

Normes et pratiques
recommandées internationales



Annexe 5
à la Convention relative
à l'aviation civile internationale

Unités de mesure à utiliser dans l'exploitation en vol et au sol

La présente édition comprend tous les amendements adoptés par le Conseil avant le 23 février 2010 ; elle annule et remplace, à partir du 18 novembre 2010, les éditions antérieures de l'Annexe 5.

Tous les renseignements relatifs à l'application des normes et des pratiques recommandées figurent à l'Avant-propos.

Cinquième édition
Juillet 2010

Organisation de l'aviation civile internationale



NOTE D'ACCOMPAGNEMENT

NOUVELLES ÉDITIONS D'ANNEXES À LA CONVENTION RELATIVE À L'AVIATION CIVILE INTERNATIONALE

Il a été porté à notre connaissance que lors de la publication d'une nouvelle édition d'une Annexe, les utilisateurs jettent non seulement l'édition précédente de l'Annexe mais aussi le **Supplément** à cette édition. Prière de noter qu'un Supplément à une édition précédente d'une Annexe devrait être conservé jusqu'à la publication d'un nouveau Supplément.

**Normes et pratiques
recommandées internationales**



**Annexe 5
à la Convention relative
à l'aviation civile internationale**

Unités de mesure à utiliser dans l'exploitation en vol et au sol

La présente édition comprend tous les amendements adoptés par le Conseil avant le 23 février 2010 ; elle annule et remplace, à partir du 18 novembre 2010, les éditions antérieures de l'Annexe 5.

Tous les renseignements relatifs à l'application des normes et des pratiques recommandées figurent à l'Avant-propos.

Cinquième édition
Juillet 2010

Organisation de l'aviation civile internationale

Publié séparément en français, en anglais, en arabe, en chinois, en espagnol et en russe par l'ORGANISATION DE L'AVIATION CIVILE INTERNATIONALE
999, rue University, Montréal (Québec) Canada H3C 5H7

Les formalités de commande et la liste complète des distributeurs officiels et des librairies dépositaires sont affichées sur le site web de l'OACI, à l'adresse www.icao.int.

Première édition, 1948
Quatrième édition, 1979
Cinquième édition, 2010

**Annexe 5, Unités de mesure à utiliser dans l'exploitation
en vol et au sol**

N° de commande : AN 5
ISBN 978-92-9231-535-1

© OACI 2010

Tous droits réservés. Il est interdit de reproduire, de stocker dans un système de recherche de données ou de transmettre sous quelque forme ou par quelque moyen que ce soit, un passage quelconque de la présente publication, sans avoir obtenu au préalable l'autorisation écrite de l'Organisation de l'aviation civile internationale.

TABLE DES MATIÈRES

	<i>Page</i>
AVANT-PROPOS.....	<i>VII</i>
CHAPITRE 1. Définitions.....	1-1
CHAPITRE 2. Application.....	2-1
CHAPITRE 3. Emploi normalisé des unités de mesure.....	3-1
CHAPITRE 4. Cessation de l'utilisation de certaines unités supplétives hors SI.....	4-1

SUPPLÉMENTS À L'ANNEXE 5

SUPPLÉMENT A. Élaboration du Système international d'unités (SI).....	SUP A-1
SUPPLÉMENT B. Éléments indicatifs sur l'emploi du Système international (SI).....	SUP B-1
SUPPLÉMENT C. Facteurs de conversion.....	SUP C-1
SUPPLÉMENT D. Temps universel coordonné.....	SUP D-1
SUPPLÉMENT E. Présentation de la date et de l'heure sous une forme entièrement numérique.....	SUP E-1

AVANT-PROPOS

Historique

Les premières normes et pratiques recommandées internationales — *Unités de mesure dans les communications air-sol* ont été adoptées par le Conseil le 16 avril 1948, conformément aux dispositions de l'article 37 de la Convention relative à l'aviation civile internationale (Chicago, 1944) sous le titre d'Annexe 5 à la Convention. Elles ont pris effet le 15 septembre 1948 et sont applicables depuis le 1^{er} janvier 1949.

Le Tableau A indique l'origine des amendements successifs ainsi que les principales questions qui ont fait l'objet des différents amendements et les dates auxquelles l'Annexe et ses amendements ont été adoptés par le Conseil, ont pris effet et sont devenus applicables.

Dispositions incombant aux États contractants

Notification des différences. L'attention des États contractants est attirée sur le fait que l'article 38 de la Convention leur impose l'obligation de notifier à l'Organisation toutes différences entre leurs règlements et usages nationaux et les normes internationales qui figurent dans l'Annexe et dans ses amendements éventuels. Les États contractants sont invités également à notifier toutes différences par rapport aux pratiques recommandées figurant dans l'Annexe et dans ses amendements éventuels lorsque ces différences sont importantes pour la sécurité de la navigation aérienne. De plus, les États contractants sont invités à tenir l'Organisation au courant de l'introduction ultérieure de toutes différences ou de l'élimination de toutes différences déjà notifiées. Une demande spéciale de notification des différences est adressée aux États contractants immédiatement après l'adoption de chaque amendement à l'Annexe.

L'attention des États est également appelée sur les dispositions de l'Annexe 15 relatives à la publication, par l'intermédiaire du service d'information aéronautique, des différences entre leurs règlements et usages nationaux et les spécifications correspondantes des normes et pratiques recommandées de l'OACI ; l'observation de ces dispositions de l'Annexe 15 vient s'ajouter à l'obligation qui incombe aux États aux termes de l'article 38 de la Convention.

Publication de renseignements. Les renseignements sur l'établissement, le retrait ou la modification des installations, services et procédures intéressant l'exploitation aérienne et mis en œuvre conformément aux normes et pratiques recommandées de la présente Annexe devraient être notifiés et prendre effet conformément aux dispositions de l'Annexe 15.

Caractère des éléments de l'Annexe

Une Annexe comporte des éléments dont les divers caractères sont précisés ci-après ; toutefois, tous ces éléments ne figurent pas nécessairement dans chaque Annexe.

1. *Dispositions qui constituent l'Annexe proprement dite :*

- a) *Normes et pratiques recommandées* qui, adoptées par le Conseil en vertu des dispositions de la Convention, se définissent comme suit :

Norme. Toute spécification portant sur les caractéristiques physiques, la configuration, le matériel, les performances, le personnel et les procédures, dont l'application uniforme est reconnue nécessaire à la sécurité ou à la régularité de

la navigation aérienne internationale et à laquelle les États contractants se conformeront en application des dispositions de la Convention. En cas d'impossibilité de s'y conformer, une notification au Conseil est obligatoire aux termes de l'article 38 de la Convention.

Pratique recommandée. Toute spécification portant sur les caractéristiques physiques, la configuration, le matériel, les performances, le personnel et les procédures, dont l'application uniforme est reconnue souhaitable dans l'intérêt de la sécurité, de la régularité ou de l'efficacité de la navigation aérienne internationale et à laquelle les États contractants s'efforceront de se conformer en application des dispositions de la Convention.

- b) *Appendices* contenant des dispositions qu'il a été jugé commode de grouper séparément mais qui font partie des normes et pratiques recommandées adoptées par le Conseil.
- c) *Définitions* d'expressions utilisées dans les normes et pratiques recommandées lorsque la signification de ces expressions n'est pas couramment admise. Les définitions n'ont pas un caractère indépendant ; elles font partie des normes et pratiques recommandées où l'expression définie apparaît, car le sens des spécifications dépend de la signification donnée à cette expression.
- d) Les *tableaux* et *figures* qui complètent ou illustrent une norme ou une pratique recommandée et auxquels renvoie le texte de la disposition font partie intégrante de la norme ou de la pratique recommandée correspondante et ont le même caractère que celle-ci.

2. *Textes dont le Conseil a approuvé la publication dans le même document que les normes et pratiques recommandées :*

- a) *Avant-propos* qui donne la genèse des décisions prises par le Conseil, ainsi que des indications expliquant ces décisions, et qui précise les obligations incombant aux États contractants quant à l'application des normes et pratiques recommandées, aux termes des dispositions de la Convention et de la résolution d'adoption.
- b) *Introduction* et *notes explicatives* figurant au début des diverses parties, chapitres ou sections d'une Annexe afin de faciliter l'application des spécifications.
- c) *Notes* insérées dans le texte lorsqu'il est nécessaire de fournir des indications ou renseignements concrets sur certaines normes ou pratiques recommandées ; ces notes ne font pas partie de la norme ou de la pratique recommandée en question.
- d) *Suppléments* contenant des dispositions complémentaires à celles des normes et pratiques recommandées, ou des indications relatives à la mise en application.

Choix de la langue

La présente Annexe a été adoptée en six langues — français, anglais, arabe, chinois, espagnol et russe. Chaque État contractant est invité à choisir l'un de ces textes pour la mise en application nationale et pour toute autre fin prévue dans la Convention, soit directement, soit après traduction dans sa propre langue, et à informer l'Organisation de son choix.

Disposition typographique

Afin de mettre en relief le caractère de chaque spécification, il a été décidé d'adopter la disposition typographique suivante : les *normes* sont imprimées en romain ; les *pratiques recommandées* sont imprimées en italique et leur caractère est précisé par la mention **Recommandation** ; les *notes* sont imprimées en italique et leur caractère est précisé par la mention *Note*.

Tout renvoi à un passage du présent document identifié par un numéro et/ou un titre porte sur toutes les subdivisions dudit passage.

Tableau A. Amendements de l'Annexe 5

Amendement	Origine	Objet	Dates :
			— adoption/approbation — entrée en vigueur — application
1 ^{re} édition	Décision du Conseil, conformément à la Résolution A1-35 de l'Assemblée		16 avril 1948 15 septembre 1948 1 ^{er} janvier 1949
1 à 11 (2 ^e édition)	Commission de navigation aérienne	Réduction de cinq à deux du nombre des tables d'unités.	11 décembre 1951 1 ^{er} mai 1952 1 ^{er} septembre 1952
12 (3 ^e édition)	Commission de navigation aérienne	Alignement sur des unités identiques de la table OACI et de la table bleue, sauf pour les unités de mesure utilisées pour les altitudes, les hauteurs et les cotes, et pour la vitesse verticale.	8 décembre 1961 1 ^{er} avril 1962 1 ^{er} juillet 1964
13 (4 ^e édition)	Décision du Conseil, conformément à la Résolution A22-18 de l'Assemblée (Appendice F)	Changement du titre de l'Annexe et élargissement de son domaine d'application à tous les aspects de l'exploitation en vol et au sol ; spécification d'un système normalisé d'unités fondé sur les unités SI ; identification des unités autres que les unités SI dont l'utilisation est admise dans l'aviation civile internationale ; spécification des dates limites fixées pour l'emploi de certaines unités autres que les unités SI.	23 mars 1979 23 juillet 1979 26 novembre 1981
14	Étude de la Commission de navigation aérienne	Établissement d'une date ferme pour la cessation de l'utilisation du bar comme unité de mesure et introduction d'éléments indicatifs concernant le Temps universel coordonné (UTC) et la méthode à utiliser pour indiquer la date et l'heure.	27 février 1984 30 juillet 1984 22 novembre 1984
15	Commission de navigation aérienne	Nouvelle définition du mètre ; introduction de l'appellation particulière « sievert » ; suppression des mentions des unités hors SI temporaires qui ne doivent plus être utilisées.	24 novembre 1986 19 avril 1987 19 novembre 1987
16	Amendement n° 162 de l'Annexe 1	Nouvelles dispositions relatives aux facteurs humains.	21 février 2000 17 juillet 2000 2 novembre 2000
17 (5 ^e édition)	Groupe d'étude sur l'observation et la prévision météorologiques d'aérodrome (AMOFSG)	Remplacement du « km/h » par le « m/s » comme unité SI pour rendre compte de la vitesse du vent.	22 février 2010 12 juillet 2010 18 novembre 2010

NORMES ET PRATIQUES RECOMMANDÉES INTERNATIONALES

CHAPITRE 1. DÉFINITIONS

Dans les présentes normes et pratiques recommandées relatives aux unités de mesure à utiliser pour tous les aspects de l'exploitation, en vol et au sol, dans le domaine de l'aviation civile internationale, les termes suivants ont la signification indiquée ci-après :

Ampère (A). L'ampère est l'intensité d'un courant électrique constant qui, maintenu dans deux conducteurs parallèles, rectilignes, de longueur infinie, de sections circulaires négligeables et placées à une distance de 1 mètre l'un de l'autre dans le vide, produirait entre ces conducteurs une force égale à 2×10^{-7} newton par mètre de longueur.

Becquerel (Bq). Activité d'un radionucléide pour lequel le nombre de transitions nucléaires spontanées par seconde est égal à 1.

Candela (cd). Intensité lumineuse, dans la direction perpendiculaire, d'une surface de $1/600\,000$ mètre carré d'un corps noir, à la température de congélation du platine, sous la pression de 101 325 newtons par mètre carré.

Coulomb (C). Quantité d'électricité transportée en 1 seconde par un courant de 1 ampère.

Degré Celsius (°C). Appellation particulière à utiliser pour l'unité « kelvin » lorsqu'il s'agit d'exprimer des valeurs de température Celsius.

Farad (F). Capacité d'un condensateur entre les armatures duquel il s'établit une différence de potentiel de 1 volt lorsqu'il est chargé d'une quantité d'électricité égale à 1 coulomb.

Gray (Gy). Énergie correspondant à 1 joule par kilogramme communiquée à une masse de matière par un rayonnement ionisant.

Henry (H). Inductance d'un circuit fermé dans lequel une force électromotrice de 1 volt est produite lorsque le courant électrique qui parcourt le circuit varie uniformément à raison de 1 ampère par seconde.

Hertz (Hz). Fréquence d'un phénomène périodique dont la période est de 1 seconde.

Joule (J). Travail effectué lorsque le point d'application d'une force de 1 newton se déplace d'une distance égale à 1 mètre dans la direction de la force.

Kelvin (K). Température thermodynamique qui est la fraction $1/273,16$ de la température thermodynamique du point triple de l'eau.

Kilogramme (kg). Unité de masse égale à la masse du prototype international du kilogramme.

Litre (L). Unité de volume, réservée à la mesure des liquides et des gaz, qui est égale à 1 décimètre cube.

Lumen (lm). Flux lumineux émis dans l'angle solide de 1 stéradian par une source ponctuelle uniforme ayant une intensité de 1 candela.

Lux (lx). Éclairement produit par un flux de 1 lumen uniformément réparti sur une surface de 1 mètre carré.

Mètre (m). Longueur du trajet parcouru dans le vide par la lumière pendant une durée de 1/299 792 458 de seconde.

Mille marin (NM). Longueur égale à 1 852 mètres exactement.

Mole (mol). Quantité de matière d'un système contenant autant d'entités élémentaires qu'il y a d'atomes dans 0,012 kilogramme de carbone 12.

Note.— Lorsqu'on emploie la mole, les entités élémentaires doivent être spécifiées et peuvent être des atomes, des molécules, des ions, des électrons, d'autres particules ou des groupements spécifiés de ces particules.

Newton (N). Force qui communique à un corps ayant une masse de 1 kilogramme une accélération de 1 mètre par seconde carrée.

Nœud (kt). Vitesse égale à 1 mille marin à l'heure.

Ohm (Ω). Résistance électrique entre deux points d'un conducteur lorsqu'une différence de potentiel constante de 1 volt, appliquée entre ces deux points, produit dans ce conducteur un courant de 1 ampère, ledit conducteur n'étant le siège d'aucune force électromotrice.

Pascal (Pa). Pression ou contrainte de 1 newton par mètre carré.

Performances humaines. Capacités et limites de l'être humain qui ont une incidence sur la sécurité et l'efficacité des opérations aéronautiques.

Pied (ft). Longueur égale à 0,304 8 mètre exactement.

Radian (rad). Angle plan compris entre deux rayons d'un cercle qui intercepte sur la circonférence un arc de longueur égale à celle du rayon.

Seconde (s). Durée de 9 192 631 770 périodes du rayonnement correspondant à la transition entre les deux niveaux hyperfins de l'état fondamental de l'atome de césium 133.

Siemens (S). Conductance électrique d'un conducteur dans lequel un courant de 1 ampère est produit par une différence de potentiel de 1 volt.

Sievert (Sv). Unités de dose équivalente de rayonnement correspondant à 1 joule par kilogramme.

Stéradian (sr). Angle solide qui, ayant son sommet au centre d'une sphère, découpe sur la surface de cette sphère une aire égale à celle d'un carré dont la longueur des côtés est égale au rayon de la sphère.

Température Celsius ($t^{\circ}C$). La température Celsius est égale à la différence $t^{\circ}C = T - T_0$ entre deux températures thermodynamiques T et T_0 , où T_0 est égal à 273,15 kelvins.

Tesla (T). Induction magnétique d'un flux magnétique de 1 weber par mètre carré.

Tonne (t). Masse égale à 1 000 kilogrammes.

Volt (V). Unité de différence de potentiel et de force électromotrice qui est égale à la différence de potentiel électrique entre deux points d'un conducteur transportant un courant constant de 1 ampère lorsque la puissance dissipée entre ces points est égale à 1 watt.

Watt (W). Puissance qui donne lieu à une production d'énergie égale à 1 joule par seconde.

Weber (Wb). Flux magnétique qui, traversant un circuit d'une seule spire, y produit une force électromotrice de 1 volt lorsqu'on l'annule en 1 seconde par décroissance uniforme.

CHAPITRE 2. APPLICATION

Note liminaire.— La présente Annexe contient des spécifications pour l'utilisation d'un système normalisé d'unités de mesure dans l'exploitation, en vol et au sol, dans le domaine de l'aviation civile internationale. Ce système normalisé d'unités de mesure est fondé sur le Système international d'unités (SI) et sur certaines unités autres que les unités SI qui ont été jugées nécessaires pour répondre aux besoins particuliers de l'aviation civile internationale. Des renseignements détaillés sur l'élaboration du Système SI figurent au Supplément A.

2.1 Application

Les normes et pratiques recommandées figurant dans la présente Annexe s'appliqueront à tous les aspects de l'exploitation, en vol et au sol, dans le domaine de l'aviation civile internationale.

CHAPITRE 3. EMPLOI NORMALISÉ DES UNITÉS DE MESURE

3.1 Unités SI

3.1.1 Le système international d'unités mis au point et tenu à jour par la Conférence générale des poids et mesures (CGPM) sera utilisé, sous réserve des dispositions des § 3.2 et 3.3, comme système normalisé d'unités de mesure applicable à tous les aspects de l'exploitation, en vol et au sol, dans le domaine de l'aviation civile internationale.

3.1.2 Préfixes

Les préfixes et les symboles du Tableau 3-1 seront utilisés pour former les noms et les symboles des multiples et sous-multiples décimaux des unités SI.

Note 1.— Dans la présente Annexe, l'expression « unité SI » s'applique aux unités de base et aux unités dérivées ainsi qu'à leurs multiples et à leurs sous-multiples.

Note 2.— Voir au Supplément B les indications sur l'emploi général des préfixes.

3.2 Unités hors SI

3.2.1 Unités hors SI destinées à être utilisées en permanence avec les unités SI

Les unités hors SI figurant dans le Tableau 3-2 seront utilisées soit à la place des unités SI, soit en plus de ces dernières, comme unités principales de mesure, mais uniquement comme il est spécifié au Tableau 3-4.

Tableau 3-1. Préfixes des unités SI

<i>Facteur de multiplication</i>	<i>Préfixe</i>	<i>Symbole</i>
1 000 000 000 000 000 000 = 10^{18}	exa	E
1 000 000 000 000 000 = 10^{15}	péta	P
1 000 000 000 000 = 10^{12}	téra	T
1 000 000 000 = 10^9	giga	G
1 000 000 = 10^6	méga	M
1 000 = 10^3	kilo	k
100 = 10^2	hecto	h
10 = 10^1	déca	da
0,1 = 10^{-1}	déci	d
0,01 = 10^{-2}	centi	c
0,001 = 10^{-3}	milli	m
0,000 001 = 10^{-6}	micro	μ
0,000 000 001 = 10^{-9}	nano	n
0,000 000 000 001 = 10^{-12}	pico	p
0,000 000 000 000 001 = 10^{-15}	femto	f
0,000 000 000 000 000 001 = 10^{-18}	atto	a

3.2.2 Unités supplétives hors SI dont l'utilisation temporaire avec les unités SI est permise

Les unités hors SI figurant dans le Tableau 3-3 pourront être utilisées temporairement comme unités supplétives de mesure au lieu des unités SI mais uniquement pour les grandeurs spécifiées dans le Tableau 3-4.

Note.— Il est prévu que les unités supplétives hors SI figurant dans le Tableau 3-3 et utilisées de la manière indiquée au Tableau 3-4 cesseront ultérieurement d'être utilisées à partir de dates qui seront fixées par le Conseil. Ces dates, lorsqu'elles auront été fixées, figureront au Chapitre 4.

3.3 Emploi d'unités particulières

3.3.1 L'emploi d'unités de mesure particulières pour certaines grandeurs utilisées dans l'exploitation, en vol et au sol, dans le domaine de l'aviation civile internationale sera conforme au Tableau 3-4.

Note.— Le Tableau 3-4 est destiné à la normalisation des unités (y compris leurs préfixes) pour les grandeurs couramment utilisées dans l'exploitation, en vol et au sol. Les dispositions fondamentales de l'Annexe s'appliquent dans le cas des unités à utiliser pour des grandeurs qui ne figurent pas dans ce tableau.

3.3.2 **Recommandation.**— Pour l'exploitation en environnement où l'on utilise des unités standard et des unités supplétives hors SI pour certaines grandeurs, ainsi que pour la transition entre des environnements où l'on utilise des unités différentes, il est recommandé de mettre en place des moyens et des dispositions en matière de conception, de procédures et de formation qui tiennent dûment compte des performances humaines.

Note.— On trouve des éléments indicatifs sur les performances humaines dans le Manuel d'instruction sur les facteurs humains (Doc 9683).

Tableau 3-2. Unités hors SI destinées à être utilisées en permanence avec les unités SI

Grandeurs du Tableau 3-4 relatives à	Unité	Symbole	Définition (au moyen des unités SI)
masse	tonne métrique	t	1 t = 10 ³ kg
angle plan	degré	°	1° = (π/180) rad
	minute	'	1' = (1/60)° = (π/10 800) rad
	seconde	"	1" = (1/60)' = (π/648 000) rad
température	degré Celsius	°C	1 °C = 1 K ^{a)}
temps	minute	min	1 min = 60 s
	heure	h	1 h = 60 min = 3 600 s
	jour	d	1 d = 24 h = 86 400 s
	semaine, mois, année	—	
volume	litre	L	1 L = 1 dm ³ = 10 ⁻³ m ³

a) Pour la conversion de cette unité, voir le Tableau C-2 du Supplément C.

Tableau 3-3. Unités supplétives hors SI dont l'utilisation temporaire avec les unités SI est permise

<i>Grandeurs du Tableau 3-4 relatives à</i>	<i>Unité</i>	<i>Symbole</i>	<i>Définition (au moyen des unités SI)</i>
distance (longueur)	mille marin	NM	1 NM = 1 852 m
distance (verticale) ^{a)}	pied	ft	1 ft = 0,304 8 m
vitesse	nœud	kt	1 kt = 0,514 444 m/s

a) altitude, altitude topographique, hauteur, vitesse verticale.

Tableau 3-4. Emploi normalisé d'unités de mesure particulières

<i>Référence</i>	<i>Grandeur</i>	<i>Unité principale (symbole)</i>	<i>Unité supplétive hors SI (symbole)</i>
1. Direction/Espace/Temps			
1.1	altitude	m	ft
1.2	surface	m ²	
1.3	distance (grande) ^{a)}	km	NM
1.4	distance (courte)	m	
1.5	altitude (topographique)	m	ft
1.6	autonomie	h et min	
1.7	hauteur	m	ft
1.8	latitude	° ' "	
1.9	longueur	m	
1.10	longitude	° ' "	
1.11	angle plan (en cas de besoin, utiliser les subdivisions décimales du degré)	°	
1.12	longueur de piste	m	
1.13	portée visuelle de piste	m	
1.14	capacité des réservoirs (de bord) ^{b)}	L	
1.15	temps	s min h d semaine mois année	
1.16	visibilité ^{c)}	km	
1.17	volume	m ³	
1.18	direction du vent (les directions du vent sont indiquées en degrés vrais, sauf dans les cas de l'atterrissage et du décollage où elles sont indiquées en degrés magnétiques)	°	

Référence	Grandeur	Unité principale (symbole)	Unité supplétive hors SI (symbole)
2. Unités liées à la masse			
2.1	masse volumique de l'air	kg/m ³	
2.2	masse surfacique	kg/m ²	
2.3	capacité de fret	kg	
2.4	densité du fret	kg/m ³	
2.5	densité (masse volumique)	kg/m ³	
2.6	capacité de carburant (gravimétrique)	kg	
2.7	densité des gaz	kg/m ³	
2.8	masse ou charge payante brute	kg	
2.9	spécifications de levage	tkg	
2.10	masse linéique	kg/m	
2.11	densité des liquides	kg/m ³	
2.12	masse	kg	
2.13	moment d'inertie	kg · m ²	
2.14	moment de quantité de mouvement	kg · m ² /s	
2.15	quantité de mouvement	kg · m/s	
3. Unités liées à la force			
3.1	pression de l'air (en général)	kPa	
3.2	calage altimétrique	hPa	
3.3	pression atmosphérique	hPa	
3.4	moment fléchissant	kN · m	
3.5	force	N	
3.6	pression d'alimentation en carburant	kPa	
3.7	pression hydraulique	kPa	
3.8	module d'élasticité	MPa	
3.9	pression	kPa	
3.10	contrainte	MPa	
3.11	tension superficielle	mN/m	
3.12	poussée	kN	
3.13	couple	N · m	
3.14	dépression	Pa	
4. Mécanique			
4.1	vitesse aérodynamique ^{d)}	km/h	kt
4.2	accélération angulaire	rad/s ²	
4.3	vitesse angulaire	rad/s	
4.4	énergie ou travail	J	
4.5	puissance équivalente sur arbre	kW	
4.6	fréquence	Hz	
4.7	vitesse par rapport au sol	km/h	kt
4.8	impact	J/m ²	
4.9	énergie cinétique absorbée par les freins	MJ	
4.10	accélération linéaire	m/s ²	
4.11	puissance	kW	
4.12	rapidité de compensation	°/s	

Référence	Grandeur	Unité principale (symbole)	Unité supplétive hors SI (symbole)
4.13	puissance sur arbre	kW	
4.14	vitesse	m/s	
4.15	vitesse verticale	m/s	ft/min
4.16	vitesse du vent ^{e)}	m/s	kt
5. Débit des fluides			
5.1	débit d'air dans les moteurs	kg/s	
5.2	débit d'eau dans les moteurs	kg/h	
5.3	consommation de carburant (consommation spécifique)		
	moteurs alternatifs	kg/(kW · h)	
	turbopropulseurs	kg/(kW · h)	
	turboréacteurs	kg/(kW · h)	
5.4	débit de carburant	kg/h	
5.5	vitesse de remplissage des réservoirs de carburant (gravimétrique)	kg/min	
5.6	débit des gaz	kg/s	
5.7	débit des liquides (gravimétrique)	g/s	
5.8	débit des liquides (volumétrique)	L/s	
5.9	débit masse	kg/s	
5.10	consommation d'huile turbomachine	kg/h	
	moteurs alternatifs (consommation spécifique)	g/(kW · h)	
5.11	débit d'huile	g/s	
5.12	débit d'une pompe	L/min	
5.13	débit d'air de ventilation	m ³ /min	
5.14	viscosité dynamique	Pa · s	
5.15	viscosité cinétique	m ² /s	
6. Thermodynamique			
6.1	coefficient de transmission thermique	W/(m ² · K)	
6.2	flux thermique par unité de surface	J/m ²	
6.3	flux thermique	W	
6.4	humidité absolue	g/kg	
6.5	expansion linéaire	°C ⁻¹	
6.6	quantité de chaleur	J	
6.7	température	°C	
7. Électricité et magnétisme			
7.1	capacité	F	
7.2	conductance	S	
7.3	conductivité	S/m	
7.4	densité de courant	A/m ²	
7.5	intensité	A	
7.6	intensité de champ électrique	C/m ²	
7.7	différence de potentiel	V	
7.8	force électromotrice	V	
7.9	intensité de champ magnétique	A/m	
7.10	flux magnétique	Wb	

Référence	Grandeur	Unité principale (symbole)	Unité supplétive hors SI (symbole)
7.11	densité du flux magnétique	T	
7.12	puissance	W	
7.13	quantité d'électricité	C	
7.14	résistance	Ω	

8. Lumière et rayonnements électromagnétiques connexes

8.1	éclairage	lx	
8.2	luminance	cd/m ²	
8.3	exitance lumineuse	lm/m ²	
8.4	flux lumineux	lm	
8.5	intensité lumineuse	cd	
8.6	quantité de lumière	lm · s	
8.7	énergie rayonnante	J	
8.8	longueur d'onde	m	

9. Acoustique

9.1	fréquence	Hz	
9.2	masse volumique	kg/m ³	
9.3	niveau de bruit	dB ^{e)}	
9.4	période	s	
9.5	intensité acoustique	W/m ²	
9.6	puissance acoustique	W	
9.7	pression acoustique	Pa	
9.8	niveau acoustique	dB ^{f)}	
9.9	pression statique (instantanée)	Pa	
9.10	vitesse du son	m/s	
9.11	flux de vitesse acoustique (instantanée)	m ³ /s	
9.12	longueur d'onde	m	

10. Physique nucléaire et rayonnements ionisants

10.1	dose absorbée	Gy	
10.2	rapidité d'absorption de dose	Gy/s	
10.3	activité des radionucléides	Bq	
10.4	dose équivalente	Sv	
10.5	exposition au rayonnement	C/kg	
10.6	rapidité d'exposition	C/kg · s	

- a) Utilisé en aviation, pour des distances généralement supérieures à 4 000 m.
b) Par exemple, réservoirs de carburant, de liquides hydrauliques, d'eau, d'huile et d'oxygène comprimé.
c) Les visibilités inférieures à 5 km peuvent être données en mètres (m).
d) La vitesse aérodynamique est parfois exprimée en vol par le nombre de Mach.
e) Un facteur de conversion de 1 kt = 0,5 m/s est utilisé dans les Annexes de l'OACI pour l'indication de la vitesse du vent.
f) Le décibel (dB) est un rapport qui peut être utilisé comme unité pour exprimer le niveau de pression acoustique et le niveau de puissance acoustique. Lorsqu'il est utilisé, le niveau de référence doit être spécifié.

CHAPITRE 4. CESSATION DE L'UTILISATION DE CERTAINES UNITÉS SUPPLÉTIVES HORS SI

Note liminaire.— Les unités hors SI figurant au Tableau 3-3 ont été conservées à titre temporaire comme unités supplétives en raison de leur usage très répandu et en vue d'éviter qu'il se pose des problèmes de sécurité par suite d'un manque de coordination internationale au sujet de la cessation de leur utilisation. Les dates de cessation d'utilisation, une fois fixées par le Conseil, figureront à titre de normes dans le présent chapitre. Il est prévu que ces dates seront fixées bien avant que cette décision devienne applicable. Toute procédure spéciale liée à la cessation d'utilisation d'une unité donnée sera communiquée à tous les États par une voie autre que la présente Annexe.

4.1 L'emploi dans les opérations de l'aviation civile internationale des unités supplétives hors SI énumérées au Tableau 3-3 cessera aux dates indiquées au Tableau 4-1.

**Tableau 4-1. Date de cessation d'utilisation
des unités supplétives hors SI**

<i>Unité supplétive hors SI</i>	<i>Date de cessation d'utilisation</i>
Nœud Mille marin } Pied	non fixée ^{a)} non fixée ^{b)}

a) La date de cessation d'utilisation du mille marin et du nœud n'a pas encore été fixée.
b) La date de cessation d'utilisation du pied n'a pas encore été fixée.

SUPPLÉMENTS À L'ANNEXE 5

SUPPLÉMENT A. ÉLABORATION DU SYSTÈME INTERNATIONAL D'UNITÉS (SI)

1. Historique

1.1 Le sigle SI est l'abréviation utilisée pour désigner le Système international d'unités. Ce système a été élaboré à partir des unités de longueur et de masse (le mètre et le kilogramme) qui avaient été choisies par l'Académie des Sciences de France et adoptées par la Convention en 1795 en tant que mesures pratiques dans l'intérêt de l'industrie et du commerce. À l'origine, le système était généralement désigné sous le nom de système métrique. Les physiciens se sont rendu compte des avantages de ce système qui fut bientôt adopté dans les milieux scientifiques et techniques.

1.2 Une normalisation internationale fut entreprise en 1870 lors d'une réunion à Paris de représentants de 15 États dont les travaux devaient aboutir en 1875 à l'adoption de la Convention internationale du mètre et à l'institution d'un Bureau international permanent des poids et mesures. Une Conférence générale des poids et mesures (CGPM) a également été instituée pour traiter toutes les questions internationales concernant le système métrique. En 1889, lors de sa première réunion, la CGPM a rendu légal l'ancien prototype du mètre et le kilogramme en tant qu'étalons internationaux de l'unité de longueur et de l'unité de masse. D'autres unités ont été adoptées au cours de réunions ultérieures et, lors de sa 10^e réunion, en 1954, la CGPM a adopté un système rationnel et cohérent d'unités fondé sur le système mètre-kilogramme-seconde-ampère (MKSA) qui avait été mis au point antérieurement, en y ajoutant le degré Kelvin comme unité de température et la candela comme unité d'intensité lumineuse. Lors de sa 11^e réunion, tenue en 1960, et à laquelle 36 États ont participé, la CGPM a adopté le nom de Système international d'unités (SI) et fixé les règles d'utilisation des préfixes, les unités dérivées et les unités supplémentaires et réglé d'autres questions, établissant ainsi des spécifications détaillées pour les unités de mesure internationales. À sa 12^e réunion, en 1964, la CGPM a apporté quelques améliorations au système et, à sa 13^e réunion, en 1967, elle a redéfini la seconde, donné à l'unité de température le nom de kelvin (K) et révisé la définition de la candela. À sa 14^e réunion, en 1971, elle a ajouté une septième unité de base, la mole (mol), et adopté le pascal (Pa), égal à un newton (N) par mètre carré (m²) comme unité SI de pression ou de contrainte et le nom de siemens (S) pour l'unité de conductance électrique. En 1975, la CGPM a adopté le becquerel (Bq) comme unité d'activité des radionucléides et le gray (Gy) comme unité de dose absorbée.

2. Bureau international des poids et mesures

2.1 Le Bureau international des poids et mesures (BIPM) a été institué par la Convention du Mètre signée à Paris le 20 mai 1875 par 17 États lors de la séance de clôture de la Conférence diplomatique du Mètre. Cette convention a été amendée en 1921. Le BIPM a son siège près de Paris et son entretien et son fonctionnement sont financés par les États parties à la Convention du Mètre. Le BIPM a pour tâche de veiller à l'unification mondiale des mesures physiques ; il est chargé :

- d'établir les étalons fondamentaux et les échelles des principales grandeurs physiques et de conserver les prototypes internationaux ;
- d'effectuer la comparaison des étalons nationaux et internationaux ;
- d'assurer la coordination des techniques de mesure correspondantes ;

- d'effectuer et de coordonner les déterminations relatives aux constantes physiques qui interviennent dans les activités ci-dessus.

2.2 Le BIPM travaille sous la direction exclusive du Comité international des poids et mesures (CIPM) qui lui-même relève de l'autorité de la Conférence générale des poids et mesures (CGPM). Le Comité international comprend 18 membres venant tous d'États différents. Il se réunit au moins une fois tous les deux ans. Le bureau de ce comité adresse aux gouvernements des États parties à la Convention du Mètre un rapport annuel sur la situation administrative et financière du Bureau international.

2.3 Les activités du BIPM qui, à l'origine, se limitaient aux mesures de longueur et de masse et aux études métrologiques relatives à ces grandeurs ont été élargies pour porter sur les étalons de mesure électrique (1927), photométrie (1937) et les étalons de mesure des rayonnements ionisants (1960). C'est pourquoi les laboratoires originaux construits en 1876-78 ont été agrandis en 1929 et deux nouveaux bâtiments ont été construits en 1963-64 pour les laboratoires sur les rayonnements ionisants. Une trentaine de physiciens et de techniciens travaillent dans les laboratoires du BIPM. Ils procèdent à des recherches métrologiques et entreprennent également la mesure et la certification des étalons des grandeurs ci-dessus.

2.4 Étant donné l'ampleur prise par les travaux confiés au BIPM, le CIPM a mis sur pied depuis 1927, sous le nom de Comités consultatifs, des organes chargés de lui fournir des renseignements ou de lui soumettre des questions pour étude et avis. Ces comités consultatifs qui peuvent instituer des groupes de travail temporaires ou permanents pour étudier des sujets spéciaux sont chargés de coordonner les travaux internationaux effectués dans leurs domaines respectifs et de présenter des recommandations au sujet des amendements à apporter aux définitions et aux valeurs des unités. Afin de veiller à l'uniformité mondiale des unités de mesure, le Comité international prend en conséquence directement une décision ou présente des propositions à la sanction de la Conférence générale.

2.5 Les Comités consultatifs ont un règlement commun (*Procès-Verbaux CIPM* 31, 1963, p. 97). Chaque comité consultatif dont le président est normalement un membre du CIPM est composé d'un délégué de chacun des grands laboratoires de métrologie et des instituts spécialisés dont la liste est établie par le CIPM ainsi que de membres engagés à titre individuel par le CIPM et d'un représentant du BIPM. Ces comités tiennent leurs réunions à des intervalles irréguliers ; il existe actuellement sept de ces comités :

1. Le Comité consultatif d'électricité (CCE), institué en 1927.
2. Le Comité consultatif de photométrie et radiométrie (CCPR), nouveau nom donné en 1971 au Comité consultatif de photométrie institué en 1933 [entre 1930 et 1933, le comité ci-dessus (CCE) traitait les questions de photométrie].
3. Le Comité consultatif de thermométrie (CCT), institué en 1937.
4. Le Comité consultatif pour la définition du mètre (CCDM), institué en 1952.
5. Le Comité consultatif pour la définition de la seconde (CCDS), institué en 1956.
6. Le Comité consultatif pour les étalons de mesure des rayonnements ionisants (CCEMRI), institué en 1958. Depuis 1969, ce comité consultatif comprend quatre sections : Section I (mesure des rayons-X et γ) ; Section II (mesure des radionucléides) ; Section III (mesures neutroniques) ; Section IV (étalons d'énergie α).
7. Le Comité consultatif des unités (CCU), institué en 1964.

Les travaux de la Conférence générale, du Comité international, des comités consultatifs et du Bureau international sont publiés par les soins de ce dernier dans les collections suivantes :

- *Comptes rendus des séances de la Conférence générale des poids et mesures* ;

- Procès-verbaux des séances du Comité international des poids et mesures ;
- Sessions des comités consultatifs ;
- Recueil de travaux du Bureau international des poids et mesures (ce recueil rassemble les articles publiés dans des revues et ouvrages scientifiques et techniques, ainsi que certains travaux publiés sous forme de rapports multicopiés).

2.6 Le Bureau international publie de temps à autre un rapport sur l'évolution du système métrique dans le monde, intitulé : *Les récents progrès du système métrique*. La collection des *Travaux et mémoires du Bureau international des poids et mesures* (22 tomes publiés de 1881 à 1966) a été arrêtée en 1966 par décision du CIPM. Depuis 1965, le journal international *Metrologia*, édité sous les auspices du Comité international des poids et mesures publie des articles sur les principaux travaux de métrologie scientifique effectués dans le monde, sur l'amélioration des méthodes de mesure et des étalons, sur les unités, etc., ainsi que des informations sur les activités, les décisions et les recommandations des organes de la Convention du Mètre.

3. Organisation internationale de normalisation

L'Organisation internationale de normalisation (ISO) est une fédération mondiale d'instituts nationaux de normalisation qui, bien que ne faisant pas partie du BIPM, présente des recommandations en ce qui concerne l'emploi des unités SI et de certaines autres unités. Le document ISO 1000 et la série de documents de la Recommandation ISO R31 donnent des détails approfondis sur l'emploi des unités SI. L'OACI a une liaison avec l'ISO en ce qui concerne l'emploi normalisé des unités SI dans l'aviation.

SUPPLÉMENT B. ÉLÉMENTS INDICATIFS SUR L'EMPLOI DU SYSTÈME INTERNATIONAL (SI)

1. Introduction

1.1 Le Système international d'unités est un système complet et cohérent qui comprend trois catégories d'unités :

- a) unités de base,
- b) unités supplémentaires et
- c) unités dérivées.

1.2 Le Système international est fondé sur sept unités qui sont dimensionnellement indépendantes et sont indiquées dans le Tableau B-1.

1.3 Les unités supplémentaires du Système international sont indiquées au Tableau B-2 et peuvent être considérées soit comme unités de base soit comme unités dérivées.

1.4 Les unités dérivées du Système international sont formées en combinant des unités de base, des unités supplémentaires et d'autres unités dérivées selon les relations algébriques entre les grandeurs correspondantes. Les symboles des unités dérivées sont obtenus au moyen des signes mathématiques de multiplication, de division et l'emploi d'exposants. Les unités SI dérivées qui portent des noms et ont des symboles spéciaux sont indiquées dans le Tableau B-3.

Tableau B-1. Unités de base SI

<i>Grandeur</i>	<i>Unité</i>	<i>Symbole</i>
intensité du courant électrique	ampère	A
intensité lumineuse	candela	cd
longueur	mètre	m
masse	kilogramme	kg
quantité de matière	mole	mol
température thermodynamique	kelvin	K
temps	seconde	s

Tableau B-2. Unités SI supplémentaires

<i>Grandeur</i>	<i>Unité</i>	<i>Symbole</i>
angle plan	radian	rad
angle solide	stéradian	sr

Tableau B-3. Unités SI dérivées ayant des noms spéciaux

<i>Grandeur</i>	<i>Unité</i>	<i>Symbole</i>	<i>Combinaison de base</i>
activité des radionucléides	becquerel	Bq	1/s
capacité	farad	F	C/V
conductance	siemens	S	A/V
densité du flux magnétique	tesla	T	Wb/m ²
dose absorbée (rayonnement)	gray	Gy	J/kg
dose équivalente (rayonnement)	sievert	Sv	J/kg
éclairage	lux	lx	lm/m ²
énergie, travail, quantité de chaleur	joule	J	N · m
flux lumineux	lumen	lm	cd · sr
flux magnétique	weber	Wb	V · s
force	newton	N	kg · m/s ²
fréquence (d'un phénomène périodique)	hertz	Hz	1/s
inductance	henry	H	Wb/A
potentiel électrique, différence de potentiel, force électromotrice	volt	V	W/A
pression, contrainte	pascal	Pa	N/m ²
puissance, flux énergétique	watt	W	J/s
quantité d'électricité, charge électrique	coulomb	C	A · s
résistance électrique	ohm	Ω	V/A

Note.— L'emploi spécifique des unités dérivées figurant dans le Tableau B-3 et autres unités courantes en exploitation, dans le domaine de l'aviation civile internationale, figure dans le Tableau 3-4.

1.5 Le Système international représente un choix rationnel d'unités du système métrique qui individuellement ne sont pas nouvelles. Le grand avantage du Système international est qu'il ne comporte qu'une seule unité pour chaque grandeur physique : le mètre pour la longueur, le kilogramme (au lieu du gramme) pour la masse, la seconde pour le temps, etc. De ces unités élémentaires ou unités de base, on tire toutes les autres unités de mesure des grandeurs mécaniques. Ces unités dérivées sont définies par des équations simples, par exemple : la vitesse est la rapidité du changement de distance ; l'accélération est égale à la rapidité du changement de vitesse ; la force est le produit de la masse par l'accélération ; le travail ou l'énergie sont le produit de la force par la distance ; la puissance est le travail effectué pendant une unité de temps, etc. Certaines de ces unités n'ont que des noms génériques tels que le mètre par seconde pour la vitesse ; d'autres ont des noms spéciaux tels que le newton (N) pour la force, le joule (J) pour le travail ou l'énergie, le watt (W) pour la puissance. Les unités SI de force, d'énergie et de puissance sont les mêmes, que le processus soit mécanique, électrique, chimique ou nucléaire. Une force d'un newton appliquée sur une distance d'un mètre peut produire une chaleur d'un joule, identique à ce qu'un watt de puissance électrique peut produire en une seconde.

1.6 Aux avantages du Système international qui résultent de l'emploi d'une unité unique pour chaque grandeur physique, s'ajoutent les avantages qui résultent de l'emploi d'un ensemble de symboles et d'abréviations uniques et bien définis. Ces symboles et ces abréviations éliminent la confusion que peuvent causer les pratiques courantes dans des disciplines différentes, telles que l'emploi de « b » à la fois pour le bar (unité de pression) et le barn (unité de surface).

1.7 Un autre avantage du Système international est l'emploi d'une relation décimale entre les multiples et les sous-multiples des unités de base pour chaque grandeur physique. Des préfixes sont établis pour désigner les multiples et les sous-multiples des unités depuis « exa » (10^{18}) jusqu'à « atto » (10^{-18}) pour les commodités aussi bien de l'écriture que de l'expression orale.

1.8 Un autre avantage important du Système international est sa cohérence. Les unités pourraient être choisies de manière arbitraire mais un choix indépendant d'unités pour chaque catégorie de grandeurs mutuellement comparables entraînerait en général l'apparition de plusieurs facteurs numériques supplémentaires dans les équations entre valeurs numériques. Il est possible cependant, et dans la pratique plus commode, de choisir un système d'unités de telle manière que les équations entre valeurs numériques, y compris les facteurs numériques, aient exactement la même forme que les équations correspondantes entre les grandeurs. Un système d'unités défini de cette manière est appelé cohérent en ce qui concerne le système de grandeurs et d'équations en question. Les équations entre unités d'un système d'unités cohérent ne contiennent comme facteurs numériques que le nombre 1. Dans un système cohérent, le produit ou le quotient de deux grandeurs unitaires quelconques est égal à l'unité de la grandeur résultante. Par exemple, dans un système cohérent, la multiplication de l'unité de longueur par elle-même donne l'unité de surface, l'unité de longueur divisée par l'unité de temps donne l'unité de vitesse et le produit de l'unité de masse par l'unité d'accélération donne l'unité de force.

Note.— La Figure B-1 illustre la relation entre les unités du Système international.

2. Masse, force et poids

2.1 La principale différence entre le Système international et le système gravimétrique d'unités métriques techniques est l'emploi d'unités explicitement distinctes pour la masse et la force. Dans le Système international, le nom de kilogramme est réservé à l'unité de masse et le kilogramme-force (dans lequel le suffixe « force » a été souvent en pratique omis, bien qu'à tort) ne doit pas être utilisé. À sa place, on utilise l'unité SI de force, le newton. De même, on emploie le newton au lieu du kilogramme-force pour former les unités dérivées dans lesquelles intervient la force, par exemple la pression ou la contrainte ($\text{N}/\text{m}^2 = \text{Pa}$), l'énergie ($\text{N} \cdot \text{m} = \text{J}$) et la puissance ($\text{N} \cdot \text{m}/\text{s} = \text{W}$).

2.2 Il règne la plus grande confusion dans l'utilisation du terme poids en tant que grandeur que l'on emploie tantôt pour désigner une force, tantôt pour désigner une masse. Dans l'usage courant, le terme poids désigne presque toujours une masse ; ainsi, lorsqu'on parle du poids d'une personne, la grandeur en question est la masse. Dans les domaines de la science et de la technique, le terme poids d'un corps a habituellement été employé pour désigner la force qui, appliquée à ce corps, lui donnerait une accélération égale à l'accélération locale de la pesanteur en chute libre. L'adjectif « locale » dans l'expression « accélération locale en chute libre » désigne habituellement un emplacement à la surface de la terre ; dans ce contexte, on désigne « l'accélération locale en chute libre » (quelquefois appelée accélération de la pesanteur) par le symbole g , dont les valeurs observées présentent en différents points de la terre des différences pouvant dépasser 0,5 % et qui décroissent lorsqu'on s'éloigne de la terre. Ainsi, du fait que le poids est une force égale au produit de la masse par l'accélération de la pesanteur, le poids d'une personne dépend du lieu où elle se trouve alors que sa masse est indépendante de cet emplacement. Une personne ayant une masse de 70 kg pourrait avoir un poids (force) sur terre de 686 newtons (≈ 155 lbf) et un poids (force) de 112 newtons seulement (≈ 22 lbf) sur la lune. En raison de l'usage ambigu du terme poids en tant que grandeur, ce terme devrait être évité dans la pratique technique courante sauf dans le cas où sa signification est parfaitement claire. Lorsque ce terme est utilisé, il importe de savoir si l'on désigne par là une masse ou une force et d'utiliser convenablement les unités SI en employant le kilogramme pour la masse et le newton pour la force.

2.3 La pesanteur intervient lorsqu'on détermine la masse à l'aide d'une balance ou d'une bascule. Lorsqu'on utilise une masse normalisée pour contrebalancer la masse mesurée, les effets de la pesanteur sur les deux masses s'annulent mutuellement mais les effets indirects de la poussée de l'air ou d'un autre fluide ne s'annulent généralement pas. Lorsqu'on utilise une balance à ressort, la masse est mesurée indirectement car l'instrument réagit à la force de la pesanteur. Ces balances peuvent être étalonnées en unités de masse si les variations de l'accélération de la pesanteur et les corrections de poussée du fluide ambiant sont négligeables pour l'usage qui est fait de l'instrument.

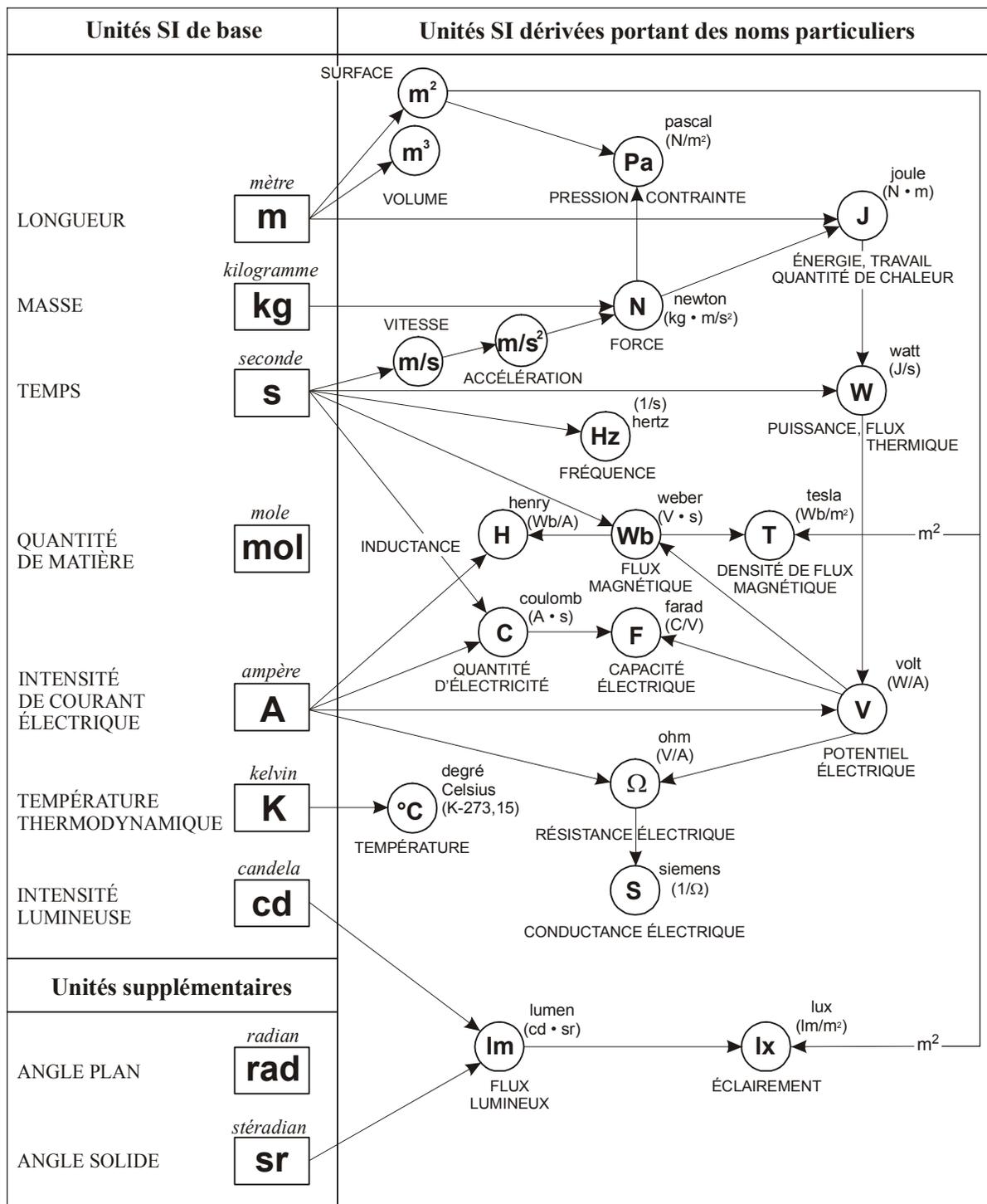


Figure B-1

3. Énergie et couple

3.1 Le produit vectoriel d'une force et d'un bras de levier est généralement mesuré en newtons mètres. Cette unité de moment fléchissant ou de couple provoque une confusion avec l'unité d'énergie qui est également le newton mètre. Si l'on exprime le couple en newtons mètres par radian, la relation par rapport à l'énergie devient claire car le produit du couple par une rotation angulaire est une énergie :

$$(N \cdot m/\text{rad}) \cdot \text{rad} = N \cdot m$$

3.2 Une présentation vectorielle ferait ressortir nettement la différence entre l'énergie et le couple car l'orientation de la force par rapport à la longueur est différente dans les deux cas. Il importe d'être conscient de cette différence lorsqu'on utilise le couple et l'énergie, et le joule ne devrait jamais être utilisé pour exprimer un couple.

4. Préfixes SI

4.1 Choix des préfixes

4.1.1 En général, les préfixes SI devraient être utilisés pour indiquer des ordres de grandeur afin d'éliminer les chiffres non significatifs et les successions de zéros dans les fractions décimales et de remplacer les puissances de dix utilisées parfois dans les calculs. Ainsi on peut écrire :

$$12\,300 \text{ mm} = 12,3 \text{ m}$$

$$12,3 \times 10^3 \text{ m} = 12,3 \text{ km}$$

$$0,00\,123 \mu\text{A} = 1,23 \text{ nA}$$

4.1.2 Lorsqu'on exprime une grandeur par une valeur numérique et une unité, les préfixes devraient de préférence être choisis de telle façon que la valeur numérique se situe entre 0,1 et 1 000. Pour réduire au minimum la diversité des préfixes, il est recommandé d'utiliser des préfixes représentant des puissances de 1 000. Cependant, dans les cas suivants, une dérogation à cette règle peut être souhaitable :

- a) lorsqu'on exprime des surfaces ou des volumes, les préfixes hecto, déca, déci et centi peuvent être nécessaires, par exemple hectomètre carré, centimètre cube ;
- b) dans les tableaux de valeurs d'une même grandeur ou dans une analyse de ces valeurs dans un contexte donné, il est généralement préférable d'utiliser toujours le même multiple de l'unité ; et
- c) pour certaines grandeurs, dans des utilisations spéciales, un multiple particulier est généralement utilisé. Par exemple, l'hectopascal est utilisé pour caler les altimètres et le millimètre est employé pour les dimensions linéaires dans les dessins industriels même lorsque les valeurs dépassent la gamme de 0,1 à 1 000.

4.2 Utilisation des préfixes dans les unités composées¹

Il est recommandé de n'utiliser qu'un seul préfixe pour former un multiple d'unité composée. En principe, le préfixe devrait être rapporté à une unité du numérateur, sauf dans le cas où le kilogramme est l'une des unités. Par exemple :

1. On appelle unité composée une unité dérivée exprimée en fonction de deux ou plusieurs unités c'est-à-dire une unité qui n'est pas exprimée par un seul nom spécial.

V/m, et *non* mV/mm ; MJ/kg et *non* kJ/g.

4.3 Préfixes composés

On ne doit pas utiliser de préfixes composés formés par la juxtaposition de deux ou plusieurs préfixes SI. Par exemple :

Écrire 1 nm et *non* 1 m μ m ; 1 pF et *non* 1 $\mu\mu$ F

S'il est nécessaire d'exprimer des valeurs qui sortent de la gamme couverte par les préfixes, ces valeurs devraient être exprimées en multipliant l'unité de base par des puissances de dix.

4.4 Élévation d'unités à une puissance

L'exposant dont est affecté un symbole contenant un préfixe indique que le multiple ou le sous-multiple de l'unité (unité et son préfixe) est élevé à la puissance exprimée par l'exposant. Par exemple :

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

$$1 \text{ ns}^{-1} = (10^{-9} \text{ s})^{-1} = 10^{-9} \text{ s}^{-1}$$

$$1 \text{ mm}^2/\text{s} = (10^{-3} \text{ m})^2/\text{s} = 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$$

5. Style et usage

5.1. Règles de présentation des symboles d'unités

5.1.1 Les symboles d'unités devraient être présentés en caractères romains (droits) quel que soit le caractère utilisé pour le texte environnant.

5.1.2 Les symboles d'unités ne prennent pas la marque du pluriel.

5.1.3 Les symboles d'unités ne sont jamais suivis d'un point sauf lorsqu'ils sont utilisés à la fin d'une phrase.

5.1.4 Les lettres représentant les symboles d'unités s'écrivent en minuscules (cd) sauf si le nom de l'unité est tiré d'un nom propre, auquel cas la première lettre du symbole est une majuscule (W, Pa). Les symboles du préfixe et de l'unité gardent la forme prescrite quel que soit le caractère du texte environnant.

5.1.5 Dans l'expression complète d'une quantité, un espace devrait être réservé entre la valeur numérique et le symbole de l'unité. Par exemple, on écrira 35 mm et *non* 35mm et 2,37 lm et *non* 2,37lm. Lorsque la quantité est utilisée comme complément de nom, un trait d'union est souvent utilisé, par exemple film de 35-mm.

Exception.— Il ne doit y avoir aucun espace entre la valeur numérique et le symbole dans le cas du degré, de la minute et de la seconde d'angle plan et dans le cas du degré Celsius.

5.1.6 Il ne doit y avoir aucun espace entre les symboles du préfixe et de l'unité.

5.1.7 Les unités devraient être désignées par des symboles et non par des abréviations. Par exemple, l'ampère devra être désigné par la lettre « A » et non par « amp ».

5.2 Règles d'épellation des noms

5.2.1 Les noms d'unités s'écrivent en français comme des noms communs. Ainsi la première lettre du nom d'une unité n'est pas une majuscule sauf au début d'une phrase ou lorsque tout le texte est en majuscules, comme dans le cas d'un titre même si le nom de l'unité est dérivé d'un nom propre et peut donc être représenté par un symbole constitué par une majuscule (voir § 5.1.4). Par exemple, on écrit un « newton » et non un « Newton » bien que le symbole de cette unité soit N.

5.2.2 Lorsqu'il y a lieu, les pluriels des noms d'unités sont formés suivant les règles ordinaires de la grammaire, par exemple un henry, des henrys. Les noms d'unités suivants sont invariables :

<i>Singulier</i>	<i>Pluriel</i>
lux	lux
hertz	hertz
siemens	siemens

5.2.3 Il ne doit y avoir aucun espace ni trait d'union entre le préfixe et le nom de l'unité.

5.3 Unités formées par multiplication et division

5.3.1 Lorsque le nom de l'unité représente :

un produit, utiliser (de préférence) un espace ou un trait d'union :

newton mètre *ou* newton-mètre ;

dans le cas du watt heure, l'espace peut être omis :

wattheure ;

un quotient, utiliser le mot par et non une barre oblique :

mètre par seconde et *non* mètre/seconde ;

une puissance, ajouter le mot carré ou cube après le nom de l'unité :

mètre par seconde carrée ;

dans le cas d'une surface ou d'un volume, on peut placer le mot carré ou cube après le nom de l'unité :

millimètre carré, mètre cube ;

cette exception s'applique aussi aux unités dérivées utilisant une surface ou un volume :

watt par mètre carré.

Note.— Pour éviter les ambiguïtés dans des expressions complexes, il est préférable d'employer des symboles plutôt que des mots.

5.3.2 Lorsque le symbole de l'unité représente :

un produit, ce symbole peut s'écrire de l'une des manières suivantes :

Nm ou $N \cdot m$ pour le newton mètre.

Note.— Lorsqu'on utilise pour un préfixe un symbole qui est le symbole d'une unité, il y a lieu de veiller spécialement à éviter toute confusion. Le newton mètre, unité de couple, devrait s'écrire par exemple Nm ou $N \cdot m$ afin d'éviter la confusion que créerait la forme mN, qui est le symbole du millinewton.

Il est fait exception à cette règle pour les pages imprimées d'ordinateur, les travaux sur machine à écrire automatique, etc., car il n'est pas possible dans ce cas d'utiliser le point à mi-hauteur et le point sur la ligne peut être utilisé.

Dans le cas d'un quotient, utiliser l'une des formes suivantes :

m/s ou $m \cdot s^{-1}$ ou $\frac{m}{s}$.

En aucun cas plus d'une barre oblique ne peut être utilisée dans la même expression à moins d'ajouter des parenthèses pour éviter toute ambiguïté. On devrait écrire par exemple :

J/(mol · K) ou $J \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ ou (J/mol)/K

mais *non* J/mol/K.

5.3.3 Des symboles et des noms d'unités ne devraient jamais être mélangés dans une même expression. On doit écrire :

joules par kilogramme ou $J/\text{kg} \cdot \text{kg}^{-1}$

mais *non* joules/kilogramme *ni* joules/kg *ni* joules · kg^{-1} .

5.4 Nombres

5.4.1 Il est préférable d'employer comme signe pour séparer les décimales des entiers le point sur la ligne mais la virgule est également acceptable. Lorsqu'on écrit des nombres inférieurs à un, un zéro doit être placé avant le signe décimal.

5.4.2 Le point ne doit pas être utilisé pour séparer des groupes de chiffres. Ceux-ci doivent être séparés par groupes de trois à partir du signe décimal vers la gauche et la droite en séparant ces groupes par un petit espace. Par exemple :

73 655 7 281 2,567 321 0,133 47

L'espace entre les groupes devrait être égal approximativement à la largeur de la lettre « i » et la largeur de cet espace devrait être constante même si, comme c'est souvent le cas dans l'imprimerie, on utilise un espacement variable entre les mots.

5.4.3 Le signe utilisé pour la multiplication des nombres est une croix ou un point à mi-hauteur. Cependant, si on utilise le point à mi-hauteur comme signe de multiplication on ne doit pas utiliser, dans la même expression, le point sur la ligne comme signe décimal.

5.4.4 L'adjonction de lettres à un symbole d'unité pour donner des renseignements sur la nature de la grandeur considérée est incorrecte. Ainsi MWe pour désigner la puissance électrique en mégawatts, Vac pour désigner la tension du courant alternatif et kJt pour indiquer l'énergie thermique en kilojoules ne sont pas admissibles. C'est pourquoi on ne doit pas essayer d'établir des équivalents SI d'abréviations telles que « psia » et « psig » si souvent utilisées en anglais pour distinguer la pression absolue de la pression manométrique. Si le contexte laisse planer quelques doutes quant à la signification de la valeur, le genre de pression doit être indiqué en conséquence. Par exemple :

« ... à une pression manométrique de 13 kPa »

ou

« ... à une pression absolue de 13 kPa ».

SUPPLÉMENT C. FACTEURS DE CONVERSION

1. Généralités

1.1 La liste des facteurs de conversion figurant dans ce Supplément est destinée à donner la valeur exacte de diverses unités de mesure en fonction des unités du Système international.

1.2 Les facteurs de conversion sont présentés de manière à s'adapter facilement aux calculs d'ordinateur et à la transmission électronique des données. Ces facteurs sont exprimés sous forme d'un nombre supérieur à 1 et inférieur à 10 avec six décimales ou moins. Ce nombre est suivi de la lettre E (indiquant un exposant), du signe plus ou moins et de deux chiffres qui indiquent la puissance de 10 par laquelle le nombre doit être multiplié pour donner la valeur correcte. Par exemple :

3,523 907 E – 02 signifie $3,523\ 907 \times 10^{-2}$ ou 0,035 239 07

De même,

3,386 389 E + 03 signifie $3,386\ 389 \times 10^3$ ou 3 386,389

1.3 Un astérisque (*) à la suite de la sixième décimale indique que le facteur de conversion est exact et que tous les chiffres qui suivent sont donc des zéros. Lorsqu'il y a moins de six décimales, cela signifie qu'une précision supérieure n'est pas justifiée.

1.4 Autre exemple de l'utilisation de ces facteurs de conversion :

<i>Pour convertir</i>	<i>en</i>	<i>multiplier par</i>
livre-force par pied carré	Pa	4,788 026 E + 01
pouce	m	2,540 000*E – 02

ce qui signifie que :

1 livre-force par pied carré (lbf/ft²) = 47,880 26 Pa

1 pouce = 0,025 4 m (exactement)

2. Facteurs ne figurant pas sur la liste

2.1 Les facteurs de conversion d'unités composées qui ne figurent pas sur la liste ci-après peuvent être facilement obtenus à partir des valeurs données dans la liste par substitution des unités converties, comme il est indiqué ci-dessous.

Exemple : Pour trouver le facteur de conversion de la livre-pied par seconde en kilogramme-mètre par seconde :

remplacer d'abord

1 livre par 0,453 592 4 kg

1 pied par 0,304 8 m

puis remplacer la livre et le pied par ces valeurs :

$$(0,453\ 592\ 4\ \text{kg}) \times (0,304\ 8\ \text{m})/\text{s} \\ = 0,138\ 255\ \text{kg} \cdot \text{m}/\text{s}$$

Le facteur de conversion est donc $1,382\ 55\ \text{E} - 01$.

Tableau C-1. Facteurs de conversion en unités SI
(les symboles des unités SI sont indiqués entre parenthèses)

Pour convertir	en	Multiplier par
abampère	ampère (A)	1,000 000 *E + 01
abcoulomb	coulomb (C)	1,000 000 *E + 01
abfarad	farad (F)	1,000 000 *E + 09
abhenry	henry (H)	1,000 000 *E - 09
abmho	siemens (S)	1,000 000 *E + 09
abohm	ohm (Ω)	1,000 000 *E - 09
abvolt	volt (V)	1,000 000 *E - 08
accélération de la pesanteur (norme)	mètre par seconde carrée (m/s^2)	9,806 650 *E + 00
acre (mesure agraire É.-U.)	mètre carré (m^2)	4,046 873 E + 03
ampère heure	coulomb (C)	3,600 000 *E + 03
année (civile)	seconde (s)	3,153 600 E + 07
année (sidérale)	seconde (s)	3,155 815 E + 07
année (tropicale)	seconde (s)	3,155 693 E + 07
année lumière	mètre (m)	9,460 55 E + 15
are	mètre carré (m^2)	1,000 000 *E + 02
atmosphère (type)	pascal (Pa)	1,013 250 *E + 05
atmosphère (technique = 1 kgf/cm ²)	pascal (Pa)	9,806 650 *E + 04
bar	pascal (Pa)	1,000 000 *E + 05
baril (pétrole = 42 gal. liq. É.-U.)	mètre cube (m^3)	1,589 873 E - 01
British thermal unit (Table internationale)	joule (J)	1,055 056 E + 03
British thermal unit (moyenne)	joule (J)	1,055 87 E + 03
British thermal unit (thermochimique)	joule (J)	1,054 350 E + 03
British thermal unit (39 °F)	joule (J)	1,059 67 E + 03
British thermal unit (59 °F)	joule (J)	1,054 80 E + 03
British thermal unit (60 °F)	joule (J)	1,054 68 E + 03
Btu (Table internationale) · ft/h · ft ² · °F (k, conductibilité thermique)	watt par mètre kelvin ($\text{W}/\text{m} \cdot \text{K}$)	1,730 735 E + 00
Btu (thermochimique) · ft/h · ft ² · °F (k, conductibilité thermique)	watt par mètre kelvin ($\text{W}/\text{m} \cdot \text{K}$)	1,729 577 E + 00
Btu (Table internationale) · in/h · ft ² · °F (k, conductibilité thermique)	watt par mètre kelvin ($\text{W}/\text{m} \cdot \text{K}$)	1,442 279 E - 01
Btu (thermochimique) · in/h · ft ² · °F (k, conductibilité thermique)	watt par mètre kelvin ($\text{W}/\text{m} \cdot \text{K}$)	1,441 314 E - 01
Btu (Table internationale) · in/s · ft ² · °F (k, conductibilité thermique)	watt par mètre kelvin ($\text{W}/\text{m} \cdot \text{K}$)	5,192 204 E + 02

Note.— Un astérisque (*) à la suite de la sixième décimale indique que le facteur de conversion est exact et que tous les chiffres qui suivent sont donc des zéros. Lorsqu'il y a moins de six décimales, cela signifie qu'une précision supérieure n'est pas justifiée.

<i>Pour convertir</i>	<i>en</i>	<i>Multiplier par</i>
Btu (thermochimique) · in/s · ft ² · °F (k, conductibilité thermique)	watt par mètre kelvin (W/m · K)	5,188 732 E + 02
Btu (Table internationale)/h	watt (W)	2,930 711 E - 01
Btu (thermochimique)/h	watt (W)	2,928 751 E - 01
Btu (thermochimique)/min	watt (W)	1,757 250 E + 01
Btu (thermochimique)/s	watt (W)	1,054 350 E + 03
Btu (Table internationale)/ft ²	joule par mètre carré (J/m ²)	1,135 653 E + 04
Btu (thermochimique)/ft ²	joule par mètre carré (J/m ²)	1,134 893 E + 04
Btu (thermochimique)/ft ² · h	watt par mètre carré (W/m ²)	3,152 481 E + 00
Btu (thermochimique)/ft ² · min	watt par mètre carré (W/m ²)	1,891 489 E + 02
Btu (thermochimique)/ft ² · s	watt par mètre carré (W/m ²)	1,134 893 E + 04
Btu (thermochimique)/in ² · s	watt par mètre carré (W/m ²)	1,634 246 E + 06
Btu (Table internationale)/h · ft ² · °F (C, conductance thermique)	watt par mètre carré kelvin (W/m ² · K)	5,678 263 E + 00
Btu (thermochimique)/h · ft ² · °F (C, conductance thermique)	watt par mètre carré kelvin (W/m ² · K)	5,674 466 E + 00
Btu (Table internationale)/s · ft ² · °F	watt par mètre carré kelvin (W/m ² · K)	2,044 175 E + 04
Btu (thermochimique)/s · ft ² · °F	watt par mètre carré kelvin (W/m ² · K)	2,042 808 E + 04
Btu (Table internationale)/lb	joule par kilogramme (J/kg)	2,326 000 *E + 03
Btu (thermochimique)/lb	joule par kilogramme (J/kg)	2,324 444 E + 03
Btu (Table internationale)/lb · °F (c, capacité calorifique)	joule par kilogramme kelvin (J/kg · K)	4,186 800 *E + 03
Btu (thermochimique)/lb · °F (c, capacité calorifique)	joule par kilogramme kelvin (J/kg · K)	4,184 000 E + 03
calibre (pouce)	mètre (m)	2,540 000 *E - 02
calorie (Table internationale)	joule (J)	4,186 800 *E + 00
calorie (moyenne)	joule (J)	4,190 02 E + 00
calorie (thermochimique)	joule (J)	4,184 000 *E + 00
calorie (15 °C)	joule (J)	4,185 80 E + 00
calorie (20 °C)	joule (J)	4,181 90 E + 00
calorie (kilogramme, Table internationale)	joule (J)	4,186 800 *E + 03
calorie (kilogramme, moyenne)	joule (J)	4,190 02 E + 03
calorie (kilogramme, thermochimique)	joule (J)	4,184 000 *E + 03
cal (thermochimique)/cm ²	joule par mètre carré (J/m ²)	4,184 000 *E + 04
cal (Table internationale)/g	joule par kilogramme (J/kg)	4,186 800 *E + 03
cal (thermochimique)/g	joule par kilogramme (J/kg)	4,184 000 *E + 03
cal (Table internationale)/g · °C	joule par kilogramme kelvin (J/kg · K)	4,186 800 *E + 03
cal (thermochimique)/g · °C	joule par kilogramme kelvin (J/kg · K)	4,184 000 *E + 03
cal (thermochimique)/min	watt (W)	6,973 333 E - 02
cal (thermochimique)/s	watt (W)	4,184 000 *E + 00
cal (thermochimique)/cm ² · min	watt par mètre carré (W/m ²)	6,973 333 E + 02
cal (thermochimique)/cm ² · s	watt par mètre carré (W/m ²)	4,184 000 *E + 04
cal (thermochimique)/cm · s · °C	watt par mètre kelvin (W/m · K)	4,184 000 *E + 02
centimètre d'eau (4 °C)	pascal (Pa)	9,806 38 E + 01
centimètre de mercure (0 °C)	pascal (Pa)	1,333 22 E + 03
centipoise	pascal seconde (Pa · s)	1,000 000 *E - 03
centistokes	mètre carré par seconde (m ² /s)	1,000 000 *E - 06
circular mil	mètre carré (m ²)	5 067 075 E - 10
clo	kelvin mètre carré par watt (K · m ² /W)	2,003 712 E - 01

<i>Pour convertir</i>	<i>en</i>	<i>Multiplier par</i>
cup	mètre cube (m ³)	2,365 882 E - 04
curie	becquerel (Bq)	3,700 000 *E + 10
degré (angle)	radian (rad)	1,745 329 E - 02
°F · h · ft ² /Btu (Table internationale) (R, résistance thermique)	kelvin mètre carré par watt (K · m ² /W)	1,761 102 E - 01
°F · h · ft ² /Btu (thermochimique) (R, résistance thermique)	kelvin mètre carré par watt (K · m ² /W)	1,762 280 E - 01
dyne	newton (N)	1,000 000 *E - 05
dyne · cm	newton mètre (N · m)	1,000 000 *E - 07
dyne/cm ²	pascal (Pa)	1,000 000 *E - 01
electronvolt	joule (J)	1,602 19 E - 19
erg	joule (J)	1,000 000 *E - 07
erg/cm ² · s	watt par mètre carré (W/m ²)	1,000 000 *E - 03
erg/s	watt (W)	1,000 000 *E - 07
faraday (fondé sur le carbone-12)	coulomb (C)	9,648 70 E + 04
faraday (chimique)	coulomb (C)	9,649 57 E + 04
faraday (physique)	coulomb (C)	9,652 19 E + 04
fathom	mètre (m)	1,828 8 E + 00
fermi (femtomètre)	mètre (m)	1,000 000 *E - 15
gal	mètre par seconde carrée (m/s ²)	1,000 000 *E - 02
gallon (liquide canadien)	mètre cube (m ³)	4,546 090 E - 03
gallon (liquide R.-U.)	mètre cube (m ³)	4,546 092 E - 03
gallon (sec É.-U.)	mètre cube (m ³)	4,404 884 E - 03
gallon (liquide É.-U.)	mètre cube (m ³)	3,785 412 E - 03
gallon (liquide É.-U.)/jour	mètre cube par seconde (m ³ /s)	4,381 264 E - 08
gallon (liquide É.-U.)/min	mètre cube par seconde (m ³ /s)	6,309 020 E - 05
gallon (liquide É.-U.)/hp · h (consommation spécifique de carburant)	mètre cube par joule (m ³ /J)	1,410 089 E - 09
gamma	tesla (T)	1,000 000 *E - 09
gauss	tesla (T)	1,000 000 *E - 04
gilbert	ampère (A)	7,957 747 E - 01
grade	degré (angulaire)	9,000 000 *E - 01
grade	radian (rad)	1,570 796 E - 02
gramme	kilogramme (kg)	1,000 000 *E - 03
gramme/cm ³	kilogramme par mètre cube (kg/m ³)	1,000 000 *E + 03
gramme-force/cm ²	pascal (Pa)	9,806 650 *E + 01
hectare	mètre carré (m ²)	1,000 000 *E + 04
heure (solaire moyenne)	seconde (s)	3,600 000 E + 03
heure (sidérale)	seconde (s)	3,590 170 E + 03
horsepower (550 ft · lbf/s)	watt (W)	7,456 999 E + 02
horsepower (électrique)	watt (W)	7,460 000 *E + 02
horsepower (hydraulique)	watt (W)	7,460 43 E + 02
horsepower (métrique)	watt (W)	7,354 99 E + 02
horsepower (R.-U.)	watt (W)	7,457 0 E + 02

<i>Pour convertir</i>	<i>en</i>	<i>Multiplier par</i>
hundredweight (long)	kilogramme (kg)	5,080 235 E + 01
hundredweight (short)	kilogramme (kg)	4,535 924 E + 01
jour (sidéral)	seconde (s)	8,616 409 E + 04
jour (solaire moyen)	seconde (s)	8,640 000 E + 04
kilocalorie (Table internationale)	joule (J)	4,186 800 *E + 03
kilocalorie (moyenne)	joule (J)	4,190 02 E + 03
kilocalorie (thermochimique)	joule (J)	4,184 000 *E + 03
kilocalorie (thermochimique)/min	watt (W)	6,973 333 E + 01
kilocalorie (thermochimique)/s	watt (W)	4,184 000 *E + 03
kilogramme-force (kgf)	newton (N)	9,806 650 *E + 00
kgf · m	newton mètre (N · m)	9,806 650 *E + 00
kgf · s ² /m (masse)	kilogramme (kg)	9,806 650 *E + 00
kgf/cm ²	pascal (Pa)	9,806 650 *E + 04
kgf/m ²	pascal (Pa)	9,806 650 *E + 00
kgf/mm ²	pascal (Pa)	9,806 650 *E + 06
km/h	mètre par seconde (m/s)	2,777 778 E - 01
kilopond	newton (N)	9,806 650 *E + 00
kW · h	joule (J)	3,600 000 *E + 06
kip (1 000 lbf)	newton (N)	4,448 222 E + 03
kip/in ² (ksi)	pascal (Pa)	6,894 757 E + 06
lambert	candela par mètre carré (cd/m ²)	1/π *E + 04
lambert	candela par mètre carré (cd/m ²)	3,183 099 E + 03
langley	joule par mètre carré (J/m ²)	4,184 000 *E + 04
litre	mètre cube (m ³)	1,000 000 *E - 03
livre (lb avoirdupois)	kilogramme (kg)	4,535 924 E - 01
livre (troy ou apothecary)	kilogramme (kg)	3,732 417 E - 01
lb · ft ² (moment d'inertie)	kilogramme mètre carré (kg · m ²)	4,214 011 E - 02
lb · in ² (moment d'inertie)	kilogramme mètre carré (kg · m ²)	2,926 397 E - 04
lb/ft · h	pascal seconde (Pa · s)	4,133 789 E - 04
lb/ft · s	pascal seconde (Pa · s)	1,488 164 E + 00
lb/ft ²	kilogramme par mètre carré (kg/m ²)	4,882 428 E + 00
lb/ft ³	kilogramme par mètre cube (kg/m ³)	1,601 846 E + 01
lb/gal (liquide É.-U.)	kilogramme par mètre cube (kg/m ³)	1,198 264 E + 02
lb/gal (liquide R.-U.)	kilogramme par mètre cube (kg/m ³)	9,977 633 E + 01
lb/h	kilogramme par seconde (kg/s)	1,259 979 E - 04
lb/hp · h (consommation spécifique de carburant)	kilogramme par joule (kg/J)	1,689 659 E - 07
lb/in ³	kilogramme par mètre cube (kg/m ³)	2,767 990 E + 04
lb/min	kilogramme par seconde (kg/s)	7,559 873 E - 03
lb/s	kilogramme par seconde (kg/s)	4,535 924 E - 01
lb/yd ³	kilogramme par mètre cube (kg/m ³)	5,932 764 E - 01
livre-force (lbf)	newton (N)	4,448 222 E + 00
lbf · ft	newton mètre (N · m)	1,355 818 E + 00
lbf · ft/in	newton mètre par mètre (N · m/m)	5,337 866 E + 01
lbf · in	newton mètre (N · m)	1,129 848 E - 01
lbf · in/in	newton mètre par mètre (N · m/m)	4,448 222 E + 00
lbf · s/ft ²	pascal seconde (Pa · s)	4,788 026 E + 01

<i>Pour convertir</i>	<i>en</i>	<i>Multiplier par</i>
lbf/ft	newton par mètre (N/m)	1,459 390 E + 01
lbf/ft ²	pascal (Pa)	4,788 026 E + 01
lbf/in	newton par mètre (N/m)	1,751 268 E + 02
lbf/in ² (psi)	pascal (Pa)	6,894 757 E + 03
lbf/lb [rapport poussée/poids (masse)]	newton par kilogramme (N/kg)	9,806 650 E + 00
maxwell	weber (Wb)	1,000 000 *E - 08
mho	siemens (S)	1,000 000 *E + 00
microinch	mètre (m)	2,540 000 *E - 08
micron	mètre (m)	1,000 000 *E - 06
mil	mètre (m)	2,540 000 *E - 05
mille (international)	mètre (m)	1,609 344 *E + 03
mille (statute)	mètre (m)	1,609 3 E + 03
mille (mesure agraire É.-U.)	mètre (m)	1,609 347 E + 03
mille (marin international)	mètre (m)	1,852 000 *E + 03
mille (marin É.-U.)	mètre (m)	1,852 000 *E + 03
mille (marin R.-U.)	mètre (m)	1,853 184 *E + 03
mi ² (international)	mètre carré (m ²)	2,589 988 E + 06
mi ² (mesure agraire É.-U.)	mètre carré (m ²)	2,589 998 E + 06
mi/h (international)	mètre par seconde (m/s)	4,470 400 *E - 01
mi/h (international)	kilomètre par heure (km/h)	1,609 344 *E + 00
mi/min (international)	mètre par seconde (m/s)	2,682 240 *E + 01
mi/s (international)	mètre par seconde (m/s)	1,609 344 *E + 03
millibar	pascal (Pa)	1,000 000 *E + 02
millimètre de mercure (0 °C)	pascal (Pa)	1,333 22 E + 02
minute (angle)	radian (rad)	2,908 882 E - 04
minute (sidérale)	seconde (s)	5,983 617 E + 01
minute (solaire moyen)	seconde (s)	6,000 000 E + 01
mois (civil moyen)	seconde (s)	2,628 000 E + 06
nœud (international)	mètre par seconde (m/s)	5,144 444 E - 01
ørsted	ampère par mètre (A/m)	7,957 747 E + 01
ohm centimètre	ohm mètre (Ω · m)	1,000 000 *E - 02
ohm circular-mil per ft	ohm millimètre carré par mètre (Ω · mm ² /m)	1,662 426 E - 03
once (avoirdupois)	kilogramme (kg)	2,834 952 E - 02
once (troy ou apothecary)	kilogramme (kg)	3,110 348 E - 02
once (liquide É.-U.)	mètre cube (m ³)	2,957 353 E - 05
once (liquide R.-U.)	mètre cube (m ³)	2,841 307 E - 05
oz (avoirdupois)/gal (liquide É.-U.)	kilogramme par mètre cube (kg/m ³)	7,489 152 E + 00
oz (avoirdupois)/gal (liquide R.-U.)	kilogramme par mètre cube (kg/m ³)	6,236 021 E + 00
oz (avoirdupois)/in ³	kilogramme par mètre cube (kg/m ³)	1,729 994 E + 03
oz (avoirdupois)/ft ²	kilogramme par mètre carré (kg/m ²)	3,051 517 E - 01
oz (avoirdupois)/yd ²	kilogramme par mètre carré (kg/m ²)	3,390 575 E - 02
once-force	newton (N)	2,780 139 E - 01
ozf · in	newton mètre (N · m)	7,061 552 E - 03
parsec	mètre (m)	3,085 678 E + 16
pennyweight	kilogramme (kg)	1,555 174 E - 03

<i>Pour convertir</i>	<i>en</i>	<i>Multiplier par</i>
perm (0 °C)	kilogramme par pascal seconde mètre carré (kg/Pa · s · m ²)	5,721 35 E - 11
perm (23 °C)	kilogramme par pascal seconde mètre carré (kg/Pa · s · m ²)	5,745 25 E - 11
perm · in (0 °C)	kilogramme par pascal seconde mètre (kg/Pa · s · m)	1,453 22 E - 12
perm · in (23 °C)	kilogramme par pascal seconde mètre (kg/Pa · s · m)	1,459 29 E - 12
phot	lumen par mètre carré (lm/m ²)	1,000 000 *E + 04
pied	mètre (m)	3,048 006 E - 01
pied (mesure agraire É.-U.)	mètre (m)	3,048 006 E - 01
pied d'eau (39,2 °F)	pascal (Pa)	2,988 98 E + 03
ft ²	mètre carré (m ²)	9,290 304 *E - 02
ft ² /h (diffusibilité thermique)	mètre carré par seconde (m ² /s)	2,580 640 *E - 05
ft ² /s	mètre carré par seconde (m ² /s)	9,290 304 *E - 02
ft ³ (volume ; module d'inertie d'une section)	mètre cube (m ³)	2,831 685 E - 02
ft ³ /min	mètre cube par seconde (m ³ /s)	4,719 474 E - 04
ft ³ /s	mètre cube par seconde (m ³ /s)	2,831 685 E - 02
ft ⁴ (moment d'inertie d'une section)	mètre puissance quatre (m ⁴)	8,630 975 E - 03
ft/h	mètre par seconde (m/s)	8,466 667 E - 05
ft/min	mètre par seconde (m/s)	5,080 000 *E - 03
ft/s	mètre par seconde (m/s)	3,048 000 *E - 01
ft/s ²	mètre par seconde carrée (m/s ²)	3,048 000 *E - 01
footcandle	lux (lx)	1,076 391 E + 01
footlambert	candela par mètre carré (cd/m ²)	3,426 259 E + 00
ft · lbf	joule (J)	1,355 818 E + 00
ft · lbf/h	watt (W)	3,766 161 E - 04
ft · lbf/min	watt (W)	2,259 697 E - 02
ft · lbf/s	watt (W)	1,355 818 E + 00
ft · poundal	joule (J)	4,214 011 E - 02
pint (liquide É.-U.)	mètre cube (m ³)	4,731 765 E - 04
pint (sèche É.-U.)	mètre cube (m ³)	5,506 105 E - 04
poise (viscosité absolue)	pascal seconde (Pa · s)	1,000 000 *E - 01
pouce	mètre (m)	2,540 000 *E - 02
pouce d'eau (39,2 °F)	pascal (Pa)	2,490 82 E + 02
pouce d'eau (60 °F)	pascal (Pa)	2,488 4 E + 02
pouce de mercure (32 °F)	pascal (Pa)	3,386 38 E + 03
pouce de mercure (60 °F)	pascal (Pa)	3,376 85 E + 03
in ²	mètre carré (m ²)	6,451 600 *E - 04
in ³ (volume ; module d'inertie d'une section)	mètre cube (m ³)	1,638 706 E - 05
in ³ /min	mètre cube par seconde (m ³ /s)	2,731 177 E - 07
in ⁴ (moment d'inertie d'une section)	mètre puissance quatre (m ⁴)	4,162 314 E - 07
in/s	centimètre par seconde (m/s)	2,540 000 *E - 02
in/s ²	centimètre par seconde carrée (m/s ²)	2,540 000 *E - 02
poundal	newton (N)	1,382 550 E - 01
poundal/ft ²	pascal (Pa)	1,488 164 E + 00
poundal · s/ft ²	pascal seconde (Pa · s)	1,488 164 E + 00
quart (liquide É.-U.)	mètre cube (m ³)	9,463 529 E - 04
quart (sec É.-U.)	mètre cube (m ³)	1,101 221 E - 03

<i>Pour convertir</i>	<i>en</i>	<i>Multiplier par</i>
rad (dose de rayonnement absorbée)	gray (Gy)	1,000 000 *E - 02
rem	sievert (Sv)	1,000 000 *E - 02
rhe	1 par pascal seconde (1/Pa · s)	1,000 000 *E + 01
röntgen	coulomb par kilogramme (C/kg)	2,58 E - 04
seconde (angle)	radian (rad)	4,848 137 E - 06
seconde (sidérale)	seconde (s)	9,972 696 E - 01
slug	kilogramme (kg)	1,459 390 E + 01
slug/ft · s	pascal seconde (Pa · s)	4,788 026 E + 01
slug/ft ³	kilogramme par mètre cube (kg/m ³)	5,153 788 E + 02
statampère	ampère (A)	3,335 640 E - 10
statcoulomb	coulomb (C)	3,335 640 E - 10
statfarad	farad (F)	1,112 650 E - 12
stathenry	henry (H)	8,987 554 E + 11
statmho	siemens (S)	1,112 650 E - 12
statohm	ohm (Ω)	8,987 554 E + 11
statvolt	volt (V)	2,997 925 E + 02
stère	mètre cube (m ³)	1,000 000 *E + 00
stilb	candela par mètre carré (cd/m ²)	1,000 000 *E + 04
stokes (viscosité cinématique)	mètre carré par seconde (m ² /s)	1,000 000 *E - 04
therm	joule (J)	1,055 056 E + 08
tonne (assay)	kilogramme (kg)	2,916 667 E - 02
tonne (long, 2 240 lb)	kilogramme (kg)	1,016 047 E + 03
tonne (métrique)	kilogramme (kg)	1,000 000 *E + 03
tonne (équivalent nucléaire de TNT)	joule (J)	4,184 E + 09
tonne (réfrigération)	watt (W)	3,516 800 E + 03
tonne (short, 2 000 lb)	kilogramme (kg)	9,071 847 E + 02
tonne (long)/yd ³	kilogramme par mètre cube (kg/m ³)	1,328 939 E + 03
tonne (short)/h	kilogramme par seconde (kg/s)	2,519 958 E - 01
tonne-force (2 000 lbf)	newton (N)	8,896 444 E + 03
tonneau (de jauge)	mètre cube (m ³)	2,831 685 E + 00
torr (mm Hg, 0 °C)	pascal (Pa)	1,333 22 E + 02
U.é.m. de capacité	farad (F)	1,000 000 *E + 09
U.é.m. d'intensité	ampère (A)	1,000 000 *E + 01
U.é.m. de potentiel	volt (V)	1,000 000 *E - 08
U.é.m. d'inductance	henry (H)	1,000 000 *E - 09
U.é.m. de résistance	ohm (Ω)	1,000 000 *E - 09
U.é.s. de capacité	farad (F)	1,112 650 E - 12
U.é.s. d'intensité	ampère (A)	3,335 6 E - 10
U.é.s. de potentiel	volt (V)	2,997 9 E + 02
U.é.s. d'inductance	henry (H)	8,987 554 E + 11
U.é.s. de résistance	ohm (Ω)	8,987 554 E + 11
unit pole	weber (Wb)	1,256 637 E - 07
W · h	joule (J)	3,600 000 *E + 03
W · s	joule (J)	1,000 000 *E + 00
W/cm ²	watt par mètre carré (W/m ²)	1,000 000 *E + 04
W/in ²	watt par mètre carré (W/m ²)	1,550 003 E + 03

<i>Pour convertir</i>	<i>en</i>	<i>Multiplier par</i>
yard	mètre (m)	9,144 000 *E – 01
yd ²	mètre carré (m ²)	8,361 274 E – 01
yd ³	mètre cube (m ³)	7,645 549 E – 01
yd ³ /min	mètre cube par seconde (m ³ /s)	1,274 258 E – 02

Tableau C-2. Formules de conversion de température

<i>Pour convertir</i>	<i>en</i>	<i>Utiliser la formule</i>
Température Celsius (t ^{°C})	Température Kelvin (t _K)	$t_K = t_C + 273,15$
Température Fahrenheit (t ^{°F})	Température Celsius (t ^{°C})	$t_C = (t_F - 32)/1,8$
Température Fahrenheit (t ^{°F})	Température Kelvin (t _K)	$t_K = (t_F + 459,67)/1,8$
Température Kelvin (t _K)	Température Celsius (t ^{°C})	$t_C = t_K - 273,15$
Température Rankine (t ^{°R})	Température Kelvin (t _K)	$t_K = t_R/1,8$

SUPPLÉMENT D. TEMPS UNIVERSEL COORDONNÉ

1. Le Temps universel coordonné (UTC) a maintenant remplacé le Temps moyen de Greenwich (GMT) en tant que norme internationale reconnue pour l'indication de l'heure. L'échelle de temps UTC sert de base à l'heure civile dans de nombreux États et elle est également utilisée à l'échelle mondiale pour la radiodiffusion des signaux horaires en aviation. L'emploi du temps UTC est recommandé par des organismes comme la Conférence générale des poids et mesures (CGPM), le Comité consultatif international des radiocommunications (CCIR) et la Conférence administrative mondiale des radiocommunications (CAMR).

2. L'élément qui sert de base à toute indication de l'heure est la durée de la rotation apparente du soleil. Il s'agit toutefois d'une quantité variable qui dépend, entre autres, de l'emplacement où elle est mesurée sur la terre. C'est une valeur moyenne de cette durée, fondée sur des mesures effectuées en un certain nombre d'emplacement sur la terre, qui constitue ce qu'on appelle aujourd'hui le Temps universel. Le Temps atomique international (TAI) est une échelle de temps différente, fondée sur la définition de la seconde. Le Temps universel coordonné (UTC) est issu de la combinaison de ces deux échelles. Cette combinaison s'effectue à partir du Temps atomique international (TAI) ajusté, selon les besoins, au moyen de sauts de une seconde ronde, afin d'obtenir une concordance approximative (toujours à 0,5 seconde près) avec le Temps universel.

SUPPLÉMENT E. PRÉSENTATION DE LA DATE ET DE L'HEURE SOUS UNE FORME ENTIÈREMENT NUMÉRIQUE

1. Introduction

Les normes 2014 et 3307 de l'Organisation internationale de normalisation (ISO) spécifient les procédures à suivre pour indiquer la date et l'heure sous une forme entièrement numérique, et l'OACI utilisera à l'avenir ces procédures dans ses documents, selon les besoins.

2. Indication de la date

La norme 2014 de l'ISO spécifie que, lorsque les dates sont indiquées sous une forme entièrement numérique, il convient d'utiliser la séquence année-mois-jour. La date devrait se composer des éléments suivants :

- quatre chiffres pour représenter l'année, les chiffres correspondant au siècle pouvant toutefois être omis lorsque cela ne risque pas de prêter à confusion. L'emploi des chiffres indiquant le siècle est toutefois utile, au cours de la période de familiarisation avec le nouveau format, pour bien mettre en évidence l'application de la nouvelle séquence ;
- deux chiffres pour représenter le mois ;
- deux chiffres pour représenter le jour.

Lorsqu'il est souhaitable de séparer les différents éléments pour faciliter la perception visuelle, il convient d'ajouter un espace ou un trait d'union. Par exemple, la date du 25 août 1983 peut s'écrire de la façon suivante :

19830825 ou 830825

ou 1983-08-25 ou 83-08-25

ou 1983 08 25 ou 83 08 25

Il convient de souligner que la séquence de l'ISO ne devrait être appliquée que lorsqu'on se propose d'utiliser une présentation entièrement numérique. On peut encore utiliser, s'il y a lieu, une combinaison de chiffres et de mots (par exemple, 25 août 1983).

3. Indication de l'heure

3.1 Lorsque l'heure du jour doit être indiquée sous forme entièrement numérique, la norme 3307 de l'ISO spécifie l'application de la séquence heures-minutes-secondes.

3.2 Les heures devraient être représentées par deux chiffres, de 00 à 23 dans l'échelle horaire de 24 heures, et elles peuvent être suivies soit d'une fraction décimale d'heure, soit de minutes et secondes. Lorsque l'indication comporte une fraction décimale d'heure, il convient d'utiliser le séparateur décimal normal suivi du nombre de chiffres nécessaire pour assurer la précision voulue.

3.3 Les minutes devraient être représentées, de la même manière, par deux chiffres, de 00 à 59, suivis soit d'une fraction décimale de minute, soit de secondes.

3.4 Les secondes devraient également être représentées par deux chiffres, de 00 à 59, suivis, s'il y a lieu, d'une fraction décimale de seconde.

3.5 Lorsqu'il est nécessaire de faciliter la perception visuelle, il convient d'utiliser deux points pour séparer les heures des minutes et les minutes des secondes.

Par exemple, 3 heures 20 minutes et 18 secondes de l'après-midi peut s'écrire de la façon suivante :

152018 ou 15:20:18 en heures, minutes et secondes

ou 1520,3 ou 15:20,3 en heures, minutes et fraction décimale de minute

ou 15,338 en heures et fraction décimale d'heure.

4. Groupes date/heure

La présentation décrite ci-dessus se prête à la conception d'une méthode uniforme permettant d'indiquer ensemble, lorsqu'il y a lieu, la date et l'heure. En pareil cas, il convient d'utiliser la séquence année-mois-jour-heure-minute-seconde. On notera qu'il n'est pas nécessaire d'utiliser tous les éléments dans chaque cas ; ainsi, dans une application type, on pourrait utiliser seulement les éléments jour-heure-minute.

— FIN —

ISBN 978-92-9231-535-1



9 7 8 9 2 9 2 3 1 5 3 5 1