



Expérimenter

Chaine d'information

Communication et information

Le système d'unité



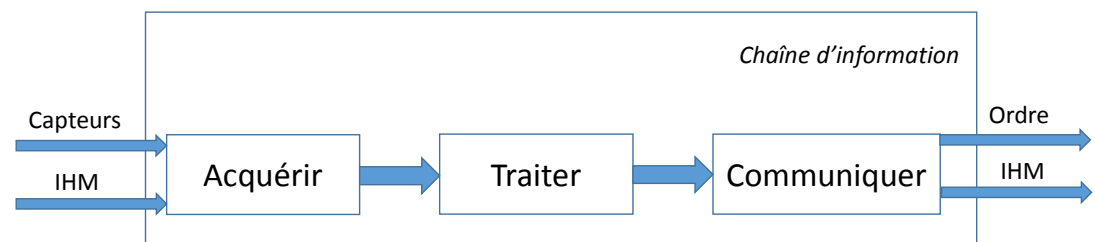
1.	GRANDEURS PHYSIQUES ET UNITES	3
2.	SYNOPTIQUE D'UN SYSTEME	3
3.	SYSTEME INTERNATIONAL D'UNITE	4
	3.1. Les sept unités de base	4
	3.1.1. Unité de longueur (mètre) <i>(extrait)</i>	4
	3.1.2. Unité de masse (kilogramme) <i>(extrait)</i>	4
	3.1.3. Unité de temps (seconde) <i>(extrait)</i>	5
	3.1.4. Unité de courant électrique (ampère) <i>(extrait)</i>	5
	3.1.5. Unité de température thermodynamique (kelvin) <i>(extrait)</i>	5
	3.1.6. Unité de quantité de matière (mole) <i>(extrait)</i>	5
	3.1.7. Unité d'intensité lumineuse (candela) <i>(extrait)</i>	5
	3.2. Unités dérivées du SI	6
	3.3. Unité hors du SI	6
	3.4. Multiples et sous multiples	6
	3.5. Unités dérivées cohérentes	7
4.	LECTURE INCONTOURNABLE	7

1. Grandeurs physiques et unités

Dans la plupart des objets pluri technologiques qui nous entourent, il existe une partie opérative (effecteurs, actionneurs, moteurs, etc.), une partie commande qui concentre « l'intelligence » du système et des informations destinées à l'utilisateur (voyant, écran, etc.).

Dans un système, les informations présentes en entrée peuvent être de deux types :

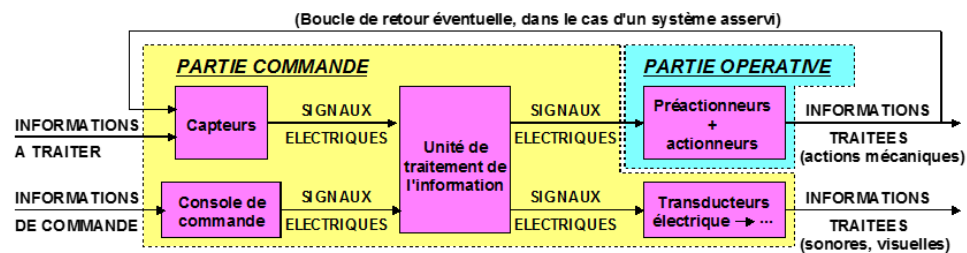
- les informations qui feront l'objet du traitement, correspondant à des **paramètres physiques** (température, vitesse de déplacement, masse, force, ...), seront converties en signaux électriques à l'aide de **capteurs**,
- les informations de commande, correspondant à des consignes manuelles de l'opérateur, et qui sont converties en signaux électriques à l'aide d'une **IHM** (*Interface Homme Machine*).



En sortie, les informations délivrées par le dispositif, **les ordres**, sont très souvent élaborées à partir de **transducteurs**. Ils convertissent un signal électrique en un signal d'une autre nature (LEDs, les afficheurs, les écrans, les buzzers, les haut-parleurs et les sirènes).

Lorsque le système est muni d'une partie opérative, cette dernière peut délivrer diverses informations (position, vitesse, accélération, ...) qui peuvent, dans le cas de systèmes asservis, être traitées à l'aide de capteurs par la partie commande.

2. Synoptique d'un système



3. Système International d'unité ¹

Extraits de « Système International d'unité »
 2006 ; Bureau international des poids et mesures
 Organisation intergouvernementale de la Convention du Mètre

Les définitions officielles de toutes les unités de base du SI sont approuvées par la Conférence générale. La première de ces définitions fut approuvée en 1889 et la plus récente en 2018. Ces définitions sont modifiées de temps à autre pour suivre l'évolution des sciences.

3.1. Les sept unités de base

Les unités de base du Système international sont rassemblées dans le tableau 1 qui relie les grandeurs de base aux noms et symboles des sept unités de base (10^e CGPM (1954, Résolution 6 ; CR, 80) ; 11^e CGPM (1960, Résolution 12 ; CR, 87) ; 13^e CGPM (1967/68, Résolution 3 ; CR, 104 et *Metrologia*, 1968, **4**, 43) ; 14^e CGPM (1971, Résolution 3 ; CR, 78 et *Metrologia*, 1972, **8**, 36)).

Tableau 1. Unités de base du SI

Grandeur de base		Unité SI de base	
Nom	Symbole	Nom	Symbole
longueur	$l, x, r, \text{etc.}$	mètre	m
masse	m	kilogramme	kg
temps, durée	t	seconde	s
courant électrique	I, i	ampère	A
température thermodynamique	T	kelvin	K
quantité de matière	n	mole	mol
intensité lumineuse	I_v	candela	cd

3.1.1. Unité de longueur (mètre) (*extrait*)

Le mètre est la longueur du trajet parcouru dans le vide par la lumière pendant une durée de 1/299 792 458 de seconde.

Il en résulte que la vitesse de la lumière dans le vide est égale à 299 792 458 mètres par seconde exactement, $c_0 = 299\,792\,458 \text{ m/s}$.

Le prototype international du mètre originel, qui fut approuvé par la 1^{re} CGPM en 1889 est toujours conservé au BIPM.

3.1.2. Unité de masse (kilogramme) (*extrait*)

Le kilogramme, symbole kg, est l'unité de masse du SI. Il est défini en prenant la valeur numérique fixée de la constante de Planck, h , égale à $6,626\,070\,15 \times 10^{-34}$ lorsqu'elle est exprimée en J s, unité égale à $\text{kg m}^2 \text{s}^{-1}$, le mètre et la seconde étant définis en fonction de c et $\Delta\nu_{\text{Cs}}$.

¹ Sources VIM et BIPM

L'actuelle définition du kilogramme fixe la valeur numérique de « h » de façon exacte et la masse du prototype doit désormais être déterminée de façon expérimentale.

3.1.3. Unité de temps (seconde) (*extrait*)

La seconde, unité de temps, est basée sur la fréquence de la transition hyperfine de l'état fondamental de l'atome de césium est égale à 9 192 631 770 hertz exactement, $\nu(\text{Hf Cs}) = 9\,192\,631\,770\text{ Hz}$.

3.1.4. Unité de courant électrique (ampère) (*extrait*)

L'ampère est l'intensité d'un courant constant qui, 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, produirait entre ces conducteurs une force égale à 2×10^{-7} newton par mètre de longueur.

3.1.5. Unité de température thermodynamique (kelvin) (*extrait*)

Le kelvin, unité de température thermodynamique, est la fraction $1/273,16$ de la température thermodynamique du point triple de l'eau. Il en résulte que la température thermodynamique du point triple de l'eau est égale à 273,16 kelvins exactement, $\text{TP} = 273,16\text{ K}$.

L'unité de température Celsius est le degré Celsius, symbole $^{\circ}\text{C}$, égal à l'unité kelvin par définition. La valeur numérique de la température Celsius exprimée en degrés Celsius est liée à la valeur numérique de la température thermodynamique exprimée en Kelvins par la relation : $T/^{\circ}\text{C} = T/\text{K} - 273,15$.

Le kelvin et le degré Celsius sont aussi les unités de l'Echelle internationale de Température de 1990 (EIT-90) adoptée par le Comité international en 1989.

3.1.6. Unité de quantité de matière (mole) (*extrait*)

Mole, symbole mol, et la mole est définie en fixant la masse de carbone 12 qui constitue une mole d'atomes de carbone 12. Par un accord international, cette masse a été fixée à 0,012 kg, c'est-à-dire 12 g.

3.1.7. Unité d'intensité lumineuse (candela) (*extrait*)

La « bougie nouvelle » est fondée sur la luminance du radiateur de Planck (Corps noir) à la température de congélation du platine.

La candela est 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.

Il en résulte que l'efficacité lumineuse spectrale d'un rayonnement monochromatique de fréquence 540×10^{12} hertz est égale à 683 lumens par watt exactement, $K = 683\text{ lm/W} = 683\text{ cd sr/W}$.

Enfin, il faut reconnaître que même si les sept grandeurs de base – longueur, masse, temps, courant électrique, température thermodynamique, quantité de matière et Intensité lumineuse – sont considérées comme indépendantes par convention, les Unités de base – le mètre, le kilogramme, la seconde, l'ampère, le kelvin, la mole et la Candela – ne le sont pas. Ainsi la définition du mètre fait

appel à la seconde ; la Définition de l'ampère fait appel au mètre, au kilogramme et à la seconde ; la Définition de la mole fait appel au kilogramme ; et la définition de la candela fait appel au mètre, au kilogramme et à la seconde.

3.2. Unités dérivées du SI

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
accélération	a	mètre par seconde carrée	m/s^2
nombre d'ondes	$\sigma, \tilde{\nu}$	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	m^3/kg
densité de courant	j	ampère par mètre carré	A/m^2
champ magnétique	H	ampère par mètre	A/m
concentration	c	mole par mètre cube	mol/m^3
de quantité de matière ^(a) , concentration			
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 ^(b)	n	un	1
perméabilité relative ^(b)	μ_r	un	1

3.3. Unité hors du SI

Grandeur	Nom de l'unité	Symbole de l'unité	Valeur en unités SI
temps	minute	min	1 min = 60 s
	heure ^(a)	h	1 h = 60 min = 3600 s
	jour	d	1 d = 24 h = 86 400 s
angle plan	degré ^(b, c)	°	1° = $(\pi/180)$ rad
	minute	'	1' = $(1/60)^\circ = (\pi/10\,800)$ rad
	seconde ^(d)	"	1" = $(1/60)' = (\pi/648\,000)$ rad
superficie	hectare ^(e)	ha	1 ha = 1 hm ² = 10 ⁴ m ²
volume	litre ^(f)	L, l	1 L = 1 l = 1 dm ³ = 10 ³ cm ³ = 10 ⁻³ m ³
masse	tonne ^(g)	t	1 t = 10 ³ kg

3.4. Multiples et sous multiples

Facteur	Nom	Symbole	Facteur	Nom	Symbole
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	téra	T	10 ⁻¹²	pico	p
10 ¹⁵	péta	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	10 ⁻²⁴	yocto	y

3.5. Unités dérivées cohérentes

Grandeur dérivée	Nom	Symbole	Expression utilisant d'autres unités SI	Expression en unités SI de base
angle plan	radian ^(b)	rad	1 ^(b)	m/m
angle solide	stéradian ^(b)	sr ^(c)	1 ^(b)	m ² /m ²
fréquence	hertz ^(d)	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
charge électrique, quantité d'électricité	coulomb	C		s A
différence de potentiel électrique	volt	V	W/A	m ² kg s ⁻³ A ⁻¹
force électromotrice				
capacité électrique	farad	F	C/V	m ⁻² kg ⁻¹ s ⁴ A ²
résistance électrique	ohm	Ω	V/A	m ² kg s ⁻³ A ⁻²
conductance électrique	siemens	S	A/V	m ⁻² kg ⁻¹ s ³ A ²
flux d'induction magnétique	weber	Wb	V s	m ² kg s ⁻² A ⁻¹
induction magnétique	tesla	T	Wb/m ²	kg s ⁻² A ⁻¹
inductance	henry	H	Wb/A	m ² kg s ⁻² A ⁻²
température Celsius	degré Celsius ^(e)	°C		K
flux lumineux	lumen	lm	cd sr ^(c)	cd
éclairement lumineux	lux	lx	lm/m ²	m ⁻² cd
activité d'un radionucléide ^(f)	becquerel ^(d)	Bq		s ⁻¹
dose absorbée, énergie massique (communiquée), kerma	gray	Gy	J/kg	m ² s ⁻²
équivalent de dose, équivalent de dose ambiant, équivalent de dose directionnel, équivalent de dose individuel,	sievert ^(g)	Sv	J/kg	m ² s ⁻²
activité catalytique	katal	kat		s ⁻¹ mol

4. Lecture incontournable

**Bureau
International des
Poids et
Mesures**



Vous pouvez retrouver plus de détails et d'informations dans la brochure éditée par le BIPM

<https://www.bipm.org/utis/common/pdf/si-brochure/SI-Brochure-9-FR.pdf>