

NORME INTERNATIONALE **ISO 80000-11**

Deuxième édition
2019-10

Grandeurs et unités — Partie 11: Nombres caractéristiques

Quantities and units —

Part 11: Characteristic numbers

iTeh Standards
(<https://standards.itih.ai>)
Document Preview

[ISO 80000-11:2019](https://standards.itih.ai/catalog/standards/iec/e1c1f445-6b6d-4daa-b7c7-1f93f60aff55/iso-80000-11-2019)

<https://standards.itih.ai/catalog/standards/iec/e1c1f445-6b6d-4daa-b7c7-1f93f60aff55/iso-80000-11-2019>



Numéro de référence
ISO 80000-11:2019(F)

© ISO 2019

iTeh Standards
(<https://standards.iteh.ai>)
Document Preview

[ISO 80000-11:2019](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iec/e1c1f445-6b6d-4daa-b7c7-1f93f60aff55/iso-80000-11-2019)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iec/e1c1f445-6b6d-4daa-b7c7-1f93f60aff55/iso-80000-11-2019>



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2019

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
Fax: +41 22 749 09 47
E-mail: copyright@iso.org
Web: www.iso.org

Publié en Suisse

Sommaire

Page

Avant-propos	iv
Introduction	v
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	1
3 Termes et définitions	1
4 Transfert de quantité de mouvement	1
5 Transfert de chaleur	16
6 Transfert de matière dans un mélange binaire	24
7 Constantes de la matière	34
8 Magnétohydrodynamique	38
9 Divers	47
Bibliographie	49
Index alphabétique	50

iTeh Standards
 (https://standards.itih.ai)
 Document Preview

ISO 80000-11:2019

<https://standards.itih.ai/catalog/standards/iec/e1c1f445-6b6d-4daa-b7c7-1f93f60aff55/iso-80000-11-2019>

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).

L'attention est attirée 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).

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.

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

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition (ISO 80000-11:2008), qui a fait l'objet d'une révision technique.

Les principales modifications par rapport à l'édition précédente sont les suivantes:

- le tableau donnant les grandeurs et les unités a été simplifié;
- tous les articles terminologiques ont été révisés en termes de présentation des définitions, et une définition formulée a été ajoutée à chaque article;
- le nombre d'articles terminologiques est passé de 25 à 108 (cela concerne tous les Articles du document);
- l'article terminologique 11-9.2 (nombre Landau-Ginzburg) a été transféré de ce document vers l'ISO 80000-12:2009 (révisé en tant qu'ISO 80000-12:2019).

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

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.

Introduction

Les nombres caractéristiques sont des grandeurs physiques d'unité 1, appelées aussi grandeurs «sans dimension». Ils sont utilisés dans les études de processus naturels et techniques, et présentent (peuvent présenter) des informations sur le comportement du processus ou révèlent (peuvent révéler) des similitudes entre différents processus.

Les nombres caractéristiques sont souvent décrits comme des rapports de forces à l'équilibre; toutefois, dans certains cas, ce sont des rapports d'énergie ou de travail, bien qu'ils soient désignés en tant que forces dans les publications; parfois, il s'agit du rapport de temps caractéristiques.

Des nombres caractéristiques peuvent être définis par la même équation, mais porter des noms différents s'ils concernent des types de processus différents.

Les nombres caractéristiques peuvent être exprimés sous forme de produits ou de quotients d'autres nombres caractéristiques si ceux-ci sont valables pour le même type de processus. Ainsi, les Articles du présent document sont organisés selon certains groupes de processus.

La quantité de nombres caractéristiques étant considérable, et leur utilisation en science et technologie n'étant pas uniforme, seul un petit nombre d'entre eux est donné dans le présent document, où leur inclusion dépend de leur usage courant. En outre, les types de processus ont été restreints et sont indiqués par les titres des Articles. Néanmoins, plusieurs nombres caractéristiques peuvent avoir différentes représentations de la même information physique, par exemple multipliés par un facteur numérique, sous forme de carré, de racine carrée ou d'inverse d'une autre représentation. Une seule de ces représentations a été incluse, les autres étant déclarées comme déconseillées ou mentionnées dans la colonne Remarques.

(<https://standards.iteh.ai>)
Document Preview

[ISO 80000-11:2019](https://standards.iteh.ai)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iec/e1c1f445-6b6d-4daa-b7c7-1f93f60aff55/iso-80000-11-2019>

Grandeurs et unités —

Partie 11: Nombres caractéristiques

1 Domaine d'application

Le présent document donne noms, les symboles et les définitions des nombres caractéristiques utilisés dans la description des phénomènes de transfert.

2 Références normatives

Le présent document ne contient aucune référence normative.

3 Termes et définitions

Les noms, symboles et définitions des nombres caractéristiques sont indiqués dans les Articles 4 à 9.

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 <http://www.electropedia.org/>.

4 Transfert de quantité de mouvement

Le [Tableau 1](#) donne les noms, les symboles et les définitions des nombres caractéristiques utilisés pour caractériser les processus dans lesquels le transfert de quantité de mouvement joue un rôle prépondérant. Le transfert de quantité de mouvement (ISO 80000-4) se produit fondamentalement lors d'une collision entre deux corps et est déterminé par la loi de conservation de la quantité de mouvement. Une dissipation de l'énergie peut se produire. Dans un sens plus général, un transfert de quantité de mouvement se produit lors de l'interaction de deux sous-systèmes se déplaçant à une vitesse v l'un par rapport à l'autre. En général, l'un des sous-systèmes est solide et éventuellement rigide, avec une longueur caractéristique, qui peut être une longueur, une largeur, un rayon, etc. d'un objet solide; souvent, la longueur effective est donnée par le rapport du volume d'un corps à l'aire de sa surface.

L'autre sous-système est un fluide, en général liquide ou gazeux, ayant entre autres les propriétés suivantes:

- masse volumique ρ (ISO 80000-4);
- viscosité dynamique η (ISO 80000-4);
- viscosité cinématique $\nu = \eta / \rho$ (ISO 80000-4); ou
- chute de pression Δp (ISO 80000-4).

Le domaine scientifique est essentiellement la dynamique (mécanique) des fluides. Les nombres caractéristiques de ce type permettent de comparer des objets de différentes dimensions. Ils peuvent également fournir une certaine estimation du passage d'un écoulement laminaire à un écoulement turbulent.

Tableau 1 — Nombres caractéristiques pour le transfert de quantité de mouvement

N°	Nom	Symbole	Définition	Remarques
11-4.1	nombre de Reynolds, m	<i>Re</i>	<p>quotient des forces d'inertie par les forces visqueuses dans l'écoulement d'un fluide, exprimé par:</p> $Re = \frac{\rho v l}{\eta} = \frac{v l}{\nu}$ <p>ρ est la masse volumique (ISO 80000-4); v est la vitesse (ISO 80000-3); l est la longueur caractéristique (ISO 80000-3); η est la viscosité dynamique (ISO 80000-4); et ν est la viscosité cinématique (ISO 80000-4)</p>	<p>La valeur du nombre de Reynolds donne une estimation de l'état de l'écoulement: écoulement laminaire ou écoulement turbulent.</p> <p>Dans un mouvement de rotation, la vitesse $v = \omega l$, où l est la distance par rapport à l'axe de rotation et ω est la vitesse angulaire.</p>
11-4.2	nombre d'Euler, m	<i>Eu</i>	<p>relation entre la chute de pression dans un écoulement et l'énergie cinétique par volume dans le contexte de l'écoulement de fluides dans un tube, exprimée par:</p> $Eu = \frac{\Delta p}{\rho v^2}$ <p>Δp est la chute de pression (ISO 80000-4); ρ est la masse volumique (ISO 80000-4); et v est la vitesse (ISO 80000-3)</p>	<p>Le nombre d'Euler est utilisé pour caractériser les pertes lors de l'écoulement.</p> <p>Une modification du nombre d'Euler prend en compte les dimensions du contenant (tube):</p> $Eu' = \frac{d}{l} Eu$ <p>où d est le diamètre intérieur (ISO 80000-3) du tube; et l est la longueur (ISO 80000-3).</p>
11-4.3	nombre de Froude, m	<i>Fr</i>	<p>quotient des forces d'inertie d'un corps par ses forces de gravitation dans le contexte de l'écoulement des fluides, exprimé par:</p> $Fr = \frac{v}{\sqrt{lg}}$ <p>v est la vitesse (ISO 80000-3) d'écoulement; l est la longueur caractéristique (ISO 80000-3); et g est l'accélération due à la pesanteur (ISO 80000-3)</p>	<p>Le nombre de Froude peut être modifié par la flotabilité.</p> <p>Parfois, le carré ou l'inverse du nombre de Froude défini ici est utilisé à tort.</p>

Tableau 1 (suite)

N°	Nom	Symbole	Définition	Remarques
11-4.4	nombre de Grashof, m	Gr	<p>quotient de la poussée d'Archimède due à la dilatation thermique se traduisant par une variation de la masse volumique, par les forces visqueuses dans le contexte d'une convection libre due aux différences de température, exprimé par:</p> $Gr = l^3 g \alpha_v \Delta T / \nu^2$; où <ul style="list-style-type: none"> l est la longueur caractéristique (ISO 80000-3); g est l'accélération due à la pesanteur (ISO 80000-3); α_v est le coefficient de dilatation thermique volumique (ISO 80000-5); ΔT est la différence de température thermodynamique T (ISO 80000-5) entre la surface du corps et le fluide à distance du corps; et ν est la viscosité cinématique (ISO 80000-4) 	<p>Un échauffement peut se produire dans les tubes au voisinage de parois verticales chaudes, ou en raison d'un corps non profilé.</p> <p>La longueur caractéristique peut être la hauteur verticale d'une plaque chaude, le diamètre d'un tube ou la longueur effective d'un corps.</p> <p>Voir aussi le nombre de Rayleigh (11-5.3).</p>
11-4.5	nombre de Weber, m	We	<p>relation entre les forces d'inertie et les forces capillaires due à la tension superficielle au niveau de l'interface entre deux fluides différents, exprimée par:</p> $We = \rho v^2 l / \gamma$; où <ul style="list-style-type: none"> ρ est la masse volumique (ISO 80000-4); v est la vitesse (ISO 80000-3); l est la longueur caractéristique (ISO 80000-3); et γ est la tension superficielle (ISO 80000-4) 	<p>Les fluides peuvent être des gaz ou des liquides.</p> <p>Les différents fluides sont souvent des gouttes se déplaçant dans un gaz ou des bulles dans un liquide.</p> <p>La longueur caractéristique est généralement le diamètre des bulles ou des gouttes.</p> <p>La racine carrée du nombre de Weber est appelée nombre de Rayleigh.</p> <p>Parfois, la racine carrée du nombre de Weber défini ici est appelée nombre de Weber. Cette définition est déconseillée.</p> <p>Des interfaces existent uniquement entre deux fluides qui ne sont pas miscibles.</p>
11-4.6	nombre de Mach, m	Ma	<p>quotient de la vitesse d'écoulement par la vitesse du son, exprimé par:</p> $Ma = v / c$; où <ul style="list-style-type: none"> v est la vitesse (ISO 80000-3) du corps; et c est la vitesse du son (ISO 80000-8) dans le fluide 	<p>Le nombre de Mach représente la relation entre les forces d'inertie et les forces de compression.</p> <p>Pour un gaz parfait:</p> $c = \sqrt{\gamma \frac{p}{\rho}} = \sqrt{\gamma \frac{RT}{M}} = \sqrt{\gamma \frac{kT}{m}}$; où γ est le rapport des capacités thermiques massiques (ISO 80000-5).

Tableau 1 (suite)

N°	Nom	Symbole	Définition	Remarques
11-4.7	nombre de Knudsen, m	Kn	quotient du libre parcours moyen d'une particule par une longueur caractéristique, exprimé par: $Kn = \lambda / l$; où λ est le libre parcours moyen (ISO 80000-9); et l est la longueur caractéristique (ISO 80000-3)	Le nombre de Knudsen est une mesure permettant d'estimer si le gaz qui s'écoule se comporte comme un milieu continu. La longueur caractéristique, l , peut être une dimension caractéristique de la zone d'écoulement du gaz, telle que le diamètre d'un tube.
11-4.8	nombre de Strouhal, m; nombre de Thomson, m	Sr , Sh	relation entre une fréquence caractéristique et une vitesse caractéristique dans le contexte d'un écoulement instable ayant un comportement périodique, exprimée par: $Sr = f / v$; où f est la fréquence (ISO 80000-3) des décollements de tourbillons; l est la longueur caractéristique (ISO 80000-3); et v est la vitesse (ISO 80000-3) d'écoulement	La longueur caractéristique, l , peut être le diamètre d'un obstacle dans l'écoulement susceptible de provoquer des décollements de tourbillons, ou la longueur de celui-ci.
11-4.9	coefficient de traînée, m	c_D	relation entre la traînée effective et les forces d'inertie pour un corps se déplaçant dans un fluide, exprimée par: $c_D = \frac{2F_D}{\rho v^2 A}$; où F_D est la traînée (ISO 80000-4) sur le corps; ρ est la masse volumique (ISO 80000-4) du fluide; v est la vitesse (ISO 80000-3) du corps; et A est l'aire (ISO 80000-3) de la section droite	Le coefficient de traînée dépend fortement de la forme du corps.

Tableau 1 (suite)

N°	Nom	Symbole	Définition	Remarques
11-4.10	nombre de Bagnold, m	Bg	<p>quotient de la traînée par la force de gravitation pour un corps se déplaçant dans un fluide, exprimé par:</p> $Bg = \frac{c_D \rho v^2}{lg \rho_b}$ <p>où c_D est le coefficient de traînée (11-4.9) du corps; ρ est la masse volumique (ISO 80000-4) du fluide; v est la vitesse (ISO 80000-3) du corps; l est la longueur caractéristique (ISO 80000-3); g est l'accélération due à la pesanteur (ISO 80000-3); et ρ_b est la masse volumique (ISO 80000-4) du corps</p>	La longueur caractéristique, l , est le quotient du volume du corps par l'aire de sa section droite.
11-4.11	nombre de Bagnold, m <particules solides>	Ba_2	<p>quotient de la traînée par la force visqueuse dans un fluide transférant des particules solides, exprimé par:</p> $Ba_2 = \frac{\rho_s d^2 \dot{\gamma}}{\eta} \sqrt{1/(f_s^{1/2} - 1)}$ <p>où ρ_s est la masse volumique (ISO 80000-4) des particules; d est le diamètre (ISO 80000-3) des particules; $\dot{\gamma} = v/d$ est la vitesse de cisaillement, dérivée dans le temps du glissement unitaire (ISO 80000-4); η est la viscosité dynamique (ISO 80000-4) du fluide; et f_s est la fraction volumique de particules solides</p>	

Tableau 1 (suite)

N°	Nom	Symbole	Définition	Remarques
11-4.12	coefficient de portance, m	c_l , c_A	<p>quotient de la force de sustentation développée par une aile à un angle d'incidence donné par la force d'inertie pour un corps en forme d'aile se déplaçant dans un fluide, exprimé par:</p> $c_l = \frac{2F_l}{\rho v^2 S} = \frac{F_l}{qS};$ <p>où F_l est la force (ISO 80000-4) de sustentation s'exerçant sur l'aile; ρ est la masse volumique (ISO 80000-4) du fluide; v est la vitesse (ISO 80000-3) du corps; $S = A \cos \alpha$ est l'aire effective (ISO 80000-3) lorsque α est l'angle d'incidence et A est l'aire de l'aile; et $q = \rho v^2 / 2$ est la pression dynamique</p>	Le coefficient de portance dépend de la forme de l'aile.
11-4.13	coefficient de poussée, m	c_t	<p>quotient de la force de poussée effective développée par une hélice par la force d'inertie dans un fluide, exprimé par:</p> $c_t = F_T / (\rho n^2 d^4);$ <p>où F_T est la force (ISO 80000-4) de poussée de l'hélice; ρ est la masse volumique (ISO 80000-4) du fluide; n est la fréquence de rotation (ISO 80000-3); et d est le diamètre (ISO 80000-3) extérieur de l'hélice</p>	Le coefficient de poussée dépend de la forme de l'hélice.
11-4.14	nombre de Dean, m	Dn	<p>relation entre la force centrifuge et la force d'inertie dans le contexte de l'écoulement de fluides dans des tubes courbés, exprimée par:</p> $Dn = \frac{2vr}{v} \sqrt{\frac{r}{R}};$ <p>où v est la vitesse (ISO 80000-3) (axiale); r est le rayon (ISO 80000-3) du tube; ν est la viscosité cinématique (ISO 80000-4) du fluide; et R est le rayon de courbure (ISO 80000-3) longitudinal du tube</p>	

Tableau 1 (suite)

N°	Nom	Symbole	Définition	Remarques
11-4.15	nombre de Bejan, m	Be	<p>quotient du travail mécanique par la perte d'énergie par frottement en dynamique des fluides dans un tube, exprimé par:</p> $Be = \frac{\Delta p l^2}{\eta v} = \frac{\rho \Delta p l^2}{\eta^2 v}; \text{ où}$ <p>Δp est la chute de pression (ISO 80000-4) le long du tube; l est la longueur caractéristique (ISO 80000-3); η est la viscosité dynamique (ISO 80000-4); v est la viscosité cinématique (ISO 80000-4); et ρ est la masse volumique (ISO 80000-4)</p>	<p>Un nombre similaire existe pour le transfert de chaleur (11-5.9).</p> <p>La viscosité cinématique est également appelée diffusivité de quantité de mouvement.</p>
11-4.16	nombre de Lagrange, m	Lg	<p>quotient du travail mécanique par la perte d'énergie par frottement en dynamique des fluides dans un tube, exprimé par:</p> $Lg = \frac{l \Delta p}{\eta v}; \text{ où}$ <p>l est la longueur (ISO 80000-3) du tube; Δp est la chute de pression (ISO 80000-4) le long du tube; η est la viscosité dynamique (ISO 80000-4); et v est la vitesse (ISO 80000-3)</p>	<p>Le nombre de Lagrange est également donné par:</p> $La = Re \cdot Eu; \text{ où}$ <p>Re est le nombre de Reynolds (11-4.1); et Eu est le nombre d'Euler (11-4.2).</p>
11-4.17	nombre de Bingham, m; nombre de plasticité, m	$Bm,$ Bn	<p>quotient de la limite d'élasticité par la contrainte visqueuse dans un matériau visqueux dans le contexte de l'écoulement d'un matériau viscoplastique dans des conduits, exprimé par:</p> $Bm = \frac{\tau d}{\eta v}; \text{ où}$ <p>τ est la contrainte tangentielle (ISO 80000-4); d est un diamètre caractéristique (ISO 80000-3), par exemple la largeur effective du conduit; η est la viscosité dynamique (ISO 80000-4); et v est la vitesse (ISO 80000-3)</p>	

Tableau 1 (suite)

N°	Nom	Symbole	Définition	Remarques
11-4.18	nombre de Hedström, m	He, Hd	<p>quotient de la limite d'élasticité par la contrainte visqueuse d'un matériau visqueux au seuil d'écoulement pour un matériau visco-plastique dans des conduits, exprimé par:</p> $He = \frac{\tau_0 d^2 \rho}{\eta^2}; \text{ où}$ <p>τ_0 est la contrainte tangentielle (ISO 80000-4) au seuil d'écoulement;</p> <p>d est un diamètre caractéristique (ISO 80000-3), par exemple la largeur effective du conduit;</p> <p>ρ est la masse volumique (ISO 80000-4); et</p> <p>η est la viscosité dynamique (ISO 80000-4)</p>	
11-4.19	nombre de Bodenstein, m	Bd	<p>expression mathématique du transfert de matière par convection dans des réacteurs par rapport au transfert par diffusion,</p> $Bd = v l / D; \text{ où}$ <p>v est la vitesse (ISO 80000-3);</p> <p>l est la longueur (ISO 80000-3) du réacteur; et</p> <p>D est le coefficient de diffusion (ISO 80000-9)</p>	<p>Le nombre de Bodenstein est également donné par:</p> $Bd = Pe^* = Re \cdot Sc; \text{ où}$ <p>Pe^* est le nombre de Péclet pour le transfert de masse (11-6.2);</p> <p>Re est le nombre de Reynolds (11-4.1); et</p> $Sc = \eta / (\rho D) = v / D \text{ est le nombre de Schmidt (11-7.2).}$
11-4.20	nombre de Rossby, m; nombre de Kibel, m	Ro	<p>quotient des forces d'inertie par les forces de Coriolis dans le contexte d'un transfert de matière en géophysique, exprimé par:</p> $Ro = v / (2l\omega_E \sin\varphi); \text{ où}$ <p>v est la vitesse (ISO 80000-3) de déplacement;</p> <p>l est la longueur caractéristique (ISO 80000-3), l'échelle du phénomène;</p> <p>ω_E est la vitesse angulaire (ISO 80000-3) de rotation de la Terre; et</p> <p>φ est l'angle (ISO 80000-3) de latitude</p>	<p>Le nombre de Rossby représente l'effet de la rotation de la Terre sur l'écoulement dans des tubes, des rivières, des courants océaniques, des tornades, etc.</p> <p>La grandeur $\omega_E \sin\varphi$ est appelée fréquence de Coriolis.</p>