

Cours de Métrologie



Dr . Chihoub Rima

Université de Jijel

Faculté des sciences et de la technologie

Département de génie civil et hydraulique

Table des matières



I - Chapitre II : Le système international de mesure SI	3
1. Les grandeurs de base et leurs unités de mesure	3
2. Les grandeurs supplémentaires	5
3. Les grandeurs dérivées	6
4. Multiples et sous-multiples	7

Chapitre II : Le système international de mesure SI

I

Le Système international d'unités (SI) est le système de mesure le plus largement utilisé au monde. Il a été créé pour fournir un cadre standardisé permettant de mesurer les grandeurs physiques de manière cohérente et précise. Adopté en 1960 lors de la 11e Conférence générale des poids et mesures, le SI repose sur sept grandeurs de base qui représentent les fondements de la physique moderne.

Le Système international d'unités (SI) se compose de trois types de grandeurs. Les grandeurs de base sont fondamentales et constituent le socle du système, tandis que les grandeurs supplémentaires apportent des mesures utiles dans des contextes spécifiques. Enfin, les grandeurs dérivées résultent de combinaisons des grandeurs de base et permettent de mesurer des concepts physiques complexes. Ces trois catégories d'unités garantissent une cohérence et une précision dans la communication scientifique et technique.

1. Les grandeurs de base et leurs unités de mesure

Les grandeurs fondamentales du Système international d'unités (SI) sont très importantes pour établir des normes de mesure universelles, facilitant ainsi la communication et la compréhension à travers les disciplines scientifiques et techniques.

Les unités de base sont les unités fondamentales dans un système de mesure, à partir desquelles toutes les autres unités dérivées peuvent être définies. Dans le Système international d'unités (SI), il existe sept unités de base qui sont utilisées pour mesurer des grandeurs physiques. Ces unités sont les suivantes :

Le mètre (m) : Unité de la longueur.

Le kilogramme (kg) : Unité de la masse.

La seconde (s) : Unité du temps.

L'ampère (A) : Unité de l'intensité du courant électrique.

Le kelvin (K) : Unité de la température thermodynamique.

La mole (mol) : Unité de la quantité de matière.

La candela (cd) : Unité de l'intensité lumineuse.

Voici un aperçu des sept grandeurs fondamentales, accompagnées de leur définition et de leur unité de mesure.

1-1-Unité de longueur : Le Mètre (m)

Le mètre est défini comme la distance parcourue par la lumière dans le vide pendant un intervalle de temps de $1/299\,792\,458$ seconde.



1-2-Unité de masse : Le kilogramme(Kg)

Le kilogramme est défini par la masse d'un prototype international en platine-iridium, conservé à Sèvres, France. Depuis 2019, il est redéfini en fonction de la constante de Planck.



1-3-Unité de temps : La seconde (S)

La seconde est définie comme la durée de 9 192 631 770 périodes de la radiation correspondant à la transition entre deux niveaux d'énergie de l'atome de césium-133.



1-4-Unité de courant électrique : L'ampère (A)

L'ampère (A) est défini par le passage d'un courant électrique constant. Plus précisément, il correspond à un courant maintenu dans deux conducteurs parallèles de longueur infinie, séparés par une distance d'un mètre dans le vide, produit une force de 2×10^{-7} newtons par mètre de longueur. Cela représente essentiellement le flux d'électrons dans un conducteur.



1-5-Unité de température thermodynamique : Kelvin (K)

Le kelvin est défini en fonction de la température thermodynamique du point triple de l'eau, qui est précisément 273,16 K.



1-6- Unité de Quantité de matière : Mole (mol)

La mole est définie comme la quantité de substance qui contient autant d'entités élémentaires (atomes, molécules, etc.) qu'il y a d'atomes dans 0,012 kg de carbone⁻¹².



1-7-Unité d'Intensité lumineuse : Candela (cd)

La candela est définie comme l'intensité lumineuse d'une source qui émet une radiation monochromatique à une fréquence de 540×10^{12} hertz, avec une intensité énergétique de 1/683 watt par stéradian.



Le (SI) forme un système cohérent reposant sur sept unités de base indépendants du point de vue dimensionnel.

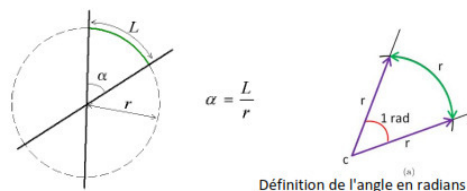
Dimension	Symbole	Unité SI	Symbole
Longueur	L	mètre	m
Masse	M	kilogramme	kg
Temps	T	seconde	s
Intensité électrique	I	ampère	A
Température	Θ	kelvin	K
Quantité de matière	N	mole	mol
Intensité lumineuse	J	candela	cd

Les sept unités de base du Système international d'unités.

2. Les grandeurs supplémentaires

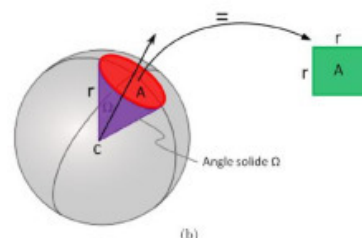
Les grandeurs supplémentaires sont des grandeurs physiques qui ne font pas partie des sept grandeurs de base du Système international d'unités (SI), mais qui sont néanmoins essentielles dans de nombreux domaines scientifiques et techniques.

l'unité **d'angle plan** le radian (symbole : **rad**); le radian est l'angle plan compris entre deux rayons qui, sur la circonférence d'un cercle, interceptent un arc de longueur égale à celle du rayon,



Définition de l'angle en radians

l'unité **d'angle solide** : le stéradian (symbole : **sr**); le stéradian est l'angle solide qui, ayant son sommet au centre d'une sphère, découpe sur la surface de cette sphère une aire égale à celle d'un carré ayant pour côté le rayon de la sphère.



Représentation d'un angle solide

Les grandeurs angle plan et angle solide doivent être considérées comme des unités dérivées sans dimension qui peuvent être utilisées ou non dans les expressions des unités dérivées (Tableau 1).

Grandeur	Unité SI	
	Nom	Symbole
vitesse angulaire	radian par seconde	rad.s^{-1}
accélération angulaire	radian par seconde carrée	rad.s^{-2}
luminance énergétique	watt par mètre carré stéradian	$\text{W.m}^{-2}.\text{sr}^{-1}$

Tableau 1 : Exemples d'unités SI dérivées exprimées en utilisant des unités supplémentaires

3. Les grandeurs dérivées

Les grandeurs dérivées sont des grandeurs physiques qui résultent de la combinaison des grandeurs de base selon des relations mathématiques. On en trouve qui sont formées de manière cohérente à partir des unités de base (Tableau 2) d'autres unités dérivées qui ont reçu un nom spécial (Tableau 3) qui peut à son tour, être utilisé pour former d'autres noms d'unités (Tableau 4).

Grandeur dérivée		Unité SI dérivée cohérente	
Nom	Symbole	Nom	Symbole
Superficie	A	mètre carré	m^2
Volume	V	mètre cube	m^3
Vitesse	v	mètre par seconde	m.s^{-1}
Accélération	a	mètre par seconde carrée	m.s^{-2}
nombre d'ondes	σ	mètre à la puissance moins un	m^{-1}
masse volumique	ρ	kilogramme par mètre cube	kg.m^{-3}
masse surfacique	ρ_A	kilogramme par mètre carré	kg.m^{-2}
volume massique	v	mètre cube par kilogramme	$\text{m}^3.\text{kg}^{-1}$
densité de courant	j	ampère par mètre carré	A.m^{-2}
champ magnétique	H	ampère par mètre	A.m^{-1}
concentration de quantité de matière, concentration	c	mole par mètre cube	mol.m^{-3}
concentration massique	ρ, γ	kilogramme par mètre cube	kg.m^{-3}
luminance lumineuse	L_v	candela par mètre carré	cd.m^{-2}
indice de réfraction	n	(le nombre) un	1
perméabilité relative	μ_r	(le nombre) un	1

Tableau 2 : Exemples d'unités SI dérivées cohérentes exprimées à partir des unités de base.

Grandeur dérivée	Unité SI dérivée cohérente			
	Nom	Symbole	Expression utilisant d'autres unités SI	Expression en unités SI de base
Fréquence	Hertz	Hz		s^{-1}
Force	Newton	N		$m\ kg\ s^{-2}$
pression, contrainte	Pascal	Pa	N/m^2	$m^{-1}\ kg\ s^{-2}$
énergie, travail, quantité de chaleur	Joule	J	$N\ m$	$m^2\ kg\ s^{-2}$
puissance, flux énergétique	Watt	W	J/s	$m^2\ kg\ s^{-3}$
température Celsius	degré Celsius	$^{\circ}C$		K
flux lumineux	Lumen	lm	$cd\ sr$	cd
luminance lumineuse	Lux	lx	lm/m^2	$m^{-2}\ cd$
activité d'un radionucléide	Becquerel	Bq		s^{-1}

Tableau 3 : Unités SI dérivées cohérentes ayant des noms spéciaux et des symboles particuliers.

Grandeur dérivée	Nom	Symbole	Expression en unités SI de base
viscosité dynamique	pascal seconde	Pa s	$m^{-1}\ kg\ s^{-1}$
moment d'une force	newton mètre	N m	$m^2\ kg\ s^{-2}$
tension superficielle	newton par mètre	N/m	$kg\ s^{-2}$
flux thermique surfacique, éclairage énergétique	watt par mètre carré	W/m^2	$kg\ s^{-3}$
capacité thermique, entropie	joule par kelvin	J/K	$m^2\ kg\ s^{-2}\ K^{-1}$
capacité thermique massique, entropie massique	joule par kilogramme kelvin	$J/(kg\ K)$	$m^2\ s^{-2}\ K^{-1}$
énergie massique	joule par kilogramme	J/kg	$m^2\ s^{-2}$
conductivité thermique	watt par mètre kelvin	$W/(m\ K)$	$m\ kg\ s^{-3}\ K^{-1}$
énergie volumique	joule par mètre cube	J/m^3	$m^{-1}\ kg\ s^{-2}$
champ électrique	volt par mètre	V/m	$m\ kg\ s^{-3}\ A^{-1}$
énergie molaire	joule par mole	J/mol	$m^2\ kg\ s^{-2}\ mol^{-1}$
entropie molaire, capacité thermique molaire	joule par mole kelvin	$J/(mol\ K)$	$m^2\ kg\ s^{-2}\ K^{-1}\ mol^{-1}$
exposition (rayons x et γ)	coulomb par kilogramme	C/kg	$kg^{-1}\ s\ A$
débit de dose absorbée	gray par seconde	Gy/s	$m^2\ s^{-3}$
intensité énergétique	watt par stéradian	W/sr	$m^4\ m^{-2}\ kg\ s^{-3} = m^2\ kg\ s^{-3}$
luminance énergétique	watt par mètre carré stéradian	$W/(m^2\ sr)$	$m^2\ m^{-2}\ kg\ s^{-3} = kg\ s^{-3}$
concentration de l'activité catalytique	katal par mètre cube	kat/ m^3	$m^{-3}\ s^{-1}\ mol$

Tableau 4 : Exemples d'unités SI dérivées cohérentes dont le nom et le symbole comprennent des unités SI dérivées cohérentes ayant des noms spéciaux et des symboles particuliers.

4. Multiples et sous-multiples

Le Système International d'unités (SI) est largement utilisé, mais dans certaines situations, des systèmes d'unités alternatifs comme le C.G.S. (centimètre, gramme, seconde) ou d'autres unités spécifiques sont encore couramment employés, souvent par tradition ou pour des raisons pratiques liées à l'échelle du phénomène étudié. Dans ces cas, il est important de savoir passer d'un système à un autre (Tableau 5). Cela se fait en utilisant les équations dimensionnelles et les rapports de conversion entre les unités, ce qui permet d'assurer la cohérence des mesures et d'éviter les erreurs lors des calculs.

<i>les multiples (10^{+n})</i>		<i>et leurs abréviations</i>	<i>les sous multiples (10^{-n})</i>		<i>et leurs abréviations</i>
10^{+1}	déca	da	10^{-1}	déci	d
10^{+2}	hecto	h	10^{-2}	centi	c
10^{+3}	kilo	k	10^{-3}	milli	m
10^{+6}	méga	M	10^{-6}	micro	μ
10^{+9}	giga	G	10^{-9}	nano	n
10^{+12}	tera	T	10^{-12}	pico	p
10^{+15}	peta	P	10^{-15}	femto	f
10^{+18}	exa	E	10^{-18}	atto	a
10^{+21}	zetta	Z	10^{-21}	zepto	z
10^{+24}	yotta	Y			

Tableau 5 : Préfixes SI