# Norme internationale ISO 31/0

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION•МЕЖДУНАРОДНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ•ORGANISATION INTERNATIONALE DE NORMALISATION

## Principes généraux concernant les grandeurs, les unités et les symboles

*General principles concerning quantities, units and symbols*

**Deuxième édition — 1981-07-01**

**CDU 53.081**

**Réf. n° : ISO 31/0-1981 (F)**

**Descripteurs** : grandeur, unité de mesure, symbole, système international d'unités, généralité.

Prix basé sur 13 pages

## Avant-propos

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (comités membres de l'ISO). L'élaboration des Normes internationales est confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique correspondant. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO, participent également aux travaux.

Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour approbation, avant leur acceptation comme Normes internationales par le Conseil de l'ISO.

La Norme internationale ISO 31/0 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 12, *Grandeurs, unités, symboles, facteurs de conversion et tables de conversion*, et a été soumise aux comités membres en juillet 1979.

Les comités membres des pays suivants l'ont approuvée :

| | | |
|---|---|---|
| Afrique du Sud, Rép. d' | Égypte, Rép. arabe d' | Pays-Bas |
| Allemagne, R.F. | Espagne | Pologne |
| Australie | Finlande | Portugal |
| Autriche | France | Roumanie |
| Belgique | Inde | Royaume-Uni |
| Brésil | Israël | Suède |
| Bulgarie | Italie | Suisse |
| Canada | Japon | Tchécoslovaquie |
| Cuba | Mexique | URSS |
| Corée, Rép. dém. p. de | Norvège | USA |
| Danemark | Nouvelle-Zélande | |

Aucun comité membre ne l'a désapprouvée.

Cette norme internationale a également été approuvée par l'Union internationale de chimie pure et appliquée (UICPA).

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition (ISO 31/0-1974).

# Sommaire

**Annexes**

# Principes généraux concernant les grandeurs, les unités et les symboles

## 0 Introduction

Le rôle du comité technique ISO/TC 12, *Grandeurs, unités, symboles, facteurs de conversion et tables de conversion*, est de normaliser les unités et les symboles des grandeurs et des unités (et les symboles mathématiques) qui sont employées dans les différents domaines de la science et de la technique, et de donner — quand c'est nécessaire — des définitions de ces grandeurs et de ces unités. Pour remplir cette tâche, l'ISO/TC 12 a préparé l'ISO 31 qui comprend les parties suivantes :

Partie 0 : *Principes généraux concernant les grandeurs, les unités et les symboles.*

Partie 1 : *Grandeurs et unités d'espace et de temps.*

Partie 2 : *Grandeurs et unités de phénomènes périodiques et connexes.*

Partie 3 : *Grandeurs et unités de mécanique.*

Partie 4 : *Grandeurs et unités de chaleur.*

Partie 5 : *Grandeurs et unités d'électricité et de magnétisme.*

Partie 6 : *Grandeurs et unités de lumière et de rayonnements électromagnétiques connexes.*

Partie 7 : *Grandeurs et unités d'acoustique.*

Partie 8 : *Grandeurs et unités de chimie physique et de physique moléculaire.*

Partie 9 : *Grandeurs et unités de physique atomique et nucléaire.*

Partie 10 : *Grandeurs et unités de réactions nucléaires et rayonnements ionisants.*

Partie 11 : *Signes et symboles mathématiques à employer dans les sciences physiques et dans la technique.*

Partie 12 : *Paramètres sans dimension.*

Partie 13 : *Grandeurs et unités de la physique de l'état solide.*

## 1 Objet et domaine d'application

Le but de la présente Norme internationale est de donner des renseignements généraux sur les principes concernant les grandeurs physiques, les équations, les symboles de grandeurs et d'unités, les systèmes cohérents d'unités, spécialement le Système International d'Unités, SI.

Les principes établis dans la présente Norme internationale sont destinés à un usage général dans les différents domaines de la science et de la technique, ainsi qu'à servir d'introduction générale aux autres Normes internationales de la série ISO 31.

## 2 Grandeurs et unités

### 2.1 Grandeur physique, unité et valeur numérique

Les *grandeurs physiques* sont employées pour la description quantitative des phénomènes de la physique. Les grandeurs peuvent être mises dans des catégories contenant chacune des grandeurs pouvant se comparer mutuellement. Les longueurs, les diamètres, les distances, les hauteurs, les longueurs d'onde, etc., constitueraient une telle catégorie.

Quand on choisit dans une telle catégorie une grandeur particulière comme grandeur de référence appelée *l'unité,* tout autre grandeur appartenant à cette catégorie peut être exprimée, en fonction de cette unité, par le produit de cette unité par un nombre. Ce nombre est appelé la *valeur numérique* de la grandeur exprimée avec cette unité.

*Exemple :* La longueur d'onde d'une des raies spectrales du sodium est

$$\lambda = 5{,}896 \times 10^{-7}\ \mathrm{m}$$

Ici, $\lambda$ est le symbole de la grandeur physique : longueur d'onde; m est le symbole de l'unité de longueur : le mètre; $5{,}896 \times 10^{-7}$ est la valeur numérique de la longueur d'onde exprimée en mètres.

Dans les exposés théoriques sur les grandeurs et les unités, on peut exprimer cette relation sous la forme

$$A = \{A\} \cdot [A]$$

où $A$ est le symbole de la grandeur physique, $[A]$ le symbole de l'unité et où $\{A\}$ symbolise la valeur numérique de la grandeur $A$ exprimée avec l'unité $[A]$. Les composantes des vecteurs et des tenseurs sont des grandeurs qui peuvent être exprimées sous la forme décrite ci-dessus.

Si une grandeur est exprimée avec une autre unité, qui est $k$ fois plus petite, la nouvelle valeur numérique devient $k$ fois plus grande; le produit de la valeur numérique par l'unité est indépendant de l'unité.

*Exemple :* Quand on change l'unité de longueur d'onde en passant du mètre au nanomètre, qui est $10^9$ fois plus petit, cela donne une valeur numérique qui est $10^9$ fois plus grande.

Ainsi,

$$\lambda = 5{,}896 \times 10^{-7}\ \mathrm{m} = 5{,}896 \times 10^{-7} \times 10^{9}\ \mathrm{nm} = 589{,}6\ \mathrm{nm}$$

*Remarque sur la représentation des valeurs numériques*

Il est important de distinguer la grandeur elle-même et la valeur numérique de cette grandeur exprimée avec une unité particulière. La valeur numérique de la grandeur exprimée avec une unité particulière peut être indiquée au moyen du symbole de la grandeur écrit entre accolades, le symbole de l'unité figurant en indice. Il est toutefois préférable d'indiquer la valeur numérique explicitement comme rapport de la grandeur à l'unité.

*Exemple :* $\lambda/\mathrm{nm} = 589{,}6$ ou $\{\lambda\}_{\mathrm{nm}} = 589{,}6$

## 2.2 Grandeurs et équations

### 2.2.1 Opérations mathématiques sur les grandeurs

Deux ou plusieurs grandeurs physiques ne peuvent pas être additionnées ou soustraites, à moins qu'elles n'appartiennent à la même catégorie de grandeurs mutuellement comparables.

Les grandeurs physiques sont multipliées ou divisées l'une par l'autre suivant les règles de l'algèbre; le produit de deux grandeurs $A$ et $B$ satisfait à la relation

$$AB = \{A\}\ \{B\} \cdot [A]\ [B]$$

Ainsi, le produit $\{A\}\ \{B\}$ est la valeur numérique $\{AB\}$ de la grandeur $AB$, et le produit $[A]\ [B]$ est l'unité $[AB]$ de la grandeur $AB$.

*Exemple :* La vitesse $v$ d'une particule en mouvement uniforme est définie par

$$v = l/t$$

où $l$ est la distance parcourue dans l'intervalle de temps $t$.

Donc, si la particule parcourt une distance $l = 6$ m dans un intervalle de temps $t = 2$ s, la vitesse $v$ est égale à

$$v = \frac{l}{t} = \frac{6\ \mathrm{m}}{2\ \mathrm{s}} = 3\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$$

Les arguments des fonctions exponentielles, logarithmiques, trigonométriques, etc., sont des nombres, des valeurs numériques ou des combinaisons sans dimension de grandeurs (voir 2.2.6).

*Exemples :* $\exp(W/kT)$, $\ln(p/\mathrm{kPa})$, $\sin(\omega t)$

### 2.2.2 Équations entre grandeurs et équations entre valeurs numériques

Deux types d'équations sont utilisés dans la science et dans la technique : les *équations entre grandeurs*, dans lesquelles un symbole littéral indique la totalité de la grandeur physique (c'est-à-dire valeur numérique × unité) et les *équations entre valeurs numériques*. Les équations entre valeurs numériques dépendent du choix des unités, contrairement aux équations entre grandeurs qui ont l'avantage d'être indépendantes de ce choix. En conséquence, on doit normalement préférer l'emploi d'équations entre grandeurs.

*Exemple :* Une équation simple entre grandeurs est

$$v = l/t$$

comme donné en 2.2.1.

En employant, par exemple, le kilomètre par heure, le mètre et la seconde respectivement comme unités de vitesse, de longueur et de temps, nous pouvons écrire l'équation entre valeurs numériques suivante :

$$\{v\}_{\mathrm{km/h}} = 3{,}6\{l\}_{\mathrm{m}}/\{t\}_{\mathrm{s}}$$

Le nombre 3,6 qui apparaît dans cette équation résulte des unités particulières choisies; il serait généralement différent si d'autres unités étaient choisies.

Si, dans cette équation, les indices inférieurs indiquant les symboles d'unités sont omis, on obtient une équation entre valeurs numériques

$$\{v\} = 3{,}6\{l\}/\{t\},$$

qui n'est plus indépendante du choix des unités et dont l'emploi n'est par conséquent pas recommandé.

Dans les équations entre valeurs numériques, les unités utilisées doivent toujours être indiquées.

### 2.2.3 Constantes empiriques

Une relation empirique est souvent exprimée sous la forme d'une équation entre les valeurs numériques de certaines grandeurs physiques. Une telle relation dépend des unités avec lesquelles sont exprimées les grandeurs physiques.

Une relation empirique entre valeurs numériques peut être transformée en équation entre grandeurs physiques, contenant une ou plusieurs constantes empiriques. Une telle équation entre grandeurs physiques a l'avantage que la forme de cette équation est indépendante du choix des unités. Les valeurs numériques des constantes empiriques apparaissant dans une telle équation dépendent toutefois des unités avec lesquelles elles sont exprimées, comme dans le cas des autres grandeurs physiques.

*Exemple :* Les résultats d'un mesurage de la durée de la période $T$ d'un pendule en fonction de sa longueur $l$, quelque part sur la

Terre, peuvent être représentés par une équation entre grandeurs

$$T = C \cdot l^{1/2}$$

où la constante empirique $C$ est trouvée être égale à

$$C = 2{,}006 \text{ s/m}^{1/2}$$

(La théorie montre que $C = 2\pi g^{-1/2}$, où $g$ est l'accélération locale due à la pesanteur.)

#### 2.2.4 Facteurs numériques dans les équations entre grandeurs

Les équations entre grandeurs peuvent contenir des *facteurs numériques.* Ces facteurs numériques dépendent des définitions des grandeurs apparaissant dans les équations.

*Exemples :*

1 L'énergie cinétique d'une particule de masse $m$ et de vitesse $v$ est

$$E_k = \frac{1}{2} m v^2$$

2 Si $C$ est la capacité d'une sphère de rayon $r$ et si $\varepsilon$ est la permittivité, on a

$$C = 4\pi\varepsilon r$$

#### 2.2.5 Systèmes de grandeurs et d'équations entre grandeurs; grandeurs de base et grandeurs dérivées

Les grandeurs physiques sont liées entre elles par des équations exprimant des lois de la nature et/ou donnant des définitions pour des grandeurs nouvelles.

Pour définir des systèmes d'unités et introduire la notion de dimension, il convient de considérer certaines grandeurs comme mutuellement indépendantes, c'est-à-dire regarder celles-ci comme *grandeurs de base,* au moyen desquelles les autres grandeurs peuvent être définies ou exprimées par des équations; ces dernières grandeurs sont appelées *grandeurs dérivées.*

Le nombre des grandeurs de base, ainsi que leur choix, est, dans une certaine mesure, arbitraire.

L'ensemble de toutes les grandeurs incluses dans les parties 1 à 13 de l'ISO 31 peut être considéré comme étant fondé sur sept grandeurs de base : longueur, masse, temps, courant électrique, température, quantité de matière et intensité lumineuse.

Dans le domaine de la mécanique, on emploie généralement un système de grandeurs et d'équations fondé sur trois grandeurs de base. Dans la partie 3 de l'ISO 31, les grandeurs de base employées sont la longueur, la masse et le temps.

Dans le domaine de l'électricité et du magnétisme, on emploie généralement un système de grandeurs et d'équations fondé sur quatre grandeurs de base. Dans la partie 5 de l'ISO 31, les grandeurs de base employées sont la longueur, la masse, le temps et le courant électrique.

Cependant, dans le même domaine, des systèmes fondés uniquement sur trois grandeurs de base ont été largement utilisés. L'un de ceux-ci, appelé le système de Gauss ou symétrique, est encore en usage. Il est décrit dans l'ISO 31, partie 5, annexe A.

#### 2.2.6 Dimension d'une grandeur

On peut exprimer toute grandeur $Q$ en fonction d'autres grandeurs au moyen d'une équation. Cette expression peut consister en une somme de termes. Chacun de ces termes peut être exprimé par le produit de puissances de grandeurs de base $A$, $B$, $C$,..., appartenant à une suite choisie, produit quelquefois multiplié par un facteur numérique $\xi$, c'est-à-dire

$\xi A^\alpha B^\beta C^\gamma \ldots$, où l'ensemble d'exposants $(\alpha, \beta, \gamma, \ldots)$ est le même pour chaque terme.

La *dimension* de la grandeur $Q$ est alors exprimée par le produit de dimensions

$$\dim Q = \mathrm{A}^\alpha \mathrm{B}^\beta \mathrm{C}^\gamma \ldots$$

où A, B, C,... indiquent les dimensions des grandeurs de base $A$, $B$, $C$,..., et où $\alpha$, $\beta$, $\gamma$,... sont appelés les *exposants dimensionnels.*

Une grandeur dont tous les exposants dimensionnels sont égaux à zéro est appelée grandeur *sans dimension.* Son produit de dimension ou sa dimension est $A^0 B^0 C^0 \ldots = 1$.

*Exemple :* Lorsque les dimensions des trois grandeurs de base : longueur, masse et temps sont indiquées respectivement par L, M et T, la dimension de la grandeur «travail» est exprimée par $\dim W = \mathrm{L}^2\mathrm{MT}^{-2}$ et les exposants dimensionnels sont 2, 1 et $-2$.

Dans le système fondé sur les sept grandeurs de base : longueur, masse, temps, courant électrique, température, quantité de matière et intensité lumineuse, les dimensions de base peuvent être indiquées respectivement par L, M, T, I, Θ, N et J, et la dimension d'une grandeur $Q$ devient en général

$$\dim Q = \mathrm{L}^\alpha \mathrm{M}^\beta \mathrm{T}^\gamma \mathrm{I}^\delta \Theta^\varepsilon \mathrm{N}^\zeta \mathrm{J}^\eta$$

*Exemples :*

| *Grandeur* | *Dimension* |
|---|---|
| vitesse | $\mathrm{LT}^{-1}$ |
| vitesse angulaire | $\mathrm{T}^{-1}$ |
| force | $\mathrm{LMT}^{-2}$ |
| énergie | $\mathrm{L}^2\mathrm{MT}^{-2}$ |
| entropie | $\mathrm{L}^2\mathrm{MT}^{-2}\Theta^{-1}$ |
| potentiel électrique | $\mathrm{L}^2\mathrm{MT}^{-3}\mathrm{I}^{-1}$ |
| permittivité | $\mathrm{L}^{-3}\mathrm{M}^{-1}\mathrm{T}^4\mathrm{I}^2$ |
| flux magnétique | $\mathrm{L}^2\mathrm{MT}^{-2}\mathrm{I}^{-1}$ |
| éclairement lumineux | $\mathrm{L}^{-2}\mathrm{J}$ |
| entropie molaire | $\mathrm{L}^2\mathrm{MT}^{-2}\Theta^{-1}\mathrm{N}^{-1}$ |
| constante de Faraday | $\mathrm{TIN}^{-1}$ |
| densité relative | 1 |

Dans l'ISO 31, les dimensions des grandeurs ne sont pas mentionnées explicitement, sauf dans le cas d'une grandeur sans dimension.

## 2.3 Unités

### 2.3.1 Systèmes cohérents d'unités

Il serait possible de choisir les unités arbitrairement, mais un tel choix arbitraire d'une unité pour chaque grandeur conduirait à introduire de nouveaux facteurs numériques dans les équations entre valeurs numériques.

Il est possible cependant, et en pratique plus logique, de choisir un système d'unités de telle façon que les équations entre valeurs numériques (facteurs numériques inclus), aient exactement la même forme que les équations correspondantes entre grandeurs. Un système d'unités défini de cette manière est appelé *cohérent* par rapport au système de grandeurs et d'équations considéré. Le SI est un tel système.

Pour un système particulier de grandeurs et d'équations, on obtient un système cohérent d'unités en définissant d'abord des unités pour les grandeurs de base, les *unités de base*. Ensuite, pour chaque grandeur dérivée, la définition de l'*unité dérivée* correspondante en fonction des unités de base est donnée par une expression algébrique qu'on obtient en remplaçant dans le produit de dimensions (voir 2.2.6) les symboles des dimensions de base par ceux des unités de base. Dans un tel système cohérent d'unités, aucun facteur numérique autre que le nombre 1 ne figure dans les expressions des unités dérivées en fonction des unités de base.

*Exemples :*

| *Grandeur* | *Équation* | *Dimension* | *Symbole de l'unité dérivée* |
|---|---|---|---|
| vitesse | $v = \mathrm{d}l/\mathrm{d}t$ | $\mathrm{LT}^{-1}$ | m/s |
| force | $F = m\mathrm{d}^2l/\mathrm{d}t^2$ | $\mathrm{MLT}^{-2}$ | $\mathrm{kg \cdot m/s^2}$ |
| énergie cinétique | $E_\mathrm{k} = \frac{1}{2}mv^2$ | $\mathrm{ML^2T^{-2}}$ | $\mathrm{kg \cdot m^2/s^2}$ |
| énergie potentielle | $E_\mathrm{p} = mgh$ | $\mathrm{ML^2T^{-2}}$ | $\mathrm{kg \cdot m^2/s^2}$ |
| énergie | $E = \frac{1}{2}mv^2 + mgh$ | $\mathrm{ML^2T^{-2}}$ | $\mathrm{kg \cdot m^2/s^2}$ |

### 2.3.2 Unités SI et leurs multiples et sous-multiples décimaux

Le nom Système International d'Unités et l'abréviation internationale SI ont été adoptés par la 11e Conférence Générale des Poids et Mesures (CGPM) en 1960.

Ce système comprend trois classes d'unités :

unités de base
unités supplémentaires
unités dérivées

qui forment ensemble le système cohérent d'*unités SI*.

*UNITÉS DE BASE*

| *Grandeur* | *Nom de l'unité de base* | *Symbole de l'unité* |
|---|---|---|
| longueur | mètre | m |
| masse | kilogramme | kg |
| temps | seconde | s |
| courant électrique | ampère | A |
| température thermodynamique | kelvin | K |
| quantité de matière | mole | mol |
| intensité lumineuse | candela | cd |

*UNITÉS SUPPLÉMENTAIRES*

| *Grandeur* | *Nom de l'unité supplémentaire* | *Symbole de l'unité* |
|---|---|---|
| angle plan | radian | rad |
| angle solide | stéradian | sr |

La CGPM a classé les unités SI radian et stéradian comme «unités supplémentaires», laissant non résolue la question de savoir si ce sont des unités de base ou des unités dérivées et, en conséquence, la question de savoir si l'on doit considérer l'angle plan et l'angle solide comme des grandeurs de base ou des grandeurs dérivées.(1)

Dans l'ISO 31, l'angle plan et l'angle solide sont traités comme des grandeurs dérivées. Ils y sont définis respectivement comme le rapport de deux longueurs et comme le rapport de deux aires et sont, en conséquence, traités comme des grandeurs sans dimension. Bien que, dans ces conditions, l'unité cohérente des deux grandeurs soit le nombre 1, il est commode d'employer les noms spéciaux radian et stéradian au lieu du nombre 1 dans de nombreux cas d'application pratique.

Si l'angle plan et l'angle solide étaient traités comme des grandeurs de base, les unités radian et stéradian seraient des unités de base et ne pourraient pas être considérées comme des noms spéciaux du nombre 1. Dans ce cas, des modifications importantes devraient être effectuées dans l'ISO 31.

*UNITÉS DÉRIVÉES*

On peut obtenir les expressions des unités dérivées cohérentes en fonction des unités de base, à partir des expressions des produits de dimensions, en employant les substitutions formelles suivantes :

| | |
|---|---|
| $\mathrm{L} \rightarrow \mathrm{m}$ | $\mathrm{I} \rightarrow \mathrm{A}$ |
| $\mathrm{M} \rightarrow \mathrm{kg}$ | $\Theta \rightarrow \mathrm{K}$ |
| $\mathrm{T} \rightarrow \mathrm{s}$ | $\mathrm{N} \rightarrow \mathrm{mol}$ |
| | $\mathrm{J} \rightarrow \mathrm{cd}$ |

Puisque l'angle plan et l'angle solide sont traités comme des grandeurs dérivées dans l'ISO 31, les unités supplémentaires radian et stéradian n'apparaissent pas dans l'expression des unités dérivées cohérentes. Cependant, comme le montrent les exemples ci-après, elles peuvent être introduites par commodité. C'est en particulier le cas en photométrie (voir ISO 31, partie 6).

(1) Cependant, en octobre 1980, le Comité International des Poids et Mesures décidait d'interpréter la classe des unités supplémentaires dans le Système International comme une classe d'unités dérivées sans dimension pour lesquelles la Conférence Générale des Poids et Mesures laisse la liberté de les utiliser ou non dans les expressions des unités dérivées du Système International.

*Exemples :*

| *Grandeur* | *Symbole de l'unité SI exprimée en fonction des 7 unités de base (et des unités supplémentaires dans certains cas)* |
|---|---|
| vitesse | m/s |
| vitesse angulaire | $s^{-1}$ ou rad/s |
| force | $kg \cdot m/s^2$ |
| énergie | $kg \cdot m^2/s^2$ |
| entropie | $kg \cdot m^2/(s^2 \cdot K)$ |
| potentiel électrique | $kg \cdot m^2/(s^3 \cdot A)$ |
| permittivité | $A^2 \cdot s^4/(kg \cdot m^3)$ |
| flux magnétique | $kg \cdot m^2/(s^2 \cdot A)$ |
| éclairement lumineux | $cd \cdot sr/m^2$ |
| entropie molaire | $kg \cdot m^2/(s^2 \cdot K \cdot mol)$ |
| constante de Faraday | $A \cdot s/mol$ |
| densité relative | 1 |

Pour quelques-unes des unités dérivées, des noms et des symboles spéciaux ont été adoptés par la CGPM, par exemple le joule (J) et le volt (V) respectivement pour les unités SI d'énergie et de potentiel électrique. Il est souvent avantageux d'employer ces noms et symboles spéciaux. (Pour une liste complète des noms spéciaux pour les unités SI dérivées, voir ISO 1000.)

*Exemples :*

1 Employant l'unité dérivée joule ($1\ J = 1\ m^2 \cdot kg \cdot s^{-2}$), on peut écrire

| *Grandeur* | *Symbole de l'unité SI* |
|---|---|
| entropie molaire | $J \cdot K^{-1} \cdot mol^{-1}$ |
| flux magnétique | $J \cdot A^{-1}$ |

2 Employant l'unité dérivée volt ($1\ V = 1\ m^2 \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot A^{-1}$), on peut écrire

| *Grandeur* | *Symbole de l'unité SI* |
|---|---|
| flux magnétique | $V \cdot s$ |
| permittivité | $s \cdot A \cdot m^{-1} \cdot V^{-1}$ |

*PRÉFIXES SI*

Afin d'éviter les valeurs numériques élevées ou faibles, on ajoute des multiples et sous-multiples décimaux des unités SI au système cohérent dans le cadre du Système International d'Unités. Ils sont formés au moyen des préfixes suivants (préfixes SI) :

| *Facteur* | *Préfixe* | *Symbole* |
|---|---|---|
| $10^{18}$ | exa | E |
| $10^{15}$ | peta | P |
| $10^{12}$ | téra | T |
| $10^{9}$ | giga | G |
| $10^{6}$ | méga | M |
| $10^{3}$ | kilo | k |
| $10^{2}$ | hecto | h |
| 10 | déca | da |
| $10^{-1}$ | déci | d |
| $10^{-2}$ | centi | c |
| $10^{-3}$ | milli | m |
| $10^{-6}$ | micro | µ |
| $10^{-9}$ | nano | n |
| $10^{-12}$ | pico | p |
| $10^{-15}$ | femto | f |
| $10^{-18}$ | atto | a |

Pour l'emploi des préfixes, voir 3.2.4.

*Les unités SI ainsi que leurs multiples et sous-multiples décimaux, formés à l'aide des préfixes, sont particulièrement recommandés.*

### 2.3.3 Autres systèmes d'unités et autres unités

Le système CGS d'unités mécaniques est un système cohérent dont les unités de base sont

le centimètre
le gramme
la seconde

pour les trois grandeurs de base : longueur, masse et temps.

Dans la pratique, on a élargi ce système en ajoutant le kelvin, la candela et la mole comme unités de base pour les grandeurs de base : température, intensité lumineuse et quantité de matière.

Les unités électriques et magnétiques ont été définies dans le système CGS de différentes manières suivant les systèmes de grandeurs et d'équations choisis. Le système CGS «de Gauss» ou symétrique est toujours en usage; il est cohérent avec le système «de Gauss» ou symétrique de grandeurs et d'équations fondé sur trois grandeurs de base. Pour de plus amples informations sur ce système, voir ISO 31, partie 5, annexe A.

Les noms et les symboles spéciaux des unités CGS dérivées telles que la dyne, l'erg, le poise, le stokes, le gauss, l'œrsted et le maxwell *ne doivent pas être employés conjointement avec les unités SI.*

Dans d'autres parties de l'ISO 31, les noms spéciaux des unités CGS dérivées sont donnés dans des annexes qui ne font pas partie intégrante des normes.

D'autres systèmes cohérents d'unités ont été définis, par exemple un système fondé sur les unités foot, pound et seconde et un système fondé sur les unités mètre, kilogramme-force et seconde.

En outre, d'autres unités ont été définies, qui n'appartiennent à aucun système cohérent, par exemple l'atmosphère, le mille marin, l'électronvolt et le curie.

Il y a certaines unités en dehors du SI qui sont reconnues par le Comité International des Poids et Mesures (CIPM) comme devant être maintenues en usage avec le SI, par exemple la minute, l'heure et l'électronvolt. Pour de plus amples informations sur ces unités, voir ISO 1000.

# 3 Recommandations pour l'impression des symboles et des nombres

## 3.1 Symboles des grandeurs

### 3.1.1 Symboles

Les symboles des grandeurs sont constitués généralement par une seule lettre de l'alphabet latin ou grec, parfois avec indices ou autres signes modificateurs. Ces symboles sont imprimés en caractères italiques (penchés) (quels que soient les caractères utilisés dans le contexte).

Le symbole n'est pas suivi d'un point, sauf en cas de ponctuation normale, par exemple à la fin d'une phrase.

NOTES

1 Les symboles des grandeurs vectorielles et des autres grandeurs non scalaires sont donnés dans la partie 11 de l'ISO 31 concernant les signes et symboles mathématiques.

2 Par exception, les symboles composés de deux lettres sont parfois employés pour des combinaisons sans dimension de grandeurs (par exemple nombre de Reynolds : $Re$). Si un tel symbole composé de deux lettres apparaît en facteur dans un produit, il est recommandé de le séparer des autres symboles.

### 3.1.2 Règles pour l'impression des indices

Lorsque, dans un contexte donné, différentes grandeurs ont le même symbole littéral ou lorsque, pour une même grandeur, différentes applications ou différentes valeurs présentent de l'intérêt, on peut les distinguer en utilisant des indices inférieurs.

Les principes suivants sont recommandés pour l'impression des indices inférieurs :

Un indice qui représente le symbole d'une grandeur physique est imprimé en caractères italiques (penchés).

Les autres indices sont imprimés en caractères romains (droits).

*Exemples :*

| *Indices inférieurs droits* | | *Indices inférieurs en italique* | |
|---|---|---|---|
| $C_\mathrm{g}$ | (g : gaz) | $p$ | dans $C_p$ |
| $g_\mathrm{n}$ | (n : normal) | $n$ | dans $\Sigma_n\, a_n\theta_n$ |
| $\mu_\mathrm{r}$ | (r : relatif) | $x$ | dans $\Sigma_x\, a_x b_x$ |
| $E_\mathrm{k}$ | (k : cinétique) | $i, k$ | dans $g_{ik}$ |
| $\chi_\mathrm{e}$ | (e : électrique) | $x$ | dans $p_x$ |
| $d_{1/2}$ | | $\lambda$ | dans $I_\lambda$ |
| $c_\mathrm{HCl}$ | | | |

NOTES

1 Les nombres employés comme indices doivent être imprimés en caractères romains (droits). Cependant, les symboles littéraux qui représentent des nombres sont généralement imprimés en caractères italiques (penchés).

2 Pour l'emploi des indices, voir également les remarques particulières des parties 6 et 10 de l'ISO 31.

### 3.1.3 Combinaison des symboles de grandeurs; opérations élémentaires sur les grandeurs

Quand des symboles de grandeurs sont combinés dans un produit, ce procédé de combinaison peut être indiqué d'une des manières suivantes :

$$ab,\ a\ b,\ a \cdot b,\ a.b,\ a \times b$$

NOTES

1 Dans certains domaines, on fait une distinction entre $a \cdot b$ et $a \times b$.

2 Pour la multiplication des nombres, voir 3.3.3.

Quand une grandeur est divisée par une autre, cela peut être indiqué d'une des manières suivantes :

$\dfrac{a}{b}$ , $a/b$ ou en écrivant le produit de $a$ par $b^{-1}$,
par exemple $a \cdot b^{-1}$

Ce procédé peut être étendu à des cas où le numérateur ou le dénominateur ou les deux sont eux-mêmes des produits ou des quotients, mais en aucun cas, on ne doit introduire sur la même ligne plus d'une barre oblique (/) dans une telle combinaison, à moins que des parenthèses ne soient ajoutées afin d'éviter toute ambiguïté.

*Exemples :*

$$\frac{ab}{c} = ab/c = abc^{-1}$$

$$\frac{a/b}{c} = (a/b)/c = ab^{-1}c^{-1};\ \text{et non } a/b/c;$$

$$\text{toutefois, } \frac{a/b}{c/d} = \frac{ad}{bc}$$

$$\frac{a}{bc} = a/bc = a/(b \cdot c)$$

La barre oblique peut être employée dans les cas où le numérateur et le dénominateur comprennent des additions ou des soustractions, pourvu que des parenthèses (ou des crochets ou des accolades) soient utilisées.

*Exemples :*

$(a + b)/(c + d)$ signifie $\dfrac{a + b}{c + d}$;
les parenthèses sont obligatoires.

$a + b/c + d$ signifie $a + \dfrac{b}{c} + d$;
toutefois, on peut éviter toute ambiguïté en écrivant
$a + (b/c) + d$

Des parenthèses doivent aussi être utilisées pour lever les ambiguïtés qui peuvent résulter de l'emploi de certains autres signes et symboles d'opérations mathématiques.

## 3.2 Noms et symboles d'unités

### 3.2.1 Symboles internationaux d'unités

Chaque fois qu'il existe des symboles SI d'unités, ce sont eux et non d'autres symboles qu'il faut employer. Ils doivent être imprimés en caractères romains (droits) (quels que soient les caractères utilisés dans le contexte), rester invariables au pluriel, être écrits sans point final sauf en cas de ponctuation normale, par exemple à la fin d'une phrase, et être placés après la valeur numérique complète dans l'expression d'une grandeur, en laissant un espace entre la valeur numérique et le symbole de l'unité.

Les symboles d'unités doivent généralement être imprimés en lettres minuscules; cependant, la première lettre est imprimée en majuscule lorsque le nom de l'unité dérive d'un nom propre.

*Exemples :*

m mètre
s seconde
A ampère
Wb weber

### 3.2.2 Combinaison des symboles d'unités

Quand on forme une unité composée en multipliant deux ou plusieurs unités, cela peut être indiqué d'une des manières suivantes :

N·m N.m N m

NOTE — On peut aussi écrire la dernière forme sans espace, pourvu qu'on prenne un soin particulier quand le symbole de l'une des unités est le même que le symbole d'un préfixe.

*Exemple :* mN signifie millinewton, non mètre-newton.

Quand on forme une unité composée en divisant une unité par une autre, cela peut être indiqué d'une des manières suivantes :

$\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$ , m/s ou en écrivant le produit de m par $\mathrm{s}^{-1}$,
par exemple $\mathrm{m \cdot s^{-1}}$

On ne doit jamais introduire sur la même ligne plus d'une barre oblique (/) dans une telle combinaison, à moins qu'on n'ajoute des parenthèses pour éviter toute ambiguïté. Dans les cas compliqués, les puissances négatives ou les parenthèses doivent être utilisées.

### 3.2.3 Impression des symboles d'unités

Aucune recommandation n'est faite ni suggérée en ce qui concerne la famille de caractères droits à employer pour l'impression des symboles d'unités.

NOTE — Dans cette série de publications, la famille de caractères utilisée se trouve être généralement celle du contexte, mais cela ne constitue pas une recommandation.

### 3.2.4 Impression et emploi des préfixes

Les symboles des préfixes doivent être imprimés en caractères romains (droits), sans espace entre le symbole du préfixe et le symbole de l'unité.

On ne doit pas employer de préfixes composés.

*Exemple :* Écrire nm (nanomètre), jamais mµm.

On considère que le symbole d'un préfixe est combiné avec le seul symbole de l'unité à laquelle il est directement attaché, formant ainsi avec lui un nouveau symbole (pour un multiple ou sous-multiple décimal) qu'on peut élever à une puissance positive ou négative et qu'on peut combiner avec d'autres symboles d'unités pour former des symboles d'unités composées (voir 3.2.2).

*Exemples :*

$1\ \mathrm{cm^3} = (10^{-2}\ \mathrm{m})^3 = 10^{-6}\ \mathrm{m^3}$

$1\ \mathrm{\mu s^{-1}} = (10^{-6}\ \mathrm{s})^{-1} = 10^{6}\ \mathrm{s^{-1}}$

$1\ \mathrm{kA/m} = (10^3\ \mathrm{A})/\mathrm{m} = 10^3\ \mathrm{A/m}$

NOTE — En raison du fait que le nom de l'unité de base pour la masse, kilogramme, contient le nom du préfixe SI «kilo», les noms des multiples et sous-multiples décimaux de l'unité de masse sont formés par l'adjonction des préfixes au mot «gramme»; par exemple, milligramme (mg) au lieu de microkilogramme (µkg).

### 3.2.5 Orthographe des noms d'unités en langue anglaise

Lorsqu'il y a des différences dans l'orthographe des noms d'unités en langue anglaise, l'orthographe utilisée dans le texte en langue anglaise des parties 0 à 13 de l'ISO 31 est celle qui est donnée dans l'Oxford English Dictionary. Cela n'implique pas qu'elle est préférée à l'orthographe en usage dans d'autres pays anglophones.

## 3.3 Nombres

### 3.3.1 Impression des nombres

Les nombres doivent généralement être imprimés en caractères romains (droits).

Afin de faciliter la lecture de nombres comportant beaucoup de chiffres, ces nombres peuvent être séparés en tranches appropriées, de préférence de trois chiffres, à compter de part et d'autre du signe décimal; les tranches doivent être séparées par un petit espace, mais jamais par une virgule, un point ou d'autre manière.

### 3.3.2 Signe décimal

Le signe décimal préféré est une virgule sur la ligne. Si un point est utilisé, il doit être sur la ligne.

Si la valeur absolue d'un nombre est inférieure à l'unité, le signe décimal doit être précédé d'un zéro.

NOTE — Conformément à une décision du Conseil de l'ISO, le signe décimal est une virgule dans les documents de l'ISO.

### 3.3.3 Multiplication des nombres

Le signe de la multiplication est une croix ( × ) ou un point à mi-hauteur.