

INTERNATIONAL COMMISSION ON LARGE DAMS  
COMMISSION INTERNATIONALE DES GRANDS BARRAGES

30, avenue de Wagram - 75008 PARIS

**ICOLD GUIDE  
FOR THE INTERNATIONAL SYSTEM  
OF UNITS (SI)**

---

**GUIDE CIGB  
DU SYSTÈME INTERNATIONAL D'UNITÉS  
(SI)**

---

June 1979

Bulletin 34

**ICOLD GUIDE  
FOR THE INTERNATIONAL SYSTEM  
OF UNITS (SI)**

---

**GUIDE CIGB  
DU SYSTÈME INTERNATIONAL D'UNITÉS  
(SI)**

---

**June 1979**

**Bulletin 34**

**AVERTISSEMENT – EXONERATION DE RESPONSABILITE:**

Les informations, analyses et conclusions auxquelles cet ouvrage renvoie sont sous la seule responsabilité de leur(s) auteur(s) respectif(s) cité(s).

Les informations, analyses et conclusions contenues dans cet ouvrage n'ont pas force de Loi et ne doivent pas être considérées comme un substitut aux réglementations officielles imposées par la Loi. Elles sont uniquement destinées à un public de Professionnels Avertis, seuls aptes à en apprécier et à en déterminer la valeur et la portée et à en appliquer avec précision les recommandations à chaque cas particulier.

Malgré tout le soin apporté à la rédaction de cet ouvrage, compte tenu de l'évolution des techniques et de la science, nous ne pouvons en garantir l'exhaustivité.

Nous déclinons expressément toute responsabilité quant à l'interprétation et l'application éventuelles (y compris les dommages éventuels en résultant ou liés) du contenu de cet ouvrage.

En poursuivant la lecture de cet ouvrage, vous acceptez de façon expresse cette condition.

**NOTICE – DISCLAIMER :**

The information, analyses and conclusions referred to herein are the sole responsibility of the author(s) thereof.

The information, analyses and conclusions in this document have no legal force and must not be considered as substituting for legally-enforceable official regulations. They are intended for the use of experienced professionals who are alone equipped to judge their pertinence and applicability and to apply accurately the recommendations to any particular case.

This document has been drafted with the greatest care but, in view of the pace of change in science and technology, we cannot guarantee that it covers all aspects of the topics discussed.

We decline all responsibility whatsoever for how the information herein is interpreted and used and will accept no liability for any loss or damage arising therefrom.

Do not read on unless you accept this disclaimer without reservation.

## 1. INTRODUCTION

The compilation of a Metric Practice Guide was initiated by ex-President Toran. The following is an excerpt from his *Mirador* (1970) :

« During the last ten years, almost coinciding with the development of the Register, two most significant events took place : the adoption of the International System of Units (SI) and the British decision to turn metric. ICOLD also adopted metrication as compulsory. The Glossary therefore should include practical rules to acquaint the newcomers with metrication and accustom all users to SI metrication peculiarities. »

Following a request by the Central Office, the Committee on the World Register of Dams under the chairmanship of Mr. T. W. Mermel prepared a document « ICOLD Metric Practice Guide, 1971 Draft », which was never finalised and formally approved. in Dubrovnik.

Only a few member countries commented on the draft with the result that the Guide was never finalised and formally approved.

At the 45th Executive Meeting in Salzburg in 1977 it was decided that the draft be revised by the Committee on the Dictionary, the Glossary and the World Register of Dams and be published as a separate Bulletin or be included with the Central Office's Instructions for the preparation of papers for ICOLD.

## 2. HISTORY OF METRIC UNITS

2.1. The decimal system of units was first conceived in the late 17th century, but it was not until 1790 that the French National Assembly requested the French Academy of Sciences to work out a system of units suitable for adoption by the entire world.

## 1. INTRODUCTION

La préparation d'un Guide Pratique du Système Métrique avait été voulue par l'ex-président M. Toran. Le passage suivant est extrait de son « *Mirador* » (1970) :

« Au cours de la dernière décennie et coïncidant avec l'épanouissement du Registre, deux événements doivent être retenus : la parution du Système International d'Unités S.I. et la décision britannique d'adopter le système métrique qui selon nos propres accords est obligatoire dans le domaine de la CIGB. Le Glossaire devra donc inclure des instructions sur la mise en pratique de ces dispositions. »

Faisant suite à une demande du Bureau Central, le Comité du Registre Mondial des Barrages, présidé par M. T. W. Mermel, prépara un document : « CIGB – Guide pratique du système métrique. Avant-projet 1971 », qui fut présenté à la 39<sup>e</sup> Réunion Exécutive à Dubrovnik.

Peu de pays membres firent des commentaires si bien que le Guide ne fut jamais parachevé et approuvé officiellement.

A la 45<sup>e</sup> Réunion Exécutive à Salzbourg en 1977, il fut décidé que l'avant-projet serait revu par le Comité du Dictionnaire, du Glossaire et du Registre Mondial des Barrages, et qu'il serait publié comme Bulletin séparé ou annexé aux instructions du Bureau Central pour la préparation des publications CIGB.

## 2. HISTORIQUE DU SYSTÈME MÉTRIQUE D'UNITÉS

2.1. Le système décimal d'unités semble avoir été conçu à la fin du 17<sup>e</sup> siècle, mais ce n'est qu'en 1790 qu'en France l'Assemblée Nationale demanda à l'Académie des Sciences de préparer un système d'unités susceptible d'adoption par le monde entier.

2.2. The next major advance took place when an international meeting, attended by 26 countries, was held in France in 1872. This meeting resulted in an international treaty, the Metric Convention, which was signed by 17 countries in 1875. The treaty :

2.2.1. defined metric standards for the base units of length and mass;

2.2.2. established the International Bureau of Weights and Measures (BIPM);

2.2.3. established the General Conference of Weights and Measures (CGPM) which meets every three years to consider any needed improvements in the standards and to serve as the authority governing the International Bureau;

2.2.4. established an International Committee of Weights and Measures (CIPM) to implement the recommendations of the General Conference on Weights and Measures (CGPM) and to direct the activities of the Bureau. This committee meets every two years.

2.3. Between 1948 (9th CGPM) and 1960 (11th CGPM) « a practical system of units of measurement » was set up by CIPM and adopted by CGPM in 1954 and 1960.

The name « International System of Units », with the international abbreviation SI was finally selected in 1960 for this practical system of units of measurement.

2.4. In response to frequent requests the BIPM published a document « Le système International d'Unités » 1970 (OFFILIB, 48, rue Gay-Lussac, 75005 Paris), containing Resolutions and Recommendations of the CGPM. Explanations have been added as well as relevant extracts from the Recommendations of the International Standards Organization (ISO) for practical use of the System. Appendix I of the above document reproduces in chronological order the decisions (Resolutions, Recommendations, Declarations, etc.) promulgated since 1889 by the CGPM and the CIPM on units of measurement and on the International System of Units.

2.2. La principale étape suivante fut une réunion internationale tenue en France, en 1872, et à laquelle 26 pays furent représentés. Un traité international y fut établi, la Convention du Système Métrique, signée par 17 pays en 1875. Ce traité :

2.2.1. définit parfaitement les mesures-étalons pour les unités de base, longueur et masse;

2.2.2. crée le Bureau International des Poids et Mesures (B.I.P.M.);

2.2.3. crée la Conférence Générale des Poids et Mesures (C.G.P.M.) qui se réunit tous les 3 ans pour prendre en considération toutes les améliorations nécessaires aux normes et servir d'autorité au Bureau International;

2.2.4. crée le Comité International des Poids et Mesures (C.I.P.M.) destiné à mettre en œuvre les recommandations de la C.G.P.M. et à diriger les activités du Bureau; ce Comité se réunit tous les deux ans.

2.3. Entre 1948 (9<sup>e</sup> C.G.P.M.) et 1960 (11<sup>e</sup> C.G.P.M.) le Comité a mis au point un « système pratique d'unités de mesure » adopté en 1954 et 1960 par la C.G.P.M.

Le nom « Système International d'Unités » avec l'abréviation internationale S.I. a été finalement retenu pour ce système pratique d'unités de mesure.

2.4. A la suite de nombreuses demandes, le B.I.P.M. a publié en 1970 un document intitulé « Le Système International d'Unités » (OFFILIB, 48, rue Gay-Lussac, 75005 Paris), qui contient le texte des Résolutions et Recommandations de la C.G.P.M. Des commentaires explicatifs ont été ajoutés ainsi que des règles d'utilisation pratique, extraites des Recommandations d'usage général adoptées par l'Organisation Internationale de Normalisation (I.S.O.). Les décisions (Résolutions, Recommandations, Déclarations, etc.) prises depuis 1889 par la C.G.P.M. et la C.I.P.M. en rapport avec les unités de mesure et le Système International d'Unités sont reproduites dans leur ordre dans l'Annexe I du document précité.

The following translations of this document in English have been issued :

« The International System of Units », Her Majesty's Stationary Office, 1970 and

« The International System of Units », US National Bureau of Standards, Special Publication 330, US Government Printing Office, Washington, DC, January, 1971.

The ISO has adopted the system for the expression of its standards and a large number of countries recognize SI as the approved system for standardization.

### 3. MERITS OF THE SI

The most important advantages of the SI which makes use of the metric system can be summarised as follows :

3.1. The SI has the enormous advantage that multiples and submultiples of a unit are related only by powers of ten in contrast to some 54, sometimes difficult, factors relating units in the Imperial System.

3.2. The SI is, unlike any other system of measures, a coherent system, that is to say the product or quotient of any two unit quantities in the system leads to the unit of the resultant quantity. For example, unit velocity results when unit length is divided by unit time. Non-coherent systems have the disadvantage that multiplying factors are necessary in practical use.

### 4. REFERENCES

The following publications were consulted :

4.1. Brief History and Use of the English and Metric Systems of Measurement, United States Department of Commerce, National Bureau of Standards, Special Publication 304 A, Issued 1968, Revised 1970.

Deux traductions de ce document ont été publiées en anglais :

« The International System of Units (SI) » publié en Angleterre en 1970. Her Majesty's Stationary Office.

« The International System of Units (SI) » publié aux États-Unis par le National Bureau of Standards. En vente par the Superintendent of Documents U.S. Government Printing Office, Washington D.C. 20402. Special Publication 330.

L'Organisation Internationale de Normalisation a adopté le Système SI pour la rédaction de ses normes et un grand nombre de pays reconnaissent le système SI et en recommandent l'adoption.

### 3. LES AVANTAGES DU SYSTÈME SI

Les principaux avantages du SI qui utilise le système métrique, peuvent être résumés comme suit :

3.1. Le SI a l'énorme avantage d'avoir les multiples et sous-multiples d'une unité reliés entre eux par des facteurs de puissance 10, au lieu des 54 facteurs, souvent difficiles, reliant les unités du système impérial anglais.

3.2. A la différence des autres systèmes de mesures, le SI est un système cohérent : le produit ou le quotient des deux unités de grandeurs donne directement l'unité de la grandeur résultante. Par exemple, l'unité de vitesse est le quotient de l'unité de longueur par l'unité de temps. Les systèmes non cohérents ont besoin de coefficients de passage, ce qui constitue un désavantage.

### 4. BIBLIOGRAPHIE

Les publications suivantes ont été consultées :

4.1. Brief History and Use of the English and Metric Systems of Measurement. U.S. Department of Commerce. National Bureau of Standards, Special Publication 304 A, publié en 1968, 2<sup>e</sup> édition révisée en 1970.

4.2. Le Système International d'Unités (SI-1970), OFFILIB, 48, rue Gay-Lussac, 75005 Paris.

4.3. The International System of Units (SI), National Bureau of Standards, Special Publication 330, Issued January, 1971.

4.4. Basic Guide to the Metric System in South Africa, Third Edition, April, 1970. Compiled and published by the Metrication Department of the South African Bureau of Standards.

4.5. Système International d'Unités. Metric measurement in Water Resources Engineering June, 1976. Published by the Universities Council on Water Resources.

4.2. Le Système International d'Unités (S.I.-1970), OFFILIB, 48, rue Gay-Lussac, 75005 Paris.

4.3. The International System of Units (SI), National Bureau of Standards, Special Publication 330, publié en janvier 1971.

4.4. Guide de base du système métrique en Afrique du Sud. 3<sup>e</sup> édition, avril 1970. Préparé et publié par le Département de la Conversion au Système Métrique du Bureau des Normes Sud-Africain.

4.5. Système International d'Unités. Metric measurement in Water Resources Engineering June, 1976. Publié par les Universities Council in Water Resources.

#### REMINDER – MEMENTO

<b>Wrong</b>	<b>Right</b>
<b>Incorrect</b>	<b>Correct</b>
m <sup>3</sup> /sec	m <sup>3</sup> /s
KW	kW
Kwh	kWh
KwH	
35,239,070.166,88 (Anglo-Saxon usage)	35 239 070.166 88
(usage anglo-saxon)	
35.239.070,166.88 (European usage)	35 239 070,166 88
(usage européen)	
meters	metres
liters	litres
Mm <sup>3</sup> (million cubic metres)	hm <sup>3</sup> (million cubic metres)
(million de mètres cubes)	(million de mètres cubes)
<b>Not recommended</b>	<b>Recommended</b>
<b>A éviter</b>	<b>Recommandé</b>
347 × 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	347 hm <sup>3</sup>
347 × 10 <sup>9</sup> m <sup>3</sup>	347 km <sup>3</sup>
347 million cubic metres	347 hm <sup>3</sup>
347 billion cubic metres	347 km <sup>3</sup>
million kWh	GWh
billion kWh	TWh

**ICOLD GUIDE  
FOR THE  
INTERNATIONAL SYSTEM  
OF UNITS (SI)**

**GUIDE CIGB  
DU  
SYSTÈME INTERNATIONAL  
D'UNITÉS (SI)**

**1. BASE UNITS**

1.1. The base units of the International System (SI) are shown in Table 1 with the name and symbols.

**TABLE 1  
BASE SI UNITS**

Quantity Grandeur	Name Nom	Symbol Symbole
length longueur	metre mètre	m m
mass masse	kilogramme kilogramme	kg kg
time temps	second seconde	s s
electric current courant électrique	ampere ampère	A A
thermodynamic temperature température thermodynamique	kelvin kelvin	K K
luminous intensity intensité lumineuse	candela candela	cd cd

**1. UNITÉS DE BASE**

1.1. Les unités de base du Système International (SI) sont rassemblées au Tableau 1 avec leurs noms et leurs symboles.

**TABLEAU 1  
UNITÉS SI DE BASE**

1.2. The general principle governing the writing of unit symbols has already been adopted by the 9th CGPM (1948), Resolution 7, according to which :

1.2.1. Roman (upright) type, in general lower case, is used for symbols of units; if however the symbols are derived from pro-

1.2. Le principe général concernant l'écriture des symboles d'unités était déjà adopté par le 9<sup>e</sup> C.G.P.M. (de 1948), Résolution n° 7, selon laquelle :

1.2.1. Les symboles des unités sont exprimés en caractères romains, en général minuscules; toutefois, si les symboles sont



per names, capital roman type is used (for the first letter). These symbols are not followed by a full stop (period).

1.2.2. Unit symbols do not change in the plural.

1.3. French spelling of « metre », « litre » and « kilogramme » should be adopted.

## 2. DERIVED UNITS

Derived units are expressed in terms of base units by means of mathematical symbols of multiplication and division. Several derived units have been given special names and symbols which may themselves be used to express other derived complex units.

Derived units may therefore be classified under three headings. Some of them are given in Tables 2, 3 and 4.

dérivés de noms propres, les caractères romains majuscules sont utilisés (pour la première lettre). Ces symboles ne sont pas suivis d'un point.

1.2.2. Les symboles des unités restent invariables au pluriel.

1.3. L'orthographe française des mots « mètre », « litre » et « kilogramme » est à adopter.

## 2. UNITÉS DÉRIVÉES

A partir des unités de base, les unités dérivées sont données par des expressions algébriques en utilisant les symboles mathématiques de multiplication et de division. Plusieurs de ces unités dérivées ont reçu un nom spécial et un symbole particulier, lesquels peuvent être utilisés de nouveau pour exprimer des unités dérivées d'une façon plus simple qu'à partir des unités de base.

On peut donc classer les unités dérivées dans trois groupes. Quelques-unes de ces unités sont données dans les Tableaux 2, 3 et 4.

TABLE 2  
EXAMPLES OF SI DERIVED UNITS  
EXPRESSED IN TERMS  
OF BASE UNITS

TABLEAU 2  
EXEMPLES D'UNITÉS S.I. DÉRIVÉES  
EXPRIMÉES À PARTIR DES UNITÉS DE  
BASE

Quantity Grandeur	SI Unit Unités SI	
	Name Nom	Symbol Symbole
area superficie	square metre mètre carré	m <sup>2</sup> m <sup>2</sup>
volume volume	cubic metre mètre cube	m <sup>3</sup> m <sup>3</sup>
speed, velocity vitesse	metre per second mètre par seconde	m/s m/s
acceleration accélération	metre per second squared mètre par seconde carré	m/s <sup>2</sup> m/s <sup>2</sup>
density, mass density masse volumique	kilogramme per cubic metre kilogramme par mètre cube	kg/m <sup>3</sup> kg/m <sup>3</sup>
specific volume volume massique	cubic metre per kilogramme mètre cube par kilogramme	m <sup>3</sup> /kg m <sup>3</sup> /kg
luminance luminance	candela per square metre candela par mètre carré	cd/m <sup>2</sup> cd/m <sup>2</sup>

TABLE 3  
 EXAMPLES OF SI DERIVED UNITS WITH SPECIAL NAMES

TABLEAU 3  
 EXEMPLES D'UNITÉS SI DÉRIVÉES AYANT DES NOMS SPÉCIAUX

Quantity Grandeur	SI Unit Unités SI			
	Name Nom	Symbol Symbole	Expression in terms of other SI UNITS Expression en d'autres unités SI	Expression in terms of SI BASE UNITS Expression en unités SI de base
force force	newton newton	N N		$m \cdot kg \cdot s^{-2}$ $m \cdot kg \cdot s^{-2}$
pressure pression	pascal pascal	Pa Pa	$N/m^2$ $N/m^2$	$m^{-1} \cdot kg \cdot s^{-2}$ $m^{-1} \cdot kg \cdot s^{-2}$
energy, work, quantity of heat énergie, travail, quantité de chaleur	joule joule	J J	$N \cdot m$ $N \cdot m$	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2}$ $m^2 \cdot kg \cdot s^{-2}$
power puissance, flux énergétique	watt watt	W W	$J/s$ $J/s$	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-3}$ $m^2 \cdot kg \cdot s^{-3}$
frequency fréquence	hertz hertz	Hz Hz	cycles/s cycles/s	$s^{-1}$ $s^{-1}$

TABLE 4  
 EXAMPLES OF SI DERIVED UNITS  
 EXPRESSED BY MEANS OF SPECIAL NAMES

TABLEAU 4  
 EXEMPLES D'UNITÉS SI DÉRIVÉES  
 QUE L'ON EXPRIME EN UTILISANT DES NOMS SPÉCIAUX

Quantity Grandeur	SI units Unités SI		
	Name Nom	Symbol Symbole	Expression in terms of SI base units Expression en unités SI de base
moment of force moment d'une force	newton metre newton mètre	$N \cdot m$ $N \cdot m$	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2}$ $m^2 \cdot kg \cdot s^{-2}$
surface tension tension superficielle	newton per metre newton par mètre	$N/m$ $N/m$	$kg \cdot s^{-2}$ $kg \cdot s^{-2}$
heat capacity, entropy capacité thermique, entropie	joule per kelvin joule par kelvin	$J/K$ $J/K$	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2} \cdot K^{-1}$ $m^2 \cdot kg \cdot s^{-2} \cdot K^{-1}$
specific heat capacity specific entropy	joule per kilogramme kelvin	$J/(kg \cdot K)$	$m^2 \cdot s^{-2} \cdot K^{-1}$
chaleur massique, entropie massique	joule par kilogramme kelvin	$J/(kg \cdot K)$	$m^2 \cdot s^{-2} \cdot K^{-1}$

Quantity Grandeur	SI units Unités SI		
	Name Nom	Symbol Symbole	Expression in terms of SI base units Expression en unités SI de base
specific energy énergie spécifique	joule per kilogramme joule par kilogramme	J/kg J/kg	$m^2 \cdot s^{-2}$ $m^2 \cdot s^{-2}$
thermal conductivity conductivité thermique	watt per metre kelvin watt par mètre kelvin	W/(m·K) W/(m·K)	$m \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot K^{-1}$ $m \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot K^{-1}$
energy density énergie de densité	joule per cubic metre joule par mètre cube	J/m <sup>3</sup> J/m <sup>3</sup>	$m^{-1} \cdot kg \cdot s^{-2}$ $m^{-1} \cdot kg \cdot s^{-2}$

2.1. The International Standards Organization (ISO) has issued additional recommendations with the aim of securing uniformity in the use of units, in particular those of the International System.

According to these recommendations :

2.1.1. The product of two or more units is preferably indicated by a dot. The dot may be dispensed with when there is no risk of confusion with another unit symbol :

e.g. : N·m or Nm but not mN.

2.1.2. A solidus (oblique stroke, /), a horizontal line, or negative powers may be used to express a derived unit formed with two others by division,

e.g. : m/s,  $\frac{m}{s}$  or  $m \cdot s^{-1}$ .

2.1.3. The solidus must not be repeated on the same line unless ambiguity is avoided by parentheses. In complex cases negative powers or parentheses should be used,

e.g. :  $m/s^2$  or  $m \cdot s^{-2}$   
but not : m/s/s  
 $m \cdot kg/(s^3 \cdot A)$  or  $m \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot A^{-1}$   
but not :  $m \cdot kg \cdot s^3/A$ .

2.1. L'Organisation Internationale de Normalisation (ISO) a donné des recommandations additionnelles pour uniformiser les modalités d'emploi des unités, en particulier celles du Système International.

Suivant ces recommandations :

2.1.1. Le produit de deux ou plusieurs unités est indiqué de préférence par un point comme signe de multiplication. Ce point peut être supprimé dans le cas où aucune confusion n'est possible avec un autre symbole d'unité :

par exemple : N·m ou Nm mais non pas : mN.

2.1.2. Quand une unité dérivée est formée en divisant une unité par une autre, on peut utiliser la barre oblique (/), la barre horizontale ou bien des puissances négatives,

par exemple : m/s,  $\frac{m}{s}$  ou  $m \cdot s^{-1}$ .

2.1.3. On ne doit jamais introduire sur la même ligne plus d'une barre oblique, à moins que des parenthèses soient ajoutées, afin d'éviter toute ambiguïté. Dans les cas compliqués, des puissances négatives ou des parenthèses doivent être utilisées.

par ex. :  $m/s^2$  ou  $m \cdot s^{-2}$   
mais non : m/s/s  
 $m \cdot kg/(s^3 \cdot A)$  ou  $m \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot A^{-1}$   
mais non :  $m \cdot kg/s^3/A$ .

### 3. DECIMAL MULTIPLES AND SUBMULTIPLES OF SI UNITS

Multiples and submultiples are obtained by adding prefixes. The prefixes to be used are shown in Table 5.

### 3. MULTIPLES ET SOUS-MULTIPLES DÉCIMAUX DES UNITÉS SI

Les multiples et sous-multiples sont obtenus en ajoutant un préfixe. Les préfixes à utiliser sont indiqués au Tableau 5.

TABLE 5  
SI PREFIXES

TABLEAU 5  
PRÉFIXES SI

Factor by which the unit is multiplied Facteur de multiplication de l'unité		Prefix Préfixe	Symbol Symbole
1 000 000 000 000 000 000	$10^{18}$	exa	E
1 000 000 000 000 000	$10^{15}$	peta	P
1 000 000 000 000	$10^{12}$	tera	T
1 000 000 000	$10^9$	giga	G
1 000 000	$10^6$	mega	M
1 000	$10^3$	kilo	k
100	$10^2$	hecto	h
10	10	deka	da
0,1	$10^{-1}$	deci	d
0,01	$10^{-2}$	centi	c
0,001	$10^{-3}$	milli	m
0,000 001	$10^{-6}$	micro	$\mu$
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

3.1. ISO recommends the following rules for the use of SI prefixes :

3.1.1. Prefix symbols are printed in roman (upright) type without spacing between the prefix symbol and the unit symbol.

3.1.2. An exponent affixed to a symbol containing a prefix indicates that the multiple or submultiple of the unit is raised to the power expressed by the exponent, e.g.

$$1 \text{ cm}^3 = 10^{-6} \text{ m}^3 \text{ and not : } 10^{-2} \text{ m}^3$$

$$1 \text{ cm}^{-1} = 10^2 \text{ m}^{-1} \text{ and not : } 10^{-2} \text{ m}^{-1}$$

$$1 \text{ km}^3 = 10^9 \text{ m}^3 \text{ and not : } 10^3 \text{ m}^3$$

$$1 \text{ Mm}^3 = 10^{18} \text{ m}^3 \text{ and not : } 10^6 \text{ m}^3.$$

3.1. L'ISO a recommandé que l'on observe les règles suivantes dans l'emploi des préfixes SI :

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

3.1.2. Si un symbole contenant un préfixe est affecté d'un exposant, cela indique que le multiple ou le sous-multiple de l'unité est élevé à la puissance exprimée par l'exposant,

par ex. :  $1 \text{ cm}^3 = 10^{-6} \text{ m}^3$  et non :  $10^{-2} \text{ m}^3$   
 $1 \text{ cm}^{-1} = 10^2 \text{ m}^{-1}$  et non :  $10^{-2} \text{ m}^{-1}$   
 $1 \text{ km}^3 = 10^9 \text{ m}^3$  et non :  $10^3 \text{ m}^3$   
 $1 \text{ Mm}^3 = 10^{18} \text{ m}^3$  et non :  $10^6 \text{ m}^3.$

3.1.3. Compound prefixes are to be avoided, e.g. : 1 m $\mu$ m should be written 1 nm  
1 mm/ $\mu$ s should be written 1 km/s.

3.2. In the case of mass units, the prefix is applied to the « gramme » although the « kilogramme » is the base SI unit. Thus 1 000 kilogrammes is strictly a megagramme but the name « tonne » is generally preferred.

#### 4. DECIMAL POINT

4.1. Both the comma and the full stop (period) are acceptable for the decimal sign (9th CGPM, 1948 – Resolution 7). Where the number of digits before or after the decimal sign exceeds three, the digits should be divided into groups of three by half spaces. The European usage to separate thousands by a point and the Anglo-Saxon usage to separate them by a comma will therefore be dispensed with.

e.g. : 35 239 070.166 88  
and not : 35,239,070.166,88.

#### 5. METRICS UNITS AND CONVERSION FACTORS RECOMMENDED FOR USE IN ICOLD PUBLICATIONS

5.1. The use of the words « million », « billion » and « trillion » should be avoided. Billion in the United Kingdom is not the same as in the United States since one billion (UK) = one thousand billion (USA).

5.2. The quantities normally associated with dams are set out in Table A. Against each are shown the base and derived SI units, together with the more common multiples and, in certain cases, other useful and acceptable units than the SI units.

5.3. The more frequently needed conversion factors are shown in Table B.

5.4. Summary is set out page 6 which will serve as a reminder and assist in avoiding the most common mistakes.

3.1.3. Les préfixes composés sont à éviter, par ex. : 1 m $\mu$ m devrait s'écrire : 1 nm  
1 mm/ $\mu$ s devrait s'écrire : 1 km/s.

3.2. Dans le cas des unités de masse, le préfixe est appliqué au « gramme » bien que le « kilogramme » soit l'unité SI de base. Ainsi 1 000 kilogrammes sont équivalents à un mégagramme mais le mot « tonne » est généralement préféré.

#### 4. LE POINT DÉCIMAL

4.1. La virgule et le point sont tous deux utilisés comme signe de la décimale (9<sup>e</sup> C.G.P.M., 1948, Résolution n<sup>o</sup> 7). Quand le nombre de chiffres avant ou après la virgule dépasse trois chiffres, les chiffres devraient être groupés en groupes de trois séparés par de courts espaces,

par exemple : 35 239 070,166 88  
et non pas 35.239.070,166.88

#### 5. UNITÉS DU SYSTÈME MÉTRIQUE ET FACTEURS DE CONVERSION RECOMMANDÉS POUR LES PUBLICATIONS DE LA CIGB

5.1. L'usage des mots « million », « billion », « trillion » devrait être évité. Le mot billion au Royaume-Uni n'est pas le même qu'aux États-Unis, puisqu'un billion (UK) = 1 000 billions (USA).

5.2. Les unités souvent employées pour les barrages sont indiquées au Tableau A. Le même tableau indique les unités de base et les unités dérivées SI correspondantes, ainsi que leurs multiples et, dans certains cas, d'autres unités que celles du SI dont l'utilisation est utile et acceptable.

5.3. Les facteurs de conversion les plus fréquemment utilisés sont indiqués au Tableau B.

5.4. Un memento est donné page 6 pour attirer l'attention sur les fautes généralement commises.

TABLE A  
**METRIC UNITS FOR USE IN ICOLD PUBLICATIONS**  
 TABLEAU A  
**UNITÉS DU SYSTÈME MÉTRIQUE À EMPLOYER DANS LES PUBLICATIONS DE LA CIGB**

Quantity Grandeur	SI unit with recommended multiples and submultiples Unité SI avec les multiples et sous-multiples recommandés	Symbol Symbole	Other acceptable units Autres unités acceptables	Symbol Symbole	Remarks Remarques
length Longueur	kilometre kilomètre metre mètre millimetre millimètre	km km m m mm mm			The metre is the base unit Le mètre est l'unité de base
Area Superficie	square kilometre kilomètre carré square metre mètre carré square millimetre millimètre carré	km <sup>2</sup> km <sup>2</sup> m <sup>2</sup> m <sup>2</sup> mm <sup>2</sup> mm <sup>2</sup>			
Volume Volume	cubic metre mètre cube	m <sup>3</sup> m <sup>3</sup>	litre litre millilitre millilitre	l l ml ml	The litre (0,001 m <sup>3</sup> ) is an internationally recognised unit for small volumes of fluids; the symbol l should only be used where ambiguity is impossible. <i>For volume of reservoirs the use of hm<sup>3</sup> = 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup> and km<sup>3</sup> = 10<sup>9</sup> is recommended</i> Le litre (=0,001 m <sup>3</sup> ) est une unité internationale reconnue utilisée pour les petits volumes de fluides. Le symbole l ne doit être employé que lorsqu'il n'y a pas de risque de confusion. <i>Pour les réservoirs l'hm<sup>3</sup> = et le km<sup>3</sup> = 10<sup>9</sup> m<sup>3</sup> sont recommandés</i>

TABLE A (continued)  
METRIC UNITS FOR USE IN ICOLD PUBLICATIONS

TABLEAU A (suite)  
UNITÉS DU SYSTÈME MÉTRIQUE À EMPLOYER DANS LES PUBLICATIONS DE LA CIGB

Quantity Grandeur	SI unit with recommended multiples and submultiples Unité SI avec les multiples et sous-multiples recommandés	Symbol Symbole	Other acceptable units Autres unités acceptables	Symbol Symbole	Remarks Remarques
Mass Masse	kilogramme kilogramme gramme gramme milligramme milligramme	kg kg g g mg mg	tonne tonne	t t	The kilogramme is the base unit : the term tonne (1 000 kg) is preferred to megagramme Le kilogramme est l'unité de base : le mot tonne est préférable au mot mégagramme (1 000 kg)
Density; Mass density Masse volumique	kilogramme per cubic metre kilogramme par mètre cube	kg/m <sup>3</sup> kg/m <sup>3</sup>			Under standard conditions the density of water is 1 000 kg/m <sup>3</sup> La densité de l'eau est normalement de 1 000 kg/m <sup>3</sup>
Time Temps	second seconde	s s	year année day jour hour heure minute minute	a a d j h h min min	The second is the base unit La seconde est l'unité de base
Velocity Vitesse	metre per second mètre par seconde millimetre per second millimètre par seconde	m/s m/s mm/s mm/s			These units are also suitable for permeability Ces unités peuvent être utilisées pour la mesure des perméabilités

TABLE A (continued)  
**METRIC UNITS FOR USE IN ICOLD PUBLICATIONS**  
 TABLEAU A (suite)  
**UNITÉS DU SYSTÈME MÉTRIQUE À EMPLOYER DANS LES PUBLICATIONS DE LA CIGB**

Quantity Grandeur	SI unit with recommended multiples and submultiples Unité SI avec les multiples et sous-multiples recommandés	Symbol Symbole	Other acceptable units Autres unités acceptables	Symbol Symbole	Remarks Remarques
Force Force	kilonewton kilonewton newton newton	kN kN N N			The newton is the base unit; it is that force which produces an acceleration of 1 m/s <sup>2</sup> for a mass of 1 kg Le newton est l'unité de base. C'est la force qui donne une accélération de 1 m/s <sup>2</sup> à une masse de 1 kg
Pressure Pression	kilopascal kilopascal pascal pascal	kPa kPa Pa Pa			1 Pa = 1 N/m <sup>2</sup> 1 Pa = 1 N/m <sup>2</sup>
Flow Débit	cubic metre per second mètre cube par seconde	m <sup>3</sup> /s m <sup>3</sup> /s	litre per second litre par seconde	litre/s litre/s	The cubic metre per second is commonly <i>spoken</i> of as a « cume ». The litre per second should only be used for very small flows (e.g. leakage) Le mètre cube par seconde est souvent mentionné comme un « cumec ». Le litre par seconde ne doit être utilisé que pour les débits très petits (comme les fuites)
Discharge and yield Débit journalier			cubic metre per day mètre cube par jour	m <sup>3</sup> /d m <sup>3</sup> /j	To be used where the volume is of more concern than the velocity A utiliser quand le volume a plus d'importance que la vitesse



TABLE A (continued)  
**METRIC UNITS FOR USE IN ICOLD PUBLICATIONS**  
**TABEAU A (suite)**  
**UNITÉS DU SYSTÈME MÉTRIQUE À EMPLOYER DANS LES PUBLICATIONS DE LA CIGB**

Quantity Grandeur	SI unit with recommended multiples and submultiples Unité SI avec les multiples et sous-multiples recommandés	Symbol Symbole	Other acceptable units Autres unités acceptables	Symbol Symbole	Remarks Remarques		
Work and energy Travail et énergie	terajoule	TJ	terawatt-hour	TWh	1 J = 1 N.m 1 J = 1 N.m		
	terajoule	TJ	terawatt-heure	TWh			
	megajoule	MJ	gigawatt-hour	GWh			
	megajoule	MJ	gigawatt-heure	GWh			
	kilojoule	kJ	megawatt-hour	MWh			
	kilojoule	kJ	megawatt-heure	MWh			
	joule	J	kilowatt-hour	kWh			
	joule	J	kilowatt-heure	kWh			
	Power Puissance	megawatt	MW				1 W = 1 J/s 1 W = 1 J/s
		megawatt	MW				
kilowatt		kW*					
kilowatt		kW*					
watt		W					
watt		W					

\* k for kilo is always a small letter. Too often the mistake is made of writing kilo with a capital K as for T (tera), G (giga) and M (mega).

\* Attention : k pour kilo s'écrit toujours en minuscule. Trop souvent on écrit par erreur kilo avec K (majuscule) comme T (tétra), G (giga), M (méga).

TABLE A (continued)

## METRIC UNITS FOR USE IN ICOLD PUBLICATIONS

## TABLEAU A (suite)

## UNITÉS DU SYSTÈME MÉTRIQUE À EMPLOYER DANS LES PUBLICATIONS DE LA CIGB

Quantity	SI unit with recommended multiples and submultiples Unités SI avec les multiples et sous-multiples recommandés	Symbol	Other acceptable units	Symbol	Remarks
Grandeur		Symbole	Autres unités acceptables	Symbole	Remarques
Frequency	megahertz	MHz			1 Hz = 1 cycle/s
Fréquence	megahertz	MHz			1 Hz = 1 cycle/s
	kilohertz	kHz			
	kilohertz	kHz			
	hertz	Hz			
	hertz	Hz			
Temperature	kelvin	K	degree Celsius	°C	A temperature is normally quoted in degrees Celsius and is then precisely 273,15 less than if expressed in kelvins
Température	kelvin	K	degré Celsius	°C	Les températures sont habituellement exprimées en degrés Celsius; pour exprimer leur valeur en degrés Kelvin, il faut ajouter 273,15
Temperature interval	kelvin	K	degree Celsius	°C	A temperature interval is normally quoted in degrees Celsius and is then the same as if expressed in kelvins
Différence de température	kelvin	K	degré Celsius	°C	Les différences de température sont les mêmes en degrés Celsius qu'en degrés Kelvin. D'ordinaire on utilise les degrés Celsius
Compressibility	square millimetre per newton	mm <sup>2</sup> /N			
Compressibilité	millimètre carré par newton	mm <sup>2</sup> /N			
Consolidation	square metre per year	m <sup>2</sup> /a			
Consolidation	mètre carré par an	m <sup>2</sup> /a			

TABLE B  
CONVERSION FACTORS

Precise figures are asterisked, others are expressed to 4 significant figures

TABLEAU B

FACTEURS DE CONVERSION

Les chiffres exacts sont marqués d'un astérisque, les autres sont exprimés jusqu'à la 4<sup>e</sup> décimale

Quantity Grandeur	ICOLD approved units Unité SI et autres autorisées	Other units Autres unités	ICOLD approved units Unité SI et autres autorisées	Other units Autres unités
Length Longueur	1,609 km	1 mile	1 km	0,621 4 mile
	0,914 4* m	1 yd	1 m	1,094 yd
	0,304 8* m	1 ft	1 m	3,281 ft
	25,4* mm	1 in	1 mm	0,039 37 in
Area Superficie	2,590 km <sup>2</sup>	1 mile <sup>2</sup>	1 km <sup>2</sup>	0,386 1 mile <sup>2</sup>
	4 047 m <sup>2</sup>	1 acre	1 000 m <sup>2</sup>	0,247 1 acre
	0,836 1 m <sup>2</sup>	1 yd <sup>2</sup>	1 m <sup>2</sup>	1,196 yd <sup>2</sup>
	0,092 90 m <sup>2</sup>	1 ft <sup>2</sup>	1 m <sup>2</sup>	10,76 ft <sup>2</sup>
	645,16* mm <sup>2</sup>	1 in <sup>2</sup>	1 mm <sup>2</sup>	0,001 550 in <sup>2</sup>
	10 000* m <sup>2</sup>	1 ha	1 000 m <sup>2</sup>	0,1* ha
Volume Volume	1 233 m <sup>3</sup>	1 acre ft	1 km <sup>3</sup>	810 700 acre ft
	0,764 6 m <sup>3</sup>	1 yd <sup>3</sup>	1 hm <sup>3</sup>	810,7 acre ft
	0,028 32 m <sup>3</sup>	1 ft <sup>3</sup>	1 000 m <sup>3</sup>	0,810 7 acre ft
	4,546 litre	1 UK gal	1 m <sup>3</sup>	1,308 yd <sup>3</sup>
	0,004 546 m <sup>3</sup>	1 UK gal	1 m <sup>3</sup>	35,31 ft <sup>3</sup>
	3,785 litre	1 US gal	1 litre	0,220 0 UK gal
	0,003 785 m <sup>3</sup>	1 US gal	1 m <sup>3</sup>	220,0 UK gal
		1 US gal	1 litre	0,264 2 US gal
		1 US gal	1 m <sup>3</sup>	264, 2 US gal

TABLE B (continued)

**CONVERSION FACTORS**

Precise figures are asterisked, others are expressed to 4 significant figures

TABLEAU B (suite)

**FACTEURS DE CONVERSION**Les chiffres exacts sont marqués d'un astérisque, les autres sont exprimés jusqu'à la 4<sup>e</sup> décimale

Quantity Grandeur	ICOLD approved units Unités SI et autres autorisées	Other units Autres unités	ICOLD approved units Unités SI et autres autorisées	Other units Autres unités
Mass Masse	1.016 t 0.907 2 t 0.453 592 37* kg	1 UK (« long ») ton 1 US (« short ») ton 1 lb	1 t 1 t 1 kg	0.984 2 UK ton 1.102 US ton 2.205 lb
Density Masse volumique	16.02 kg/m <sup>3</sup>	1 lb/ft <sup>3</sup>	1 kg/m <sup>3</sup>	0.062 43 lb/ft <sup>3</sup>
Velocity Vitesse	0.447 04* m/s 0.304 8* m/s	1 mile/h 1 ft/s	1 m/s 1 m/s	2.237 mile/h 3.281 ft/s
Force Force	9.964 kN 8.896 kN 4.448 N 9.806 65* kN 9.806 65* N	1 UK tonf 1 US tonf 1 lbf 1 tf 1 kgf	1 kN 1 kN 1 N 1 kN 1 N	0.100 4 UK tonf 0.112 4 US tonf 0.224 8 lbf 0.102 0 tf 0.102 0 kgf
Pressure Pression	6.895 kPa 98.066 5* kPa 100* kPa	1 lbf/in <sup>2</sup> 1 kgf/cm <sup>2</sup> 1 bar	1 kPa 1 kPa 1 kPa	0.145 0 lbf/in <sup>2</sup> 0.010 20 kgf/cm <sup>2</sup> 0.01* bar
Flow Débit	0.028 32 m <sup>3</sup> /s 0.075 77 litre/s	1 ft <sup>3</sup> /s 1 UK gal/min (gpm)	1 m <sup>3</sup> /s 1 litre/s	35.31 ft <sup>3</sup> /s 13.20 UK gal/min

TABLE B (continued)

## CONVERSION FACTORS

Precise figures are asterisked, others are expressed to 4 significant figures

TABLEAU B (suite)

## FACTEURS DE CONVERSION

Les chiffres exacts sont marqués d'un astérisque, les autres sont exprimés jusqu'à la 4<sup>e</sup> décimale

Quantity Grandeur	ICOLD approved units Unités SI et autres autorisées	Other units Autres unités	ICOLD approved units Unités SI et autres autorisées	Other units Autres unités
Discharge and yield Débit journalier	4 546 m <sup>3</sup> /d	10 <sup>6</sup> UK gal/d (1 mgd)	1 000 m <sup>3</sup> /d	0,220 0 × 10 <sup>6</sup> UK gal/d (0,22 mgd)
Work and energy Travail, énergie	3,6* MJ	1 kWh	1 MJ	0,277 8 kWh
	1,055 kJ	1 Btu	1 kJ	0,947 8 Btu
Power Puissance	0,745 7 kW	1 UK horsepower	1 kW	1,341 UK horsepower
	0,735 5 kW	1 horsepower	1 kW	1,359 horsepower
Frequency Fréquence	1* Hz	1 cycle/s	1 Hz	1* cycle/s
Temperature Température	273,15* K	0 °C	zero K	- 273,15* °C
	255,4 K	°F	zero K	- 459,7 °F
	32* °F	0 °C	100 °C	212* °F
Temperature interval Différence de température	1* K	1 °C	1 K	1* °C
	(5/9)* K	1 °F	1 K	1,8* °F
Compressibility Compressibilité	9,323 mm <sup>2</sup> /N	1 ft <sup>2</sup> /UK tonf	1 mm <sup>2</sup> /N	0,107 3 ft <sup>2</sup> /UK tonf
	145,0 mm <sup>2</sup> /N	1 in <sup>2</sup> /lbf	1 mm <sup>2</sup> /N	0,006 895 in <sup>2</sup> /lbf
	10,20 mm <sup>2</sup> /N	1 cm <sup>2</sup> /kgf	1 mm <sup>2</sup> /N	0,098 07 cm <sup>2</sup> /kgf
Consolidation Consolidation	339,3 m <sup>2</sup> /a	1 in <sup>2</sup> /min	1 m <sup>2</sup> /a	0,002 953 in <sup>2</sup> /min
	31,56 m <sup>2</sup> /a	1 mm <sup>2</sup> /s	1 m <sup>2</sup> /a	0,031 69 mm <sup>2</sup> /s

**Copyright © ICOLD - CIGB**

*Archives informatisées en ligne*



*Computerized Archives on line*

*The General Secretary / Le Secrétaire Général :  
André Bergeret - 2004*



---

**International Commission on Large Dams  
Commission Internationale des Grands Barrages  
151 Bd Haussmann -PARIS -75008**  
*<http://www.icold-cigb.net> ; <http://www.icold-cigb.org>*