeurs physiques

## 1.1 Généralités

### 1. 1. Différences

Cette annexe énumère les unités de mesures et de leur grandeurs physiques associées à connaître pour la maîtrise des formules mathématiques en électrotechnique. Il convient de bien identifier ce qu'est une grandeur physique et une unité de mesure :

**Unité de mesure** Étalon de mesure nécessaire pour la mesure d'une grandeur physique dont le fondement est l'exacte reproductibilité expérimentale de l'étalon ;

**Grandeur physique** Toute propriété des sciences de la nature qui peut être mesurée ou calculées et dont les différentes valeurs s'expriment à l'aide d'un nombre réel ou complexe. Une grandeur physique peut s'exprimer sans unité de mesure, ce sont des *grandeurs sans dimension*. Mais l'inverse n'est pas vraie, toute unité de mesure est associée une grandeur physique.

La notion générale de grandeur physique peut être divisées en des notions plus précises, indiquée au moyen d'indices ou d'un symbole usuel différent.

**Dimension** Expression de la dépendance d'une grandeur par rapport aux grandeurs de base d'un système de grandeurs sous la forme d'un produit de puissance de facteurs correspondant aux grandeurs de base, en omettant tout facteur numérique.

Les tableaux situés en [sous-section 1. 5. page 3](#) sont issus des normes ISO 80000-xx[ISO:80000-2013], les normes internationales régissant le Système International de grandeurs (*International System of Quantities*, ISQ), qui font également le lien avec le Système International d'unités (SI).

### 1. 2. Quelques règles de rédaction

**Symboles des grandeurs** Les symboles usuels des grandeurs prennent généralement la forme d'une seule lettre (alphabet grec ou latin), toujours en italique, et peuvent être précisés par des indices.

**Indice** Un indice permet de différencier des grandeurs présentant le même symbole usuel ou, pour une même grandeur, différentes applications de celle-ci.

- Symbole d'une grandeur physique ou d'une variable mathématique ;
- Mots ou nombres fixes.

**Symboles des unités** Les symboles des unités prennent généralement la forme d'une seule lettre (alphabet grec ou latin), toujours en caractère droit, ce qui permet de les différencier des symboles des grandeurs.

Une unité composée d'une multiplication de deux unités ou plus peut être indiquée de deux manières :

$$N \cdot m$$

$$Nm$$

Il convient de faire attention lorsque le symbole d'une unité est le même que celui d'un préfixe.



## 1. 3. Terminologie

**Coefficient** Dans une équation type  $A = k \cdot B$ ,  $k$  est le coefficient/facteur et  $A$  est une grandeur proportionnelle à  $B$ . Usage du terme *coefficient* (ou *module*) lorsque les grandeurs  $A$  et  $B$  présentent des *dimensions* différentes.

**Facteur** Dans une équation type  $A = k \cdot B$ ,  $k$  est le coefficient/facteur et  $A$  est une grandeur proportionnelle à  $B$ . Usage du terme *facteur* lorsque les grandeurs  $A$  et  $B$  sont de même *dimension*.

**Paramètre** Combinaison de grandeurs qui apparaissent sous une telle forme dans les équations, pouvant être considérée comme constituant de nouvelles grandeurs.

**Nombre** Combinaison de grandeurs sans dimension.

**Rapport** Quotient sans dimension de deux grandeurs.

**Constante** Grandeur qui présente la même valeur en toutes circonstances.

**Massique** Adjectif apposé à une grandeur caractérisant le quotient de cette grandeur par la masse.

**Volumique** Adjectif apposé à une grandeur caractérisant le quotient de cette grandeur par le volume.

**Surfacique** Adjectif apposé à une grandeur caractérisant le quotient de cette grandeur par l'aire.

**Densité** Adjectif apposé à une grandeur exprimant un flux ou un courant, qui caractérise le quotient de cette grandeur par l'aire.

**Linéique** Adjectif apposé à une grandeur caractérisant le quotient de cette grandeur par la longueur.

**Molaire** Adjectif apposé à une grandeur caractérisant le quotient de cette grandeur par la quantité de matière.

**Concentration** Adjectif apposé à une grandeur, spécifiquement dans le cas d'un mélange, caractérisant le quotient de cette grandeur par le volume total.

## 1. 4. Alphabet

TAB. 1.1: Alphabet grec

Nom	Caractère romain		Caractère italique		Nom	Caractère romain		Caractère italique	
alpha	A	$\alpha$	<i>A</i>	<i><math>\alpha</math></i>	nu	N	$\nu$	<i>N</i>	<i><math>\nu</math></i>
beta	B	$\beta$	<i>B</i>	<i><math>\beta</math></i>	xi	$\Xi$	$\xi$	<i><math>\Xi</math></i>	<i><math>\xi</math></i>
gamma	$\Gamma$	$\gamma$	<i><math>\Gamma</math></i>	<i><math>\gamma</math></i>	omicron	O	$o$	<i>O</i>	<i><math>o</math></i>
delta	$\Delta$	$\delta$	<i><math>\Delta</math></i>	<i><math>\delta</math></i>	pi	$\Pi$	$\pi, \varpi$	<i><math>\Pi</math></i>	<i><math>\pi, \varpi</math></i>
epsilon	E	$\epsilon, \varepsilon$	<i>E</i>	<i><math>\epsilon, \varepsilon</math></i>	rhô	P	$\rho, \varrho$	<i>P</i>	<i><math>\rho, \varrho</math></i>
zêta	Z	$\zeta$	<i>Z</i>	<i><math>\zeta</math></i>	sigma	$\Sigma$	$\sigma$	<i><math>\Sigma</math></i>	<i><math>\sigma</math></i>
êta	H	$\eta$	<i>H</i>	<i><math>\eta</math></i>	tau	T	$\tau$	<i>T</i>	<i><math>\tau</math></i>
thêta	$\Theta$	$\theta, \vartheta$	<i><math>\Theta</math></i>	<i><math>\theta, \vartheta</math></i>	upsilon	Y	$\upsilon$	<i>Y</i>	<i><math>\upsilon</math></i>
iota	I	$\iota$	<i>I</i>	<i><math>\iota</math></i>	phi	$\Phi$	$\phi$	<i><math>\Phi</math></i>	<i><math>\phi</math></i>
kappa	K	$\kappa, \varkappa$	<i>K</i>	<i><math>\kappa, \varkappa</math></i>	khi	X	$\chi$	<i>X</i>	<i><math>\chi</math></i>
lambda	$\Lambda$	$\lambda$	<i><math>\Lambda</math></i>	<i><math>\lambda</math></i>	psi	$\Psi$	$\psi$	<i><math>\Psi</math></i>	<i><math>\psi</math></i>
mu	M	$\mu$	<i>M</i>	<i><math>\mu</math></i>	oméga	$\Omega$	$\omega$	<i><math>\Omega</math></i>	<i><math>\Omega</math></i>

## 1. 5. Système International

### 1. 5. 1. Généralités

Le Système International d'unités est un système cohérent d'unités dans l'*ISQ*. Il est toujours *SI* dans toutes les langues et est formé de :



- Sept unités de base ;
- Des unités dérivées de ces unités de base.

### 1. 5. 2. Unités SI et grandeurs

TAB. 1.2: Unités SI et grandeurs correspondante de base

Grandeur de base de l'ISQ		Unité SI de base	
Nom	Symbole usuel	Nom	Symbole
Longueur	$L$	mètre	m
Masse	$M, m$	kilogramme	kg
Temps	$T$	seconde	s
Courant électrique	$I$	ampère	A
Température thermo- dynamique	$\Theta$	kelvin	K
Quantité de matière	$N$	mole	mol
Intensité lumineuse	$J$	candela	cd

TAB. 1.3: Préfixes des unités SI

Facteur	Préfixe		Facteur	Préfixe	
	Nom	Symbole		Nom	Symbole
$10^{24}$	yotta	Y	$10^{-1}$	déci	d
$10^{21}$	zetta	Z	$10^{-2}$	centi	c
$10^{18}$	exa	E			
$10^{15}$	péta	P	$10^{-3}$	milli	m
			$10^{-6}$	micro	$\mu$
$10^{12}$	téra	T	$10^{-9}$	nano	n
$10^9$	giga	G	$10^{-12}$	pico	p
$10^6$	méga	M			
$10^3$	kilo	k	$10^{-15}$	femto	f
			$10^{-18}$	atto	a
$10^2$	hecto	h	$10^{-21}$	zepto	z
$10^1$	déca	da	$10^{-24}$	yocto	y

TAB. 1.4: Unités SI dérivées avec des noms et des symboles spéciaux

Grandeur dérivée de l'ISQ		Unité SI dérivée	
Nom	Symbole usuel	Nom	Symbole & Valeur
Angle plan	$\alpha$	radian	rad = m m <sup>-1</sup>
Angle solide	$\Omega$	stéradian	sr = m <sup>2</sup> m <sup>-2</sup>
Fréquence	$f$	hertz	Hz = s <sup>-1</sup>
Force	$F$	newton	N = kg m s <sup>-2</sup>
Pression, contrainte	$P$	pascal	Pa = N m <sup>-2</sup>
Énergie, travail	$W$	joule	J = kg m <sup>2</sup> s <sup>-2</sup>
Puissance	$P$	watt	W = J s <sup>-1</sup>
Charge électrique	$Q$	coulomb	C = A s

Page suivante



Grandeur dérivée de l'ISQ		Unité SI dérivée	
Nom	Symbole usuel	Nom	Symbole & Valeur
Différence de potentiel électrique	$U, V$	volt	$V = W A^{-1}$
Capacité électrique	$C$	farad	$F = C V^{-1}$
Résistance électrique	$R$	ohm	$\Omega = V A^{-1}$
Conductance électrique	$G$	siemens	$S = \Omega^{-1}$
Flux magnétique	$\Phi$	weber	$Wb = V s$
Induction magnétique	$\vec{B}$	tesla	$T = Wb m^{-2}$
Inductance	$L$	henry	$H = Wb A^{-1}$
Température Celsius	$T$	celsius	$^{\circ}C = K - 273,15$
Flux lumineux	$J$	lumen	$lm = cd sr$
Éclairement lumineux	$E, E_v$	lux	$lx = lm m^{-2}$

TAB. 1.5: Unités en usage avec le SI

Grandeur		Unités	
Nom	Symbole usuel	Nom	Symbole & Valeur
Temps	$t$	minute	$min = 60 s$
		heure	$h = 60 min$
		jour	$d = 24 h$
Angle plan	$\alpha$	degré	$^{\circ} = 180/\pi \times rad$
		minute	$' = 1/60 \times ^{\circ}$
		seconde	$'' = 1/60 \times '$
Volume	$V$	litre	$l, L = dm^3$
Masse	$M, m$	tonne	$t = 1000 kg$

TAB. 1.6: Unités en usage avec le SI dont la valeur est obtenue expérimentalement

Grandeur		Unités	
Nom	Symbole usuel	Nom	Symbole & Valeur
Énergie	$W$	électronvolt	Énergie cinétique acquise par un électron en traversant une différence de potentiel de 1v dans le vide. $eV = 1,602\,176\,634 \times 10^{-19} J$
Masse	$M, m$	dalton	$^{1/12}$ de la masse d'un atome du nucléide $^{12}C$ au repos et à l'état fondamental. $Da = 1,660\,538\,782 \times 10^{-27} kg$
Longueur	$L$	unité astronomique	Valeur conventionnelle approximativement égale à la valeur moyenne de la distance entre le Soleil et la Terre. $au = 1,495\,978\,706\,91 \times 10^{11} m$



## 1.2 Mathématique

Le tableau suivant est extrait de l'ouvrage **BourgeoisCogniel2005**, il référence les notations mathématiques utilisées en électrotechnique.

TAB. 1.7: Signe et symbole mathématique

Signe	Utilisation	Énoncé	Signe	Utilisation	Énoncé
$=$	$a = b$	$a$ égal $b$	$+$	$a + b$	$a$ plus $b$
$\neq$	$a \neq b$	$a$ est différent de $b$	$-$	$a - b$	$a$ moins $b$
$\triangleq$	$a \triangleq b$	$a$ correspond à $b$	$\times$	$a \times b$	$a$ multiplié par $b$
$\simeq$	$a \simeq b$	$a$ est approximativement égal à $b$	$\cdot$	$a \cdot b$	
$<$	$a < b$	$a$ est strictement inférieur à $b$		$a \ b$	
$>$	$a > b$	$a$ est strictement supérieur à $b$	$-$	$\frac{a}{b}$	$a$ divisé par $b$
$\leq$	$a \leq b$	$a$ est inférieur ou égal à $b$	$/$	$a/b$	
$\geq$	$a \geq b$	$a$ est supérieur ou égal à $b$	$\Sigma$	$\sum_{i=1}^n a_i$	$a_1 + a_2 + a_3 \dots a_n$
$\ll$	$a \ll b$	$a$ est très inférieur ou égal à $b$	$\prod$	$\prod_{i=1}^n a_i$	$a_1 \times a_2 \times a_3 \dots a_n$
$\gg$	$a \gg b$	$a$ est très supérieur ou égal à $b$	$!$	$n!$	$1 \times 2 \times 3 \dots n$
$\infty$		infini		$a^n$	$a$ puissance $n$
$\pm$	$a \pm b$	$a$ plus ou moins $b$		$\sqrt{a}$	racine carrée de $a$
$\in$	$x \in A$	$x$ appartient à $a$		$\sqrt[n]{a}$	racine n <sup>e</sup> de $a$
$\notin$	$x \notin A$	$x$ n'appartient pas à $a$		$a^{1/n}$	
$  $	$ a $	valeur absolue de $a$			

TAB. 1.8: Signe et symbole mathématique

Symbole	Énoncé	Symbole	Énoncé
$f$	fonction ou application	$\cos x$	cosinus de $x$
$f(x)$	valeur de la fonction $f$ respectivement en $x$	$\sin x$	sinus de $x$
$[f(x)]_b^a$	$f(b) - f(a)$	$\tan x$	tangente de $x$
$f(x) \mid_b^a$		$\cot x$	cotangente de $x$
$\lim_{x \rightarrow a} f(x)$	limite de $f(x)$ quand $x$ tend vers $a$	$\arccos x$	réciproque du cosinus de $x$
$f'$	dérivée (première) de la fonction $f$	$\arcsin x$	inverse du sinus de $x$
$f^{(k)}(x)$	dérivée d'ordre $k$ de la fonction $f$	$\arctan x$	inverse de la tangente de $x$
$\Delta f$	dérivée totale globale de la fonction $f$ <sup>Wiki:NDS</sup>	$e = 2,7182818$	base des logarithmes népériens
$\frac{df}{dx}$	dérivée totale locale de la fonction $f$ par rapport à $x$	$\exp x$	exponentielle de base $e$ de $x$

Page suivante



Symbole	Énoncé	Symbole	Énoncé
$\frac{\partial f}{\partial x}$	dérivée partielle locale de la fonction $f$ par rapport à $x$	$\ln x$	logarithme népérien de $x$
$\frac{\delta f}{\delta x}$	variation élémentaire de la fonction $f$ par rapport à $x$	$\lg x$	logarithme décimal de $x$
$\int_a^b f(x)dx$	intégrale définie de la fonction $f$ de $a$ à $b$	$i$ ou $j$	unité imaginaire
$\int_a^b f(x)dx$	intégrale définie de la fonction $f$ de $a$ à $b$	$\arg$	argument
$\mathbb{N}$	ensemble des entiers naturels	$\mathbb{R}$	ensemble des entiers réels
$\mathbb{Z}$	ensemble des entiers	$\mathbb{C}$	ensemble des nombres complexes
$\mathbb{Q}$	ensemble des nombres rationnels	$\mathbb{P}$	ensemble des nombres premiers

## 1.3 Espace & temps

### 3. 1. Généralités

Les tableaux suivants détaillent les noms, les symboles et les définitions des unités et grandeurs utilisées pour décrire mathématiquement l'espace et le temps. Ces notations seront d'applications pour le restant des cours.

TAB. 1.9: Unités SI et grandeurs définissant l'espace et le temps

Grandeur		Unité		Remarque
Nom	Symbole usuel	Nom	Symbole	
Longueur	$L, l$	Mètre	m	

