

---

---

**Grandeurs et unités —**  
**Partie 3:**  
**Espace et temps**

*Quantities and units —*  
*Part 3: Space and time*

**PDF — Exonération de responsabilité**

Le présent fichier PDF peut contenir des polices de caractères intégrées. Conformément aux conditions de licence d'Adobe, ce fichier peut être imprimé ou visualisé, mais ne doit pas être modifié à moins que l'ordinateur employé à cet effet ne bénéficie d'une licence autorisant l'utilisation de ces polices et que celles-ci y soient installées. Lors du téléchargement de ce fichier, les parties concernées acceptent de fait la responsabilité de ne pas enfreindre les conditions de licence d'Adobe. Le Secrétariat central de l'ISO décline toute responsabilité en la matière.

Adobe est une marque déposée d'Adobe Systems Incorporated.

Les détails relatifs aux produits logiciels utilisés pour la création du présent fichier PDF sont disponibles dans la rubrique General Info du fichier; les paramètres de création PDF ont été optimisés pour l'impression. Toutes les mesures ont été prises pour garantir l'exploitation de ce fichier par les comités membres de l'ISO. Dans le cas peu probable où surviendrait un problème d'utilisation, veuillez en informer le Secrétariat central à l'adresse donnée ci-dessous.

© ISO 2006

Droits de reproduction réservés. Sauf prescription différente, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'ISO à l'adresse ci-après ou du comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office  
Case postale 56 • CH-1211 Geneva 20  
Tel. + 41 22 749 01 11  
Fax + 41 22 749 09 47  
E-mail [copyright@iso.org](mailto:copyright@iso.org)  
Web [www.iso.org](http://www.iso.org)

Publié en Suisse

## Sommaire

	Page
<b>Avant-propos</b> .....	<b>iv</b>
<b>Introduction</b> .....	<b>vi</b>
<b>1 Domaine d'application</b> .....	<b>1</b>
<b>2 Références normatives</b> .....	<b>1</b>
<b>3 Noms, symboles et définitions</b> .....	<b>1</b>
<b>Annexe A (informative) Unités du système CGS ayant une dénomination spéciale</b> .....	<b>16</b>
<b>Annexe B (informative) Unités basées sur le foot, le pound, la seconde et quelques autres unités ...</b>	<b>17</b>
<b>Annexe C (informative) Autres unités non SI données à titre d'information, notamment en ce qui concerne les facteurs de conversion</b> .....	<b>19</b>

## 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 en général confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique créé à cet effet. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO participent également aux travaux. L'ISO collabore étroitement avec la Commission électrotechnique internationale (CEI) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les Normes internationales sont rédigées conformément aux règles données dans les Directives ISO/CEI, Partie 2.

La tâche principale des comités techniques est d'élaborer les Normes internationales. Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour vote. Leur publication comme Normes internationales requiert l'approbation de 75 % au moins des comités membres votants.

L'attention est appelée sur le fait que certains des éléments du présent document peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. L'ISO ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et averti de leur existence.

L'ISO 80000-3 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 12, *Grandeurs, unités, symboles, facteurs de conversion*, en coopération avec le CEI/TC 25, *Grandeurs et unités, et leurs symboles alphabétiques*.

Cette première édition annule et remplace la deuxième édition de l'ISO 31-1:1992 et la deuxième édition de l'ISO 31-2:1992. Les principales modifications techniques par rapport aux précédentes normes sont les suivantes:

- la présentation des *indications numériques* a été modifiée;
- dans l'introduction, *la remarque relative aux grandeurs logarithmiques et à leurs unités* a été modifiée;
- les *références normatives* ont été modifiées;
- les grandeurs *distance radiale, rayon vecteur, déplacement et rotation* ont été ajoutées dans la liste des grandeurs.

L'ISO 80000 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Grandeurs et unités*:

- *Partie 1: Généralités*
- *Partie 2: Signes et symboles mathématiques à employer dans les sciences de la nature et dans la technique*
- *Partie 3: Espace et temps*
- *Partie 4: Mécanique*
- *Partie 5: Thermodynamique*
- *Partie 7: Lumière*
- *Partie 8: Acoustique*
- *Partie 9: Chimie physique et physique moléculaire*
- *Partie 10: Physique atomique et nucléaire*
- *Partie 11: Nombres caractéristiques*
- *Partie 12: Physique de l'état solide*

La CEI 80000 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Grandeurs et unités*:

- *Partie 6: Électromagnétisme*
- *Partie 13: Science et technologies de l'information*
- *Partie 14: Télébiométrie relative à la physiologie humaine*

## Introduction

### 0.1 Disposition des tableaux

Les tableaux des grandeurs et unités de la présente Norme internationale sont disposés de telle façon que les grandeurs apparaissent sur les pages de gauche et les unités sur les pages de droite correspondantes.

Toutes les unités situées entre deux lignes horizontales continues sur les pages de droite correspondent aux grandeurs situées entre les lignes continues correspondantes des pages de gauche.

Lorsque la numérotation d'un article a été modifiée dans une partie révisée de l'ISO 31, le numéro utilisé dans l'édition précédente figure entre parenthèses, sur la page de gauche, sous le nouveau numéro de la grandeur; un tiret est utilisé pour indiquer que le terme en question ne figurait pas dans l'édition précédente.

### 0.2 Tableau des grandeurs

Les noms en anglais et en français des grandeurs les plus importantes relevant du domaine d'application de la présente Norme internationale sont donnés conjointement avec leurs symboles et, dans la plupart des cas, avec leurs définitions. Ces noms et symboles ont valeur de recommandations. Les définitions sont données en vue de l'identification des grandeurs du Système international de grandeurs (ISQ, International System of Quantities) et sont énumérées sur les pages de gauche du tableau; elles ne sont pas complètes, au sens strict du terme.

Le caractère scalaire, vectoriel ou tensoriel des grandeurs est indiqué, en particulier lorsque cela est nécessaire pour les définir.

Dans la plupart des cas, un seul nom et un seul symbole sont donnés pour la grandeur; lorsque deux ou plus de deux noms ou symboles sont indiqués pour une même grandeur, sans distinction spéciale, ils peuvent être utilisés indifféremment. Lorsqu'il existe deux façons d'écrire une même lettre en italique (comme c'est le cas, par exemple, avec  $\vartheta$  et  $\theta$ ;  $\varphi$  et  $\phi$ ;  $a$  et  $\alpha$ ;  $g$  et  $g$ ) une seule façon est indiquée, ce qui ne signifie pas que l'autre ne soit pas également acceptable. Il est recommandé de ne pas donner de significations différentes à ces variantes. Un symbole entre parenthèses signifie qu'il s'agit d'un symbole de réserve à utiliser lorsque, dans un contexte particulier, le symbole principal est utilisé avec une signification différente.

Dans la présente édition française, les noms de grandeurs cités en anglais sont imprimés en italique et sont précédés de *en*. En français, le genre des noms est indiqué par (m) pour masculin et par (f) pour féminin, juste après le substantif dans le nom.

### 0.3 Tableaux des unités

#### 0.3.1 Généralités

Les noms des unités correspondant aux grandeurs sont donnés avec leurs symboles internationaux et leurs définitions. Ces noms d'unités sont propres à la langue mais les symboles sont internationaux et sont les mêmes dans toutes les langues. Pour obtenir de plus amples informations, voir la brochure sur le SI (7<sup>ème</sup> édition de 1998) du BIPM et l'ISO 80000-1<sup>1)</sup>.

1) À publier.

Les unités sont disposées de la façon suivante:

- a) Les unités cohérentes SI sont indiquées en premier. Les unités SI ont été adoptées par la Conférence Générale des Poids et Mesures (CGPM). L'emploi des unités cohérentes SI est recommandé; les multiples et sous-multiples décimaux formés avec les préfixes SI sont recommandés bien qu'ils ne soient pas mentionnés explicitement.
- b) Certaines unités non SI sont ensuite indiquées, à savoir celles acceptées par le Comité International des Poids et Mesures (CIPM), ou par l'Organisation internationale de métrologie légale (OIML), ou encore par l'ISO et la CEI, pour être utilisées avec les unités SI.

Ces unités non SI sont séparées des unités SI par des lignes en traits interrompus.

- c) Les unités non SI actuellement acceptées par le CIPM pour être utilisées avec les unités SI sont imprimées en petits caractères (plus petits que ceux du texte) dans la colonne «Facteurs de conversion et remarques».
- d) Les unités non SI qui ne sont pas recommandées sont uniquement données dans les annexes de certaines parties de la présente Norme internationale. Ces annexes sont informatives, en premier lieu pour les facteurs de conversion, et ne font pas partie intégrante de la norme. Ces unités déconseillées sont classées en deux groupes:
  - 1) les unités du système CGS ayant une dénomination spéciale;
  - 2) les unités basées sur le foot, le pound, la seconde ainsi que certaines autres unités connexes.
- e) D'autres unités non SI données pour information, concernant en particulier les facteurs de conversion, sont indiquées dans une autre annexe informative.

### 0.3.2 Remarque sur les unités des grandeurs de dimension un, ou grandeurs sans dimension

L'unité cohérente pour une grandeur de dimension un, également appelée grandeur sans dimension, est le nombre un, symbole 1. Lorsque la valeur d'une telle grandeur est exprimée, le symbole 1 de l'unité n'est généralement pas écrit explicitement.

EXEMPLE 1 Indice de réfraction  $n = 1,53 \times 1 = 1,53$

Il ne faut pas utiliser de préfixes pour former les multiples ou les sous-multiples de l'unité un. Au lieu des préfixes, il est recommandé d'utiliser les puissances de 10.

EXEMPLE 2 Nombre de Reynolds  $Re = 1,32 \times 10^3$

Considérant que l'angle plan est généralement exprimé sous forme de rapport entre deux longueurs et l'angle solide sous forme de rapport entre deux aires, en 1995, la CGPM a décidé que, dans le Système international d'unités (SI), le radian (symbole rad) et le stéradian (symbole sr) sont des unités dérivées sans dimension. Cela implique que les grandeurs angle plan et angle solide sont considérées comme des grandeurs dérivées de dimension un. Les unités radian et stéradian sont donc égales à un; elles peuvent être soit omises, soit utilisées dans l'expression des unités dérivées pour faciliter la distinction entre des grandeurs de nature différente mais de même dimension.

## 0.4 Indications numériques dans la présente Norme internationale

Le signe = est utilisé pour signifier «est exactement égal à», le signe  $\approx$  est utilisé pour signifier «est approximativement égal à» et le signe := est utilisé pour signifier «est par définition égal à».

Les valeurs numériques de grandeurs physiques déterminées expérimentalement sont toujours associées à une incertitude de mesure qu'il convient de toujours indiquer. Dans la présente Norme internationale, la valeur de l'incertitude est représentée comme dans l'exemple suivant.

EXEMPLE  $l = 2,347\ 82(32)\ \text{m}$

Dans cet exemple,  $l = a(b)\ \text{m}$ , la valeur numérique de l'incertitude  $b$  indiquée entre parenthèses est supposée s'appliquer aux derniers chiffres (les moins significatifs) de la valeur numérique  $a$  de la longueur  $l$ . Cette notation est utilisée lorsque  $b$  représente l'incertitude type (incertitude type estimée) dans les deux derniers

chiffres de  $a$ . L'exemple numérique donné ci-dessus peut être interprété comme signifiant que la meilleure estimation de la valeur numérique de la longueur  $l$  (lorsque  $l$  est exprimé en mètres) est 2,347 82 et que la valeur inconnue de  $l$  est supposée se situer entre  $(2,347 82 - 0,000 32)$  m et  $(2,347 82 + 0,000 32)$  m avec une probabilité déterminée par l'incertitude type 0,000 32 m et la distribution de probabilité des valeurs de  $l$ .

## 0.5 Remarque sur les grandeurs logarithmiques et leurs unités

L'expression de la dépendance temporelle d'une oscillation harmonique amortie peut s'écrire soit sous la forme d'une notation réelle soit sous la forme de la partie réelle d'une notation complexe.

$$F(t) = Ae^{-\delta t} \cos \omega t = \operatorname{Re}(Ae^{(-\delta+i\omega)t}), \quad A = F(0)$$

Cette relation simple impliquant  $\delta$  et  $\omega$  peut être obtenue uniquement lorsque la base des logarithmes népériens est utilisée comme la base de la fonction exponentielle. L'unité SI cohérente pour le coefficient d'amortissement  $\delta$  et la pulsation  $\omega$  est la seconde à la puissance moins un, symbole  $s^{-1}$ . Utilisant les noms spéciaux de néper, symbole Np, et radian, symbole rad, respectivement pour les unités de  $\delta t$  et  $\omega t$ , les unités pour  $\delta$  et  $\omega$  deviennent respectivement le néper par seconde, symbole Np/s, et le radian par seconde, symbole rad/s.

La variation correspondante dans l'espace est traitée de la même manière.

$$F(x) = Ae^{-\alpha x} \cos \beta x = \operatorname{Re}(Ae^{-\gamma x}), \quad A = F(0) \quad \gamma = \alpha + i\beta$$

où l'unité pour  $\alpha$  est le néper par mètre, symbole Np/m, et l'unité pour  $\beta$  est le radian par mètre, symbole rad/m.

La traduction logarithmique de grandeurs complexes est faite de manière pratique uniquement avec le logarithme népérien. Dans la présente Norme internationale, le niveau  $L_F$  d'une grandeur de champ  $F$  est donc défini par convention comme le logarithme népérien d'un rapport entre la grandeur de champ et une valeur de référence  $F_0$ ,  $L_F = \ln(F/F_0)$ , conformément aux décisions du CIPM et de l'OIML. Étant donné qu'une grandeur d'un champ est définie comme une grandeur dont le carré est proportionnel à une puissance lorsqu'elle agit sur un système linéaire, une racine carrée est introduite dans l'expression du niveau d'une grandeur de puissance

$$L_P = \ln \sqrt{P/P_0} = (1/2) \ln(P/P_0)$$

défini par convention en utilisant le logarithme népérien, afin que le niveau de puissance soit égal au niveau de la grandeur de champ correspondante quand les facteurs de proportionnalité sont, respectivement, les mêmes pour les grandeurs de référence et les grandeurs considérées. Voir la CEI 60027-3:2002, 4.2<sup>2)</sup>.

Le néper, symbole Np, et le bel, symbole B, sont des unités pour ces grandeurs logarithmiques.

Le néper est l'unité cohérente lorsque les grandeurs logarithmiques sont définies par convention en utilisant le logarithme népérien,  $1 \text{ Np} = 1$ . Le bel est l'unité lorsque la valeur numérique de la grandeur logarithmique est exprimée en utilisant des logarithmes décimaux,  $1 \text{ B} = (1/2) \ln 10 \text{ Np} \approx 1,151 293 \text{ Np}$ . L'utilisation du néper est le plus souvent limitée à des calculs théoriques sur des grandeurs de champ, où cette unité est la plus commode, alors que, dans d'autres cas, en particulier pour des grandeurs de puissance, le bel, ou en pratique son sous-multiple, le décibel, symbole dB, est largement utilisé. Il convient de souligner que le fait que le néper soit choisi comme l'unité cohérente n'implique pas qu'il convienne d'éviter d'utiliser le bel. Le bel est accepté par le CIPM et l'OIML pour être utilisé avec le SI. À certains égards, cette situation est similaire au fait que l'unité degré ( $^\circ$ ) est utilisée couramment à la place de l'unité SI cohérente radian (rad) pour les angles plans.

Généralement, ce n'est pas la grandeur logarithmique elle-même, telle que  $L_F$  ou  $L_P$ , qui est intéressante mais seulement l'argument du logarithme, c'est-à-dire respectivement  $F/F_0$  et  $P/P_0$ .

2) CEI 60027-3:2002, *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique — Partie 3: Grandeurs logarithmiques et connexes, et leurs unités.*



Afin d'éviter des ambiguïtés dans les applications pratiques des grandeurs logarithmiques, l'unité doit toujours être écrite de façon explicite après la valeur numérique, même si l'unité est le néper,  $1 \text{ Np} = 1$ . Ainsi, pour les grandeurs de puissance, le niveau est généralement donné par  $L_P = 10 \lg(P/P_0)$  dB, et c'est la valeur numérique  $10 \lg(P/P_0)$  et l'argument  $P/P_0$  qui présentent de l'intérêt. Cependant, cette valeur numérique n'est pas la même que la grandeur  $L_P$  parce que l'unité décibel (ou l'unité bel) n'est pas égale à un (1). Ces considérations s'appliquent aux grandeurs de champ où le niveau est généralement donné par  $L_F = 10 \lg(F/F_0)^2$  dB.

EXEMPLE 1 L'implication de l'expression  $L_F = 3 \text{ dB}$  ( $= 0,3 \text{ B}$ ) pour le niveau d'une grandeur de champ est qu'elle devrait être lue comme ayant la signification suivante:  $\lg(F/F_0)^2 = 0,3$  ou  $(F/F_0)^2 = 10^{0,3}$ . (Ceci implique également que  $L_F \approx 0,3 \times 1,151\,293 \text{ Np} = 0,345\,387\,9 \text{ Np}$ , mais cette expression n'est pas souvent utilisée dans la pratique.)

EXEMPLE 2 De la même façon, l'implication de l'expression  $L_P = 3 \text{ dB}$  ( $= 0,3 \text{ B}$ ) pour le niveau d'une grandeur de puissance est qu'elle devrait être lue comme ayant la signification suivante:  $\lg(P/P_0) = 0,3$  ou  $(P/P_0) = 10^{0,3}$ . (Ceci implique également que  $L_P \approx 0,3 \times 1,151\,293 \text{ Np} = 0,345\,387\,9 \text{ Np}$ , mais cette expression n'est pas souvent utilisée dans la pratique.)

Les mesures significatives des grandeurs de puissance requièrent généralement un moyennage dans le temps pour obtenir une moyenne quadratique proportionnelle à la puissance. Les valeurs de champ correspondantes peuvent alors être obtenues comme valeur efficace. Pour de telles applications, le logarithme décimal (base 10) est généralement utilisé pour former le niveau de champ ou des niveaux de puissance. Cependant, le logarithme népérien pourrait aussi bien être utilisé pour ces applications, notamment lorsque les grandeurs sont complexes.

# Grandeurs et unités —

## Partie 3: Espace et temps

### 1 Domaine d'application

L'ISO 80000-3 donne les noms, les symboles et les définitions des grandeurs et unités d'espace et de temps. Des facteurs de conversion sont également indiqués, s'il y a lieu.

### 2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

ISO 8601, *Éléments de données et formats d'échange — Échange d'information — Représentation de la date et de l'heure*