

---

---

**Grandeurs et unités —**

**Partie 1:  
Généralités**

*Quantities and units —*

*Part 1: General*

iTeh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

ISO 80000-1:2022

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/a50c0a3c-015f-4133-87f8-6b9975762860/iso-80000-1-2022>



iTeh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

ISO 80000-1:2022

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/a50c0a3c-015f-4133-87f8-6b9975762860/iso-80000-1-2022>



**DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT**

© ISO 2022

Tous droits réservés. Sauf prescription différente ou nécessité dans le contexte de sa mise en œuvre, 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, ou la diffusion sur l'internet ou sur un intranet, sans autorisation écrite préalable. Une autorisation peut être demandée à l'ISO à l'adresse ci-après ou au comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office  
Case postale 401 • Ch. de Blandonnet 8  
CH-1214 Vernier, Genève  
Tél.: +41 22 749 01 11  
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>v</b>
<b>1 Domaine d'application</b> .....	<b>1</b>
<b>2 Références normatives</b> .....	<b>1</b>
<b>3 Termes et définitions</b> .....	<b>1</b>
<b>4 Grandeurs</b> .....	<b>1</b>
4.1 Le concept de grandeur .....	1
4.2 Système de grandeurs — Grandeurs de base et grandeurs dérivées .....	2
4.3 Constantes universelles et constantes empiriques .....	2
4.4 Les multiplicateurs constants dans les équations aux grandeurs .....	3
4.5 Système international de grandeurs, ISQ .....	3
<b>5 Dimensions</b> .....	<b>4</b>
<b>6 Unités</b> .....	<b>5</b>
6.1 Généralités .....	5
6.2 Unités et valeurs numériques .....	5
6.3 Opérations mathématiques .....	6
6.4 Équations aux grandeurs et équations aux valeurs numériques .....	6
6.5 Systèmes cohérents d'unités .....	7
<b>7 Règles d'impression</b> .....	<b>7</b>
7.1 Symboles de grandeurs .....	7
7.1.1 Généralités .....	7
7.1.2 Indices .....	8
7.1.3 Combinaison des symboles de grandeurs .....	8
7.1.4 Expression des grandeurs .....	10
7.1.5 Expressions des dimensions .....	10
7.2 Nombres .....	10
7.2.1 Généralités .....	10
7.2.2 Signe décimal .....	11
7.2.3 Multiplication et division .....	11
7.2.4 Erreur et incertitude .....	12
7.3 Éléments chimiques et nucléides .....	13
7.4 Alphabet grec .....	14
<b>Annexe A (normative) Termes spécifiques utilisés pour les grandeurs</b> .....	<b>16</b>
<b>Annexe B (normative) Arrondissement des nombres</b> .....	<b>21</b>
<b>Bibliographie</b> .....	<b>24</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 (IEC) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les procédures utilisées pour élaborer le présent document et celles destinées à sa mise à jour sont décrites dans les Directives ISO/IEC, Partie 1. Il convient, en particulier, de prendre note des différents critères d'approbation requis pour les différents types de documents ISO. Le présent document a été rédigé conformément aux règles de rédaction données dans les Directives ISO/IEC, Partie 2 (voir [www.iso.org/directives](http://www.iso.org/directives)).

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. Les détails concernant les références aux droits de propriété intellectuelle ou autres droits analogues identifiés lors de l'élaboration du document sont indiqués dans l'Introduction et/ou dans la liste des déclarations de brevets reçues par l'ISO (voir [www.iso.org/brevets](http://www.iso.org/brevets)).

Les appellations commerciales éventuellement mentionnées dans le présent document sont données pour information, par souci de commodité, à l'intention des utilisateurs et ne sauraient constituer un engagement.

Pour une explication de la nature volontaire des normes, la signification des termes et expressions spécifiques de l'ISO liés à l'évaluation de la conformité, ou pour toute information au sujet de l'adhésion de l'ISO aux principes de l'Organisation mondiale du commerce (OMC) concernant les obstacles techniques au commerce (OTC), voir le lien suivant: [www.iso.org/iso/fr/avant-propos](http://www.iso.org/iso/fr/avant-propos).

Le présent document a été élaboré par le comité technique ISO/TC 12, *Grandeurs et unités*, en collaboration avec le comité technique IEC/TC 25, *Grandeurs et unités*.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition (ISO 80000-1:2009), qui a fait l'objet d'une révision technique. Elle incorpore également le Rectificatif technique ISO 80000-1:2009/Cor.1:2011.

Les principales modifications sont les suivantes:

- une plus grande attention a été portée aux concepts et à la terminologie qui s'appuient sur un système de grandeurs, notamment à la suite de la révision majeure récente du Système international d'unités (SI) et des propositions de révision du Vocabulaire international de métrologie (VIM);
- parallèlement à cela, des paragraphes des précédentes éditions du présent document qui, pour l'essentiel, reprenaient du contenu issu d'autres sources (notamment vocabulaire métrologique, descriptions d'unités SI et compilations de constantes fondamentales) ont été supprimés de la présente édition, conformément à une résolution prise par l'ISO/TC 12 en 2020.

Une liste de toutes les parties des séries ISO 80000 et IEC 80000 se trouve sur le site web de l'ISO.

Il convient que l'utilisateur adresse tout retour d'information ou toute question concernant le présent document à l'organisme national de normalisation de son pays. Une liste exhaustive desdits organismes se trouve à l'adresse [www.iso.org/fr/members.html](http://www.iso.org/fr/members.html).

## Introduction

Les systèmes de grandeurs tels que définis dans l'ISO/IEC Guide 99 peuvent être traités de nombreuses manières cohérentes, mais différentes. Le traitement à appliquer est en partie une question de convention.

Les grandeurs et les relations entre grandeurs utilisées ici sont celles dont l'usage est accepté de manière quasi universelle dans les sciences physiques. Elles sont aujourd'hui présentées dans la majorité des manuels scientifiques et tous les scientifiques et ingénieurs les connaissent.

Il existe, par essence, un nombre infini de grandeurs et de relations entre elles, et elles évoluent continuellement, suivant le développement de nouveaux domaines dans les sciences et les techniques. Il est donc impossible de dresser la liste de toutes ces grandeurs et relations dans la série de l'ISO/IEC 80000; une sélection des grandeurs les plus fréquemment utilisées et des relations entre elles est présentée à la place.

Il est inévitable que certains lecteurs travaillant dans des domaines spécialisés ne trouvent pas les grandeurs qui les intéressent dans le présent document ou dans une autre Norme internationale. Cependant, s'ils peuvent relier leurs grandeurs à des exemples plus courants figurant dans la liste, cela ne les empêchera pas de définir des unités pour celles-ci.

Le système de grandeurs décrit dans le présent document est désigné Système international de grandeurs (ISQ) dans toutes les langues. Ce nom n'a pas été utilisé dans la série ISO 31, qui est à l'origine de la présente série harmonisée. L'ISQ apparaît toutefois dans l'ISO/IEC Guide 99 et représente le système de grandeurs à la base du Système international d'unités, abrégé en «SI» dans toutes les langues selon la Brochure sur le SI.

(standards.iteh.ai)

[ISO 80000-1:2022](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/a50c0a3c-015f-4133-87f8-6b9975762860/iso-80000-1-2022)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/a50c0a3c-015f-4133-87f8-6b9975762860/iso-80000-1-2022>



# Grandeurs et unités —

## Partie 1: Généralités

### 1 Domaine d'application

Le présent document donne des informations générales et des définitions à propos des grandeurs, des systèmes de grandeurs, des unités, des symboles de grandeurs et d'unités, et des systèmes cohérents d'unités, notamment le Système international de grandeurs (ISQ).

Les principes établis dans le présent document sont prévus pour un usage général dans les divers domaines scientifiques et techniques, ainsi qu'en introduction aux autres parties de la présente Norme internationale.

La série ISO/IEC 80000 ne couvre pas, à l'heure actuelle, les grandeurs ordinales et les propriétés qualitatives.

### 2 Références normatives

Les documents suivants cités dans le texte constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences 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).

Guide ISO/IEC 99, *Vocabulaire international de métrologie — Concepts fondamentaux et généraux et termes associés (VIM)*

BIPM *Le Système international d'unités (SI)*, 9<sup>e</sup> édition (2019),  
<https://www.bipm.org/fr/publications/si-brochure>

### 3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'ISO/IEC Guide 99 s'appliquent.

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <https://www.iso.org/obp>
- IEC Electropedia: disponible à l'adresse <https://www.electropedia.org/>

### 4 Grandeurs

#### 4.1 Le concept de grandeur

Dans le présent document, il est admis que les «choses» (qui incluent les corps et phénomènes physiques ainsi que les substances, les événements, etc.) sont caractérisées par des propriétés, en fonction desquelles des choses peuvent être comparées pour vérifier si elles partagent ou non une même propriété; par exemple, la forme de corps rigides ou le groupe sanguin d'êtres humains. Certaines propriétés permettent également d'établir une comparaison selon un ordre, comme dans le cas des

vents qui peuvent être comparés en fonction de leur force et des tremblements de terre en fonction de leur magnitude. D'autres propriétés permettent non seulement une comparaison sur la base d'une équivalence et d'un ordre, mais également des comparaisons plus complexes, notamment sur la base d'un rapport; c'est le cas de la plupart des grandeurs physiques, selon lesquelles, par exemple, la masse ou la charge électrique d'un corps peut correspondre à deux fois la masse ou la charge électrique d'un autre corps.

Les propriétés, et plus spécifiquement les grandeurs, ne peuvent pas toutes être comparées les unes aux autres. Par exemple, si le diamètre d'une tige cylindrique peut être comparé à la hauteur d'un bloc, il n'est pas possible de le comparer à la masse d'un bloc.

Les grandeurs qui sont comparables sont dites de même nature<sup>[4]</sup> et sont des cas particuliers de la même grandeur générale. Les diamètres et les hauteurs sont donc des grandeurs de même nature, cas particuliers de la grandeur générale longueur.

Il est d'usage d'employer le terme «grandeur» pour faire référence à la fois aux grandeurs générales telles que longueur, masse, etc., et à leurs cas particuliers, tels que longueurs données, masses données, etc. En conséquence, il est habituel de dire que la longueur est une grandeur et qu'une longueur donnée est une grandeur, en laissant la spécification implicite («grandeur générale,  $Q$ » ou «grandeur individuelle,  $Q_q$ ») et en se servant du contexte linguistique pour lever toute ambiguïté.

Lorsque des termes spécifiques sont utilisés pour des grandeurs, l'[Annexe A](#) doit être suivie.

## 4.2 Système de grandeurs — Grandeurs de base et grandeurs dérivées

Un ensemble de grandeurs et les relations entre celles-ci sont appelés système de grandeurs. Les grandeurs générales sont liées entre elles par des équations exprimant des lois de la nature ou donnant des définitions pour de nouvelles grandeurs générales. Chaque équation entre des grandeurs est appelée équation aux grandeurs.

Il est pratique de considérer certaines grandeurs de natures différentes comme mutuellement indépendantes. De telles grandeurs sont appelées grandeurs de base. D'autres grandeurs, appelées grandeurs dérivées, sont définies ou exprimées en fonction de grandeurs de base à l'aide d'équations.

Le nombre des grandeurs de base, ainsi que leur choix, est, dans une certaine mesure, arbitraire. Le choix des équations utilisées pour définir les grandeurs dérivées est également arbitraire.

## 4.3 Constantes universelles et constantes empiriques

Certaines grandeurs individuelles sont considérées constantes en toutes circonstances. De telles grandeurs sont appelées constantes universelles ou constantes physiques fondamentales<sup>[5]</sup>.

EXEMPLE 1 Constante de Planck,  $h$ .

EXEMPLE 2 Constante de Faraday,  $F$ .

D'autres grandeurs peuvent être constantes dans certaines circonstances, mais pas dans d'autres. Leurs valeurs sont généralement obtenues par mesurage. Elles sont appelées constantes empiriques.

EXEMPLE 3

Les résultats d'un mesurage de la durée de la période,  $T$ , d'un pendule en fonction de sa longueur,  $l$ , en un certain endroit, peuvent être représentés par une seule équation aux grandeurs

$$T = C\sqrt{l}$$

où  $C$  est une constante empirique dépendant de la position géographique.

La théorie montre que

$$C = \frac{2\pi}{\sqrt{g}}$$

où  $g$  est l'accélération locale de la pesanteur, une autre constante empirique.

#### 4.4 Les multiplicateurs constants dans les équations aux grandeurs

Les équations aux grandeurs peuvent contenir des multiplicateurs constants. Ces multiplicateurs constants dépendent des définitions des grandeurs apparaissant dans les équations, c'est-à-dire du système de grandeurs choisi. De tels multiplicateurs peuvent être purement numériques et sont alors appelés facteurs numériques.

##### EXEMPLE 1

Dans un système de grandeurs où la longueur, la masse et le temps sont trois grandeurs de base, l'énergie cinétique d'une particule en mécanique classique est

$$T = \frac{1}{2}mv^2$$

où  $T$  est l'énergie cinétique,  $m$  est la masse et  $v$  est la vitesse. Cette équation contient le facteur numérique  $\frac{1}{2}$ .

Un multiplicateur peut comprendre une ou plusieurs constantes universelles (ou empiriques).

##### EXEMPLE 2

La loi de Coulomb pour les charges électriques dans un système de grandeurs à trois grandeurs de base est

$$F = \frac{q_1q_2}{r^2}$$

où  $F$  est une force scalaire,  $q_1$  et  $q_2$  sont deux charges électriques ponctuelles, et  $r$  est une distance.

Pour un système rationalisé à quatre grandeurs de base, où une grandeur de base de nature électrique est ajoutée, l'expression devient

$$F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1q_2}{r^2}$$

où  $\epsilon_0$  est depuis la redéfinition en 2019 des unités de base SI, une constante empirique, à savoir la constante électrique (elle était précédemment une constante universelle).

Un multiplicateur peut également comprendre une ou plusieurs valeurs conventionnelles de grandeurs, comme  $\epsilon_0$  dans le dernier exemple.

Les multiplicateurs constants autres que les facteurs numériques sont souvent appelés coefficients (voir [A.2.2](#)).

#### 4.5 Système international de grandeurs, ISQ

Le choix particulier de grandeurs de base et d'équations aux grandeurs, multiplicateurs constants inclus, qui est fait dans l'ISO 80000 et l'IEC 80000, définit le Système international de grandeurs (ISQ). Les grandeurs dérivées peuvent être définies en fonction d'unités de base par des équations aux grandeurs, voir [6.4](#). Il y a sept grandeurs de base dans l'ISQ: la longueur, la masse, le temps, le courant électrique, la température thermodynamique, la quantité de matière et l'intensité lumineuse.

## 5 Dimensions

Dans le système de grandeurs considéré, la relation entre une grandeur générale  $Q$  et les grandeurs de base peut être exprimée au moyen d'une équation. L'équation peut inclure une somme de termes, chacun pouvant être exprimé par le produit de puissances de grandeurs de base  $A, B, C, \dots$  appartenant à un ensemble choisi, produit quelques fois multiplié par un facteur numérique  $\xi$ , c'est-à-dire  $\xi \cdot A^\alpha B^\beta C^\gamma \dots$ , où l'ensemble d'exposants  $(\alpha, \beta, \gamma, \dots)$  est le même pour chaque terme.

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

$$\dim Q = A^\alpha B^\beta C^\gamma \dots$$

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

Les grandeurs de même nature (par exemple, longueur) ont la même dimension, même si elles sont initialement exprimées dans des unités différentes (telles que yards et mètres). Si les grandeurs ont des dimensions différentes (comme dans le cas de la longueur et de la masse), elles sont de natures différentes<sup>[4][6]</sup> et ne peuvent pas être comparées<sup>[7]</sup>.

Une grandeur dont les exposants dimensionnels sont égaux à zéro a le produit dimensionnel noté  $A^0 B^0 C^0 \dots = 1$ , où le symbole 1 indique la dimension correspondante. Il n'y a pas d'accord sur la manière de faire référence aux grandeurs de ce type. Elles ont été appelées grandeurs sans dimension (bien qu'il convienne à présent d'éviter ce terme), grandeurs de dimension un, grandeurs de dimension nombre ou grandeurs d'unité un. D'un point de vue dimensionnel, ces grandeurs sont simplement des nombres. Pour éviter toute confusion, il est utile d'utiliser des unités explicites avec ces grandeurs dans la mesure du possible, par exemple m/m, nmol/mol, rad, comme spécifié dans la Brochure sur le SI. En particulier, il est important d'avoir une description claire d'une grandeur de ce type lors de l'expression d'un résultat de mesure.

NOTE 1 Ces grandeurs incluent celles définies comme le quotient de deux grandeurs de même dimension et celles définies comme des nombres d'entités.

Dans l'ISQ, avec les sept grandeurs de base (longueur, masse, temps, courant électrique, température thermodynamique, quantité de matière et intensité lumineuse), les dimensions des grandeurs de base sont notées respectivement L, M, T, I,  $\Theta$ , N et J. Ainsi, dans l'ISQ, la dimension d'une grandeur  $Q$  devient en général

$$\dim Q = L^\alpha M^\beta T^\gamma I^\delta \Theta^\epsilon N^\zeta J^\eta$$

### EXEMPLE

Grandeur	Dimension
vitesse	$LT^{-1}$
fréquence	$T^{-1}$
force	$LMT^{-2}$
énergie	$L^2MT^{-2}$
entropie	$L^2MT^{-2}\Theta^{-1}$
potentiel électrique	$L^2MT^{-3}I^{-1}$
flux magnétique	$L^2MT^{-2}I^{-1}$
éclairage lumineux	$L^{-2}J$

entropie molaire	$L^2MT^{-2}\Theta^{-1}N^{-1}$
rendement	1

## 6 Unités

### 6.1 Généralités

Dans cet article, les unités sont considérées en relation avec les systèmes de grandeurs. Des recommandations supplémentaires relatives aux unités, données dans la Brochure sur le SI, doivent être suivies.

### 6.2 Unités et valeurs numériques

Si un cas particulier de grandeur d'une nature donnée est choisi comme grandeur de référence appelée unité, alors toute autre grandeur de même nature peut être exprimée en fonction de cette unité, comme produit de celle-ci et d'un nombre. Ce nombre est appelé la valeur numérique de la grandeur exprimée dans cette unité.

EXEMPLE 1 La longueur d'onde de l'une des raies du spectre du sodium est

$$\lambda \approx 5,896 \times 10^{-7} \text{ m}$$

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

Pour les traitements formels, cette relation entre grandeurs et unités peut être exprimée<sup>[6]</sup> sous la forme

$$Q_a = \{Q_a\} [Q]$$

où  $Q_a$  est le symbole de la grandeur individuelle,  $[Q]$  est le symbole de l'unité et  $\{Q_a\}$  est le symbole de la valeur numérique de la grandeur  $Q_a$  exprimée dans l'unité  $[Q]$ . Pour les vecteurs et les tenseurs, les composantes sont des grandeurs pouvant être exprimées comme cela est décrit ci-dessus. Les vecteurs et les tenseurs peuvent également être exprimés respectivement comme vecteurs ou tenseurs de valeurs numériques multipliés par une unité.

Si une grandeur est exprimée dans une autre unité égale à  $k$  fois la première unité, la nouvelle valeur numérique devient égale à  $1/k$  fois la première valeur numérique, car la grandeur, exprimée comme le produit de la valeur numérique et de l'unité, est indépendante de l'unité.

EXEMPLE 2

Dans l'exemple précédent, la modification de l'unité de longueur d'onde du mètre au nanomètre, qui est  $10^{-9}$  fois le mètre, conduit à une valeur numérique égale à  $10^9$  fois la valeur numérique de la grandeur exprimée en mètres.

En conséquence,

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

Il est essentiel de distinguer la grandeur et la valeur numérique de la grandeur exprimée dans une unité particulière. La valeur numérique d'une grandeur exprimée dans une unité particulière peut être indiquée en plaçant des accolades autour du symbole de la grandeur et en notant l'unité en indice, par exemple  $\{\lambda\}_{\text{nm}}$ . Il est cependant préférable d'indiquer la valeur numérique explicitement comme le rapport entre la grandeur et l'unité.

EXEMPLE 3  $\lambda / \text{nm} \approx 589,6$

Cette notation est particulièrement recommandée pour les graphiques et les en-têtes de colonne dans les tableaux.

### 6.3 Opérations mathématiques

Le produit et le quotient de deux grandeurs,  $Q_1$  et  $Q_2$ , satisfont aux relations

$$Q_1 Q_2 = \{Q_1\} \{Q_2\} \cdot [Q_1] [Q_2]$$

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{\{Q_1\}}{\{Q_2\}} \times \frac{[Q_1]}{[Q_2]}$$

Ainsi, le produit  $\{Q_1\} \{Q_2\}$  est la valeur numérique  $\{Q_1 Q_2\}$  de la grandeur  $Q_1 Q_2$ , et le produit  $[Q_1] [Q_2]$  est l'unité  $[Q_1 Q_2]$  de la grandeur  $Q_1 Q_2$ . De même, le quotient  $\{Q_1\}/\{Q_2\}$  est la valeur numérique  $\{Q_1/Q_2\}$  de la grandeur  $Q_1/Q_2$ , et le quotient  $[Q_1]/[Q_2]$  est l'unité  $[Q_1/Q_2]$  de la grandeur  $Q_1/Q_2$ . Des unités telles que  $[Q_1] [Q_2]$  et  $[Q_1]/[Q_2]$  sont appelées unités composées.

#### EXEMPLE 1

La vitesse,  $v$ , d'une particule en mouvement uniforme est donnée par

$$v = \frac{l}{t}$$

où  $l$  est la distance parcourue pendant la durée  $t$ .

Ainsi, si la particule parcourt une distance  $l = 6$  m pendant la durée  $t = 2$  s, la vitesse  $v$  est égale à

$$v = l/t = (6 \text{ m}) / (2 \text{ s}) = 3 \text{ m/s}$$

NOTE Une grandeur définie comme  $A/B$  est appelée «quotient de  $A$  par  $B$ » ou « $A$  sur  $B$ », mais pas « $A$  par unité  $B$ ».

Les équations entre valeurs numériques, telles que  $\{Q_1 Q_2\} = \{Q_1\} \{Q_2\}$ , sont appelées équations aux valeurs numériques. Les équations entre unités, telles que  $[Q_1 Q_2] = [Q_1] [Q_2]$ , sont appelées équations aux unités.

Les arguments des fonctions exponentielles, logarithmiques, trigonométriques, etc. sont des nombres, des valeurs numériques ou des combinaisons de grandeurs dont le produit dimensionnel est égal à un (voir l'Article 5).

#### EXEMPLE 2

$$\exp(E / kT); \ln(p / \text{kPa}); \sin(\pi / 3); \cos(\omega t + \alpha)$$

### 6.4 Équations aux grandeurs et équations aux valeurs numériques

Les trois types d'équations introduits en 4.2 et 6.3, c'est-à-dire les équations aux grandeurs, les équations aux valeurs numériques et les équations aux unités, sont utilisés dans les sciences et techniques. Les équations aux grandeurs et les équations aux valeurs numériques sont couramment utilisées; les équations aux unités le sont moins fréquemment. Les équations aux valeurs numériques (et évidemment les équations aux unités) dépendent du choix des unités, alors que les équations aux grandeurs ont l'avantage d'être indépendantes de ce choix. L'usage des équations aux grandeurs est donc normalement préféré et fortement recommandé.

#### EXEMPLE

Une équation aux grandeurs simple est