

# Comité consultatif des unités (CCU)

Consultative Committee  
for Units (CCU)

Rapport de  
la 12<sup>e</sup> session  
(avril 1996)  
Report of  
the 12th Meeting  
(April 1996)



Bureau  
international  
des poids  
et mesures

Organisation  
intergouvernementale  
de la Convention  
du Mètre

Comité consultatif des unités ■ 12<sup>e</sup> session (avril 1996)  
Consultative Committee for Units ■ 12th Meeting (April 1996)

Comité consultatif des unités  
12<sup>e</sup> session (16-17 avril 1996)

D.A. Blackburn

B. Guinot

J. Kovalevsky

M.L. McGlashan

P. Drath

B.W. Petley

A.J. Thor

R. Galle

H. Imai



T.J. Quinn

B.N. Taylor

C.E. Kuyatt

S. Débarbat

P. Giacomo

I.M. Mills

J. Gallop

Bureau international des poids et mesures

# Comité consultatif des unités (CCU)

12<sup>e</sup> session (avril 1996)

Note sur l'utilisation du texte anglais (*voir* page 37)

Afin de mieux faire connaître ses travaux, le Comité international des poids et mesures publie une version en anglais de ses rapports.

Le lecteur doit cependant noter que le rapport officiel est toujours celui qui est rédigé en français. C'est le texte français qui fait autorité si une référence est nécessaire ou s'il y a doute sur l'interprétation.

Édité par le BIPM,  
Pavillon de Breteuil,  
F-92312 Sèvres Cedex  
France

Conception graphique :  
Monika Jost

Imprimé par : Stedi, Paris

ISSN 0373-3181

ISBN 92-822-2159-8

## TABLE DES MATIÈRES

Photographie des participants à la 12 <sup>e</sup> session du Comité consultatif des unités .....	2
États membres de la Convention du Mètre .....	6
Le BIPM et la Convention du Mètre .....	7
Liste des membres du Comité consultatif des unités .....	11
<b>Rapport au Comité international des poids et mesures, par J. Gallop .....</b>	<b>13</b>
Ordre du jour .....	14
1 Ouverture de la session ; nomination d'un rapporteur .....	15
2 Rapport sur la 84 <sup>e</sup> session du Comité international .....	16
3 Septième édition de la brochure sur le SI .....	18
3.1 Discussion générale sur la brochure sur le SI .....	18
3.2 Rapport du Groupe de travail 1 : le neper et le bel .....	18
3.3 Rapport du Groupe de travail 2 : le grade .....	19
3.4 Rapport du Groupe de travail 3 : les préfixes .....	19
3.5 Rapport du Groupe de travail 4 : règles d'écriture des unités et des nombres dans le SI .....	20
3.6 Proposition de modifier la Section IV de la sixième édition de la brochure sur le SI .....	21
3.7 La mole et l'unité de masse atomique unifiée (définition de la mole et d'autres unités de base) .....	23
4 Production de la nouvelle brochure sur le SI .....	24
5 Le becquerel .....	26
6 Document de l'OIML .....	27
7 Questions diverses .....	28
<b>Recommandation présentée au Comité international des poids et mesures</b>	
U 1 (1996) : Multiples de deux pour les unités utilisées dans les techniques informatiques .....	29
<b>Annexe U 1. Documents de travail présentés à la 12<sup>e</sup> session du CCU .....</b>	<b>31</b>
<b>Liste des sigles utilisés dans le présent volume .....</b>	<b>33</b>

## ÉTATS MEMBRES DE LA CONVENTION DU MÈTRE

Afrique du Sud	Iran (Rép. islamique d')
Allemagne	Irlande
Argentine	Israël
Australie	Italie
Autriche	Japon
Belgique	Mexique
Brésil	Norvège
Bulgarie	Nouvelle-Zélande
Cameroun	Pakistan
Canada	Pays-Bas
Chili	Pologne
Chine	Portugal
Corée (Rép. de)	Roumanie
Corée (Rép. pop. dém. de)	Royaume-Uni
Danemark	Russie (Féd. de)
Dominicaine (Rép.)	Singapour
Égypte	Slovaquie
Espagne	Suède
États-Unis	Suisse
Finlande	Tchèque (Rép.)
France	Thaïlande
Hongrie	Turquie
Inde	Uruguay
Indonésie	Venezuela

## LE BIPM ET LA CONVENTION DU MÈTRE

Le Bureau international des poids et mesures (BIPM) a été créé par la Convention du Mètre signée à Paris le 20 mai 1875 par dix-sept États, lors de la dernière séance de la Conférence diplomatique du Mètre. Cette Convention a été modifiée en 1921.

Le Bureau international a son siège près de Paris, dans le domaine (43520 m<sup>2</sup>) du Pavillon de Breteuil (Parc de Saint-Cloud) mis à sa disposition par le Gouvernement français ; son entretien est assuré à frais communs par les États membres de la Convention du Mètre.

Le Bureau international a pour mission d'assurer l'unification mondiale des mesures physiques ; il est donc chargé :

- d'établir les étalons fondamentaux et les échelles pour la mesure 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 mesures des constantes physiques fondamentales qui interviennent dans les activités ci-dessus.

Le Bureau international fonctionne sous la surveillance exclusive du Comité international des poids et mesures (CIPM), placé lui-même sous l'autorité de la Conférence générale des poids et mesures (CGPM) à laquelle il présente son rapport sur les travaux accomplis par le Bureau international.

La Conférence générale rassemble des délégués de tous les États membres de la Convention du Mètre et se réunit actuellement tous les quatre ans dans le but :

- de discuter et de provoquer les mesures nécessaires pour assurer la propagation et le perfectionnement du Système international d'unités (SI), forme moderne du Système métrique ;



- de sanctionner les résultats des nouvelles déterminations métrologiques fondamentales et d'adopter les diverses résolutions scientifiques de portée internationale ;
- d'adopter toutes les décisions importantes concernant la dotation, l'organisation et le développement du Bureau international.

Le Comité international comprend dix-huit membres appartenant à des États différents ; il se réunit actuellement tous les ans. Le bureau de ce Comité adresse aux Gouvernements des États membres de la Convention du Mètre un rapport annuel sur la situation administrative et financière du Bureau international. La principale mission du Comité international est d'assurer l'unification mondiale des unités de mesure, en agissant directement, ou en soumettant des propositions à la Conférence générale.

Limitées à l'origine aux mesures de longueur et de masse et aux études métrologiques en relation avec ces grandeurs, les activités du Bureau international ont été étendues aux étalons de mesure électriques (1927), photométriques et radiométriques (1937), des rayonnements ionisants (1960) et aux échelles de temps (1988). Dans ce but, un agrandissement des premiers laboratoires construits en 1876-1878 a eu lieu en 1929 ; de nouveaux bâtiments ont été construits en 1963-1964 pour les laboratoires de la section des rayonnements ionisants, en 1984 pour le travail sur les lasers et en 1988 a été inauguré un bâtiment pour la bibliothèque et des bureaux.

Environ quarante-cinq physiciens et techniciens travaillent dans les laboratoires du Bureau international. Ils y font principalement des recherches métrologiques, des comparaisons internationales des réalisations des unités et des vérifications d'étalons. Ces travaux font l'objet d'un rapport annuel détaillé qui est publié avec les *Procès-verbaux des séances du Comité international*.

Devant l'extension des tâches confiées au Bureau international en 1927, le Comité international a institué, sous le nom de Comités consultatifs, des organes destinés à le renseigner sur les questions qu'il soumet, pour avis, à leur examen. Ces Comités consultatifs, qui peuvent créer des groupes de travail temporaires ou permanents pour l'étude de sujets particuliers, sont chargés de coordonner les travaux internationaux effectués dans leurs domaines respectifs et de proposer au Comité international des recommandations concernant les unités.

Les Comités consultatifs ont un règlement commun (*BIPM Proc.-verb. Com. int. poids et mesures*, 1963, **31**, 97). Ils tiennent leurs sessions à des intervalles irréguliers. Le président de chaque Comité consultatif est désigné par le Comité international ; il est généralement membre du Comité international.

Les Comités consultatifs ont pour membres des laboratoires de métrologie et des instituts spécialisés, dont la liste est établie par le Comité international, qui envoient des délégués de leur choix. Ils comprennent aussi des membres nominativement désignés par le Comité international, et un représentant du Bureau international (Critères pour être membre des Comités consultatifs, *BIPM Proc.-verb. Com. int. poids et mesures*, 1996, **64**, 6). Ces Comités sont actuellement au nombre de neuf :

1. Le Comité consultatif d'électricité et magnétisme (CCEM), nouveau nom donné en 1997 au Comité consultatif d'électricité (CCE) créé en 1927 ;
2. Le Comité consultatif de photométrie et radiométrie (CCPR), nouveau nom donné en 1971 au Comité consultatif de photométrie (CCP) créé en 1933 (de 1930 à 1933 le CCE s'est occupé des questions de photométrie) ;
3. Le Comité consultatif de thermométrie (CCT), créé en 1937 ;
4. Le Comité consultatif des longueurs (CCL), nouveau nom donné en 1997 au Comité consultatif pour la définition du mètre (CCDM) créé en 1952 ;
5. Le Comité consultatif du temps et des fréquences (CCTF), nouveau nom donné en 1997 au Comité consultatif pour la définition de la seconde (CCDS) créé en 1956 ;
6. Le Comité consultatif des rayonnements ionisants (CCRI), nouveau nom donné en 1997 au Comité consultatif pour les étalons de mesure des rayonnements ionisants (CCEMRI) créé en 1958 (en 1969, ce Comité consultatif a institué quatre sections: Section I (Rayons x et  $\gamma$ , électrons), Section II (Mesure des radionucléides), Section III (Mesures neutroniques), Section IV (Étalons d'énergie  $\alpha$ ) ; cette dernière section a été dissoute en 1975, son domaine d'activité étant confié à la Section II) ;
7. Le Comité consultatif des unités (CCU), créé en 1964 (ce Comité consultatif a remplacé la « Commission du système d'unités » instituée par le Comité international en 1954) ;
8. Le Comité consultatif pour la masse et les grandeurs apparentées (CCM), créé en 1980 ;
9. Le Comité consultatif pour la quantité de matière (CCQM), créé en 1993.

Les travaux de la Conférence générale, du Comité international et des Comités consultatifs sont publiés par les soins du Bureau international 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* ;
- *Rapports des sessions des Comités consultatifs*.

Le Bureau international publie aussi des monographies sur des sujets métrologiques particuliers et, sous le titre *Le Système international d'unités (SI)*, une brochure remise à jour périodiquement qui rassemble toutes les décisions et recommandations concernant les unités.

La collection des *Travaux et mémoires du Bureau international des poids et mesures* (22 tomes publiés de 1881 à 1966) a été arrêtée par décision du Comité international, de même que le *Recueil de travaux du Bureau international des poids et mesures* (11 volumes publiés de 1966 à 1988).

Les travaux du Bureau international font l'objet de publications dans des journaux scientifiques ; une liste en est donnée chaque année dans les *Procès-verbaux des séances du Comité international*.

Depuis 1965 la revue internationale *Metrologia*, éditée sous les auspices du Comité international des poids et mesures, publie des articles sur la métrologie scientifique, sur l'amélioration des méthodes de mesure, les travaux sur les étalons et sur les unités, ainsi que des rapports concernant les activités, les décisions et les recommandations des organes de la Convention du Mètre.

**LISTE DES MEMBRES  
DU COMITÉ CONSULTATIF DES UNITÉS**  
au 16 avril 1996

**Président**

I.M. Mills, Union internationale de chimie pure et appliquée [UICPA],  
Commission STU.

**Secrétaire exécutif**

D.A. Blackburn, Bureau international des poids et mesures [BIPM], Sèvres.

**Membres**

Comité d'État de la fédération de Russie pour les normes [GOST], Moscou.

Commission électrotechnique internationale [CEI], Comité technique n° 25.

Commission internationale de l'éclairage [CIE].

Institut national de métrologie [NIM], Beijing.

International Commission on Radiation Units and Measurements [ICRU].

National Institute of Standards and Technology [NIST], Gaithersburg.

National Physical Laboratory [NPL], Teddington.

National Research Laboratory of Metrology [NRLM], Tsukuba.

Organisation internationale de métrologie légale [OIML].

Organisation internationale de normalisation [ISO], ISO Comité technique 12.

Physikalisch-Technische Bundesanstalt [PTB], Braunschweig et Berlin.

Union astronomique internationale [UAI].

Union internationale de chimie pure et appliquée [UICPA], Commission STU.

Union internationale de physique pure et appliquée [UIPPA], Commission  
SUN-AMCO.

H.H. Jensen, Copenhague.

M.L. McGlashan\*, Londres.

L. Villena, Madrid.

Le directeur du Bureau international des poids et mesures [BIPM], Sèvres.

---

\* Nous vous faisons part avec tristesse du décès de M. McGlashan, le 18 juillet 1997.

COMITÉ CONSULTATIF  
DES UNITÉS

RAPPORT  
DE LA 12<sup>e</sup> SESSION

(16-17 avril 1996)

AU COMITÉ INTERNATIONAL  
DES POIDS ET MESURES

## Ordre du jour

- 1 Ouverture de la session ; nomination d'un rapporteur.
- 2 Rapport sur la 84<sup>e</sup> session du Comité international.
- 3 Septième édition de la brochure sur le SI :
  - 3.1 Discussion générale sur la brochure sur le SI ;
  - 3.2 Rapport du Groupe de travail 1 : le neper et le bel ;
  - 3.3 Rapport du Groupe de travail 2 : le grade ;
  - 3.4 Rapport du Groupe de travail 3 : les préfixes ;
  - 3.5 Rapport du Groupe de travail 4 : règles d'écriture des unités et des nombres dans le SI ;
  - 3.6 Proposition de modifier la Section IV de la sixième édition de la brochure sur le SI ;
  - 3.7 La mole et l'unité de masse atomique unifiée (définition de la mole et d'autres unités de base).
- 4 Production de la nouvelle brochure sur le SI.
- 5 Le becquerel.
- 6 Document de l'OIML.
- 7 Questions diverses.

## 1 OUVERTURE DE LA SESSION ; NOMINATION D'UN RAPPORTEUR

Le Comité consultatif des unités (CCU) a tenu sa 12<sup>e</sup> session au Bureau international des poids et mesures, à Sèvres ; quatre séances ont eu lieu, les 16 et 17 avril 1996.

Étaient présents : Mme S. Débarbat (UAI), MM. P. Drath (PTB), R. Galle (OIML), J. Gallop (NPL), H. Imai (NRLM), J. Kovalevsky (secrétaire du CIPM, président du CCDS), C.E. Kuyatt (CEI), M.L. McGlashan, I.M. Mills (président), B.W. Petley (IUPAP/SUN-AMCO), T.J. Quinn (directeur du BIPM), B.N. Taylor (NIST), A.J. Thor (ISO).

Invité : M. B. Guinot (le 16 avril).

Assistaient aussi à la session : M. P. Giacomo (directeur honoraire du BIPM) ; M. D.A. Blackburn, Mme D. Le Coz (BIPM).

Excusés : la CIE, l'ICRU, MM. J. de Boer et L. Villena.

Absents : le GOST, le NIM et M. H.H. Jensen.

M. Quinn, directeur du BIPM, souhaite la bienvenue aux participants. M. Gallop est nommé rapporteur ; il sera assisté de M. Blackburn. L'ordre du jour est adopté.

M. Quinn fait part avec tristesse du décès de M. Moreau, ancien secrétaire du CCU, qui a, pendant de nombreuses années, apporté une aide exceptionnelle au Comité.



## 2 RAPPORT SUR LA 84<sup>e</sup> SESSION DU COMITÉ INTERNATIONAL

En l'absence de M. de Boer, M. Quinn a présenté à la 84<sup>e</sup> session du Comité international en octobre 1995 un rapport sur la 11<sup>e</sup> session du CCU. Les procès-verbaux de cette session du Comité international étant sous presse au moment de la 12<sup>e</sup> session du CCU, M.Quinn en fait un bref résumé. Il informe les participants de la discussion approfondie qui a eu lieu au Comité international sur le rapport du CCU ; le Comité international n'a pas approuvé officiellement les propositions faites par le CCU lors de sa 11<sup>e</sup> session. (Ces propositions consistaient à déplacer certaines unités d'un tableau à un autre dans la septième édition de la brochure sur le Système international d'unités, SI.) Le Comité international préfère agir avec prudence à ce sujet, car il n'a pas l'autorité morale pour inciter les autres organisations à suivre ses recommandations.

Quant au projet de recommandation sur les multiples de deux employés en informatique, le Comité international a décidé qu'il est trop tard pour agir contre l'usage incorrect des préfixes du SI avec des mots comme « octet ».

M. Kovalevsky confirme ce que vient de dire M. Quinn. Il précise que les membres du Comité international étaient divisés quant à la manière de traiter les unités en dehors du SI. Certains membres du Comité international considèrent la brochure sur le SI comme « la » source d'information sur le SI proprement dit et une source d'information sur les unités en dehors du SI ; ils pensent donc que cette brochure devrait inclure le plus d'informations possible sur les unités en dehors du SI. D'autres préfèrent qu'il soit fait le moins possible référence aux unités en dehors du SI.

M.Quinn remarque qu'il est essentiel que le CCU réfléchisse aux fonctions de base de cette brochure et identifie quels en sont les objectifs prioritaires. Il énonce deux fonctions qui sont d'une importance particulière :

- 1) définir le SI et ses règles d'emploi, faisant de ce document un ouvrage fondamental pour les organismes à vocation normative, comme l'ISO, et les rédacteurs de journaux scientifiques ;
- 2) faire connaître le SI à un public plus large dans le domaine des sciences et des techniques.

M. Quinn estime que cette brochure doit évoluer en douceur, et note que l'utilisation du SI sur le plan international a beaucoup progressé depuis les années 1970.

Dans la discussion au sujet du rejet par le Comité international de la proposition du CCU sur l'emploi des multiples de deux en informatique, il est mentionné que la Commission électrotechnique internationale et l'Institute of Electrical and Electronics Engineers ont mis en place des groupes de travail pour étudier cette question importante. Ces deux organismes sont clairement préoccupés par cette question ; le CCU a donc décidé d'attirer l'attention du CIPM sur ce point, pour l'inviter à prendre acte de leurs activités à ce sujet.

Il est décidé de soumettre à nouveau au Comité international une version révisée du projet de recommandation sur les multiples de deux pour les unités utilisées dans les techniques informatiques, la Recommandation U 1 (1996).

### 3 SEPTIÈME ÉDITION DE LA BROCHURE SUR LE SI

#### 3.1 Discussion générale sur la brochure sur le SI

M. Drath se demande s'il est nécessaire que la brochure sur le SI soit mise à jour aussi souvent que par le passé (c'est-à-dire en moyenne tous les quatre ans).

De l'avis général, les prochaines éditions de cette brochure devraient viser un public plus large ; ce document ne doit pas être seulement destiné aux rédacteurs de documents officiels. M. Quinn dit que la sixième édition de la brochure sur le SI a été imprimée à 2000 exemplaires, et il n'en reste plus que 400. Il note que cela ne représente qu'une petite partie des exemplaires imprimés dans le monde, par exemple 10 000 exemplaires de l'édition en anglais ont été distribués par le NIST, sans compter ceux diffusés par le NPL.

Les participants approuvent la proposition de M. Mills de laisser le CCU décider des principes généraux et de la structure de la nouvelle édition de la brochure sur le SI, et en particulier de ce qui doit y figurer, et de laisser le soin à MM. Quinn et Blackburn de préparer un nouveau projet, sur la base des discussions en cours, qui sera soumis aux membres du Comité.

Tous considèrent qu'il est souhaitable de conserver à la brochure sur le SI sa forme actuelle, fondée sur son évolution historique, malgré la suggestion de M. Blackburn de lui adjoindre quelques centaines de mots et de réorganiser le document, pour mettre en évidence le système qui sous-tend le SI, sans perdre le sens de l'évolution historique du SI.

#### 3.2 Rapport du Groupe de travail 1 : le neper et le bel

Le document CCU/96-1 préparé par le Groupe de travail sur le neper et le bel est discuté par le CCU. Il est reconnu qu'il existe un problème général lié aux unités de dimension un et qu'il serait opportun de résoudre ce problème à l'avenir en faisant figurer l'unité *un* dans le tableau du SI sur les unités SI dérivées

ayant des noms spéciaux (Tableau 3 de la septième édition, *Unités SI dérivées ayant des noms spéciaux et des symboles particuliers*). M. McGlashan signale que de nombreuses grandeurs physiques sont exprimées par des nombres simples.

M. Giacomo rappelle aux participants que rien n'indique, dans le nom des grandeurs qui s'expriment avec les unités neper ou bel, qu'elles expriment des logarithmes de rapports ; M. Imai est de son avis. Le Comité décide d'adjoindre une explication convenable à ce sujet sous forme de note. Il reconnaît que le neper est une unité cohérente du SI, mais que le bel, et en particulier ses multiples et sous-multiples décimaux, est de loin l'unité la plus utilisée en pratique. L'ISO fait figurer le neper et le bel dans ses normes depuis de nombreuses années. Le Comité approuve la suggestion du Groupe de travail de proposer au Comité international d'introduire le neper et le bel dans un tableau du SI sur les unités en usage avec le Système international (Tableau 6 de la septième édition, *Unités en dehors du Système international en usage avec le Système international*). Un groupe de travail composé de MM. Drath, Kuyatt, Mills et Thor est chargé de rédiger les notes qui s'y rapportent.

### 3.3 Rapport du Groupe de travail 2 : le grade

Le document CCU/96-2 préparé par le Groupe de travail sur le grade, ou gon, est discuté en même temps que les commentaires rédigés par MM. de Boer, Taylor et Quinn. Parmi les points évoqués, le fait d'utiliser de manière courante des systèmes de positionnement par satellites pour la navigation diminue l'importance du grade pour les mesures à la surface de la Terre. Restent, en faveur du grade, les arguments liés à la métrologie légale et à la topographie. Le Comité décide de reporter la décision de faire figurer le grade dans un tableau du SI sur les unités en usage avec le Système international (par exemple le Tableau 8 de la septième édition, *Autres unités en dehors du SI en usage avec le Système international*) à une date ultérieure, et de demander un complément d'information à l'Organisation internationale de métrologie légale et à l'International Institute of Navigation. (M. Galle signale par la suite que l'usage du grade est de plus en plus courant dans les documents internationaux en topographie.)

### 3.4 Rapport du Groupe de travail 3 : les préfixes

Lors de la 11<sup>e</sup> session du CCU, il avait été suggéré que les progrès des sciences et des techniques pourraient prochainement entraîner le besoin de nouveaux préfixes SI qui excèderaient de loin ceux qui y figurent actuellement. De plus, les astronomes pourraient être encouragés à utiliser le SI s'ils

disposaient de préfixes leur permettant d'exprimer les distances en astronomie de manière simple.

Dans la discussion, le Comité était partagé sur cette question. Certains étaient opposés à la création de nouveaux préfixes, et à leur emploi, préférant encourager celui de la notation scientifique. D'autres trouvaient les propositions du Groupe de travail bien fondées et étaient d'avis qu'elles pouvaient servir de fondement à de nouvelles définitions.

Le Groupe de travail est chargé de présenter un rapport sur les préfixes, pour commentaires, aux cinq organisations internationales suivantes : CEI, ISO, UICPA, UIPPA, SUN-AMCO.

### 3.5 Rapport du Groupe de travail 4 : règles d'écriture des unités et des nombres dans le SI

Le projet de document du Groupe de travail 4 sur l'écriture des unités et des nombres dans le SI (CCU/96-3) est ensuite discuté.

M. Quinn propose d'ajouter la note suivante au projet : « La virgule est employée en anglais dans les documents du BIPM, et dans les normes de la CEI et de l'ISO. Dans les normes ISO 31 et CEI 27 la virgule est recommandée comme seul séparateur décimal. » Cette modification est approuvée. (Note : lors de sa session en 1997, le Comité international a décidé d'utiliser le point comme séparateur décimal dans le texte anglais ; il s'agit ici d'une traduction de la virgule, qui est le séparateur décimal en français.)

Il est décidé de remplacer systématiquement dans la nouvelle brochure sur le SI l'expression « *for example* » figurant à la Section III.2 du texte anglais de la sixième édition par le seul terme « *example(s)* ». Il est aussi décidé de conserver parmi les exemples cités le  $\text{cm}^{-1}$ , qui figure dans la même section.

Il est discuté de la possibilité de donner des exemples d'expressions incorrectes impliquant des grandeurs. Il est décidé :

- de ne pas fixer de règles pour l'écriture des équations mathématiques lorsque celles-ci ne tiennent pas sur une seule ligne (bien que la proposition faite dans le document CCU/96-3 soit en accord avec la nouvelle norme ISO, un certain nombre d'autres règles sont encore largement utilisées à présent) ;
- de ne donner aucune explication au sujet du symbole %, parce que le SI ne reconnaît pas officiellement l'emploi de ce symbole (les exemples utilisant ce symbole % seront aussi supprimés) ;

- qu'il est utile de donner un exemple d'écriture d'une grandeur négative (un exemple de ce type pourrait être :  $l = 7 \text{ m} - 12 \text{ m} = (7 - 12) \text{ m}$ , *mais pas*  $l = 7 - 12 \text{ m}$ ).

Le document CCU/96-15 est ensuite discuté ; il propose d'expliciter les règles d'écriture des symboles des unités et des expressions algébriques des grandeurs. Cette proposition se présente sous la forme d'une nouvelle Section IV.5 à inclure dans la septième édition de la brochure sur le SI. M. Taylor explique la logique qui sous-tend ces propositions, qui n'ont pas encore été adoptées par l'ISO. Après une discussion détaillée de ce document, il est décidé, dans l'éventualité où une telle section serait incorporée à la nouvelle édition du SI, de réviser la rédaction des paragraphes 1 et 2, de conserver tels quels les paragraphes 3 et 6, et de supprimer les paragraphes 4, 5 et 7.

### 3.6 Proposition de modifier la Section IV de la sixième édition de la brochure sur le SI

M. Mills fait quelques remarques préliminaires pour introduire le texte qu'il propose en remplacement de celui de la Section IV de la sixième édition de la brochure sur le SI. Il note que les unités en dehors du SI appartiennent à trois catégories :

- 1) les unités telles que l'heure, la minute et la seconde qui continueront à être employées universellement ;
- 2) les unités électronvolt et masse atomique unifiée, dont les facteurs de conversion sont fondés sur des mesures expérimentales ;
- 3) les unités telles que le bar et le barn qui sont utilisées dans le monde entier, mais dont l'usage est appelé à disparaître.

M. Mills pense que cette section doit présenter le SI de manière positive, en évitant toute polémique. Une longue discussion s'ensuit et les points suivants sont approuvés :

- L'année ne doit pas figurer dans le nouveau tableau sur les unités en dehors du Système international en usage avec le Système international (Tableau 6 de la septième édition, *Unités en dehors du Système international en usage avec le Système international*), parce que cette unité a fait l'objet de nombreuses définitions.
- L'hectare doit figurer sous une entrée séparée de l'are.
- Les trois paragraphes d'introduction à la Section IV sont les suivants :  
L'usage des unités SI est recommandé dans les sciences, les techniques et le commerce. Ces unités sont adoptées au niveau international par la

Conférence générale et servent aujourd'hui de référence pour définir toutes les autres unités. Les unités de base du SI et les unités SI dérivées, y compris les unités ayant des noms spéciaux, ont l'avantage essentiel de former un ensemble cohérent et, par conséquent, de rendre inutiles les conversions entre unités lorsque l'on donne des valeurs particulières aux grandeurs dans des équations entre grandeurs.

Cependant, l'on constate que certaines unités en dehors du SI sont encore largement utilisées dans les publications scientifiques, techniques ou commerciales, et certaines le seront probablement encore pendant de nombreuses années. D'autres unités en dehors du SI, comme les unités de temps, sont d'un usage si répandu dans la vie quotidienne, et si profondément enraciné dans l'histoire et la culture des hommes, qu'elles continueront à être utilisées dans l'avenir prévisible. C'est la raison pour laquelle les principales unités en dehors du SI sont mentionnées dans les tableaux suivants.

Ce n'est pas parce que des tableaux d'unités en dehors du SI figurent dans ce document que l'on peut en déduire qu'il faut encourager l'usage de ces unités. À l'exception de quelques cas, discutés plus loin, les unités SI doivent toujours être utilisées de préférence aux unités en dehors du SI. Il est souhaitable d'éviter d'associer des unités SI à des unités en dehors du SI ; en particulier, l'association de ces unités aux unités SI pour former des unités composées doit être limitée à des cas particuliers afin de ne pas perdre l'avantage de la cohérence conférée par l'usage des unités SI.

(Note : Les numéros des tableaux figurant dans le document CCU/96-20 correspondent aux numéros des tableaux de la septième édition de la brochure sur le SI. Seuls certains titres ont été légèrement modifiés.)

Faisant référence au Tableau 6 du document CCU/96-20 (*Unités en dehors du Système international en usage avec le Système international*), il est suggéré de regrouper les unités de même nature par des accolades, comme dans la sixième édition, et d'ajouter une troisième accolade pour le neper et le bel. La note <sup>(b)</sup> relative au degré sera révisée par le Groupe de travail.

Il conviendrait de donner la valeur de l'incertitude associée à la valeur de l'unité astronomique, au Tableau 7 (*Unités en dehors du SI en usage avec le Système international dont la valeur est obtenue expérimentalement*). M. Kovalevsky, Mme Débarbat et l'UAI en sont chargés. Une note sera ajoutée à ce tableau.

Suite à une suggestion de M. Thor, il est décidé d'utiliser le symbole « V » au lieu du nom « volt » dans la note du Tableau 7 sur l'électronvolt.

Au Tableau 8, la note de l'éditeur est supprimée.

L'ensemble du troisième paragraphe de la Section IV.2 du document CCU/96-20 (Section IV.3 dans la sixième édition) sera supprimé.

Lors de la discussion sur les unités CGS, il est décidé de supprimer la note sur les unités CGS ayant un nom spécial ; le stilb et le phot continueront à figurer au Tableau 9 (*Unités CGS dérivées ayant des noms spéciaux*). Par un vote à la majorité des voix, il est décidé d'utiliser le signe «  $\hat{=}$  » dans le tableau pour exprimer « correspond à » au lieu du mot. Il est aussi décidé de ne pas séparer par groupes de trois les nombres à quatre chiffres, et de ne conserver que le seul symbole « G » pour le gauss.

M. Petley souligne l'importance de l'unité de masse atomique unifiée, u, pour la spectrométrie de masse de précision. Il signale que les définitions données par l'UIPPA et l'ISO diffèrent légèrement de celle donnée dans la brochure. La définition de cette unité en dehors du SI n'est pas de la compétence de la Conférence générale. Le problème posé par ces différentes définitions est que pour les besoins de la spectrométrie de masse moderne de haute précision il est essentiel de préciser que la définition se réfère à un atome de carbone 12 non lié, au repos, et dans son état fondamental. MM.Mills, McGlashan et Thor sont du même avis, et il est décidé à l'unanimité de changer cette note.

Le Comité décide que le symbole du torr au Tableau 10 (*Exemples d'autres unités en dehors du Système international*) soit « Torr ». Conformément à la proposition de M. de Boer, et après discussion, il est décidé de déplacer le fermi, le gamma et le micron au Tableau 10 avec les notes s'y référant. La note figurant actuellement au bas du Tableau 10 sera supprimée.

### 3.7 La mole et l'unité de masse atomique unifiée (définition de la mole et d'autres unités de base)

Le document CCU/96-7, préparé par M. Petley au nom de l'UIPPA, concerne un changement de la définition de la mole et de l'unité de masse atomique unifiée pour y adjoindre la phrase « non liée et dans leur état fondamental ». Après discussion, M. Quinn souligne qu'il est impossible de changer la définition des unités sans une décision de la Conférence générale. Il est décidé que le groupe chargé de la nouvelle édition de la brochure sur le SI rédigera un texte qui complètera la définition, pour préciser ce point.



## 4 PRODUCTION DE LA NOUVELLE BROCHURE SUR LE SI

Le CCU décide de déléguer la responsabilité de la production de la septième édition de la brochure sur le SI à M. Quinn et M. Blackburn. Un projet sera distribué à tous les membres du CCU avant d'être présenté au Comité international en septembre 1996.

L'introduction sera re-rédigée afin de préciser l'objectif de la brochure. Cette septième édition vise un public plus large, tel que l'ensemble des spécialistes des sciences et des techniques. La nouvelle édition incorporera les modifications à la Section IV (tableaux et unité de dimension 1) demandées par le CCU, et l'Annexe II, sur la mise en pratique des définitions des principales unités, sera mise à jour pour tenir compte des plus récentes décisions de la Conférence générale et du rapport du Groupe de travail du CCDS sur l'application de la relativité générale à la métrologie du temps et des longueurs. La numérotation des sections sera conforme aux normes de l'ISO.

En ce qui concerne la présentation des définitions des unités SI figurant à la Section II de la brochure, M. Petley signale les incohérences dans la manière actuelle de séparer les définitions du reste du texte. Les italiques et les retraits sont utilisés comme séparateurs sans qu'il y ait une règle stricte, en particulier pour la définition du kilogramme. De plus, les organismes et les auteurs qui font référence à cette brochure éprouvent une certaine difficulté à décider quelle partie du texte explicatif doit accompagner la définition des unités et ainsi atteindre l'utilisateur final. Il suggère que le texte explicatif principal figure aussi en retrait. M. Quinn pense qu'il est préférable de laisser les choses en l'état, et que les questions de mise en page signalées par M. Petley soient laissées à l'appréciation du groupe chargé de la mise au point du texte.

M. Petley souligne que la précision apportée à la définition de l'unité de masse atomique unifiée a des implications sur la définition de la mole : le problème

est que l'entité carbone 12 n'est pas connue sans ambiguïté, même si une note accompagne la définition. M. Mills (qui représente ici le point de vue de l'UICPA) et M. McGlashan sont tous deux favorables à un changement qui tienne compte de ces propositions. M. Petley signale que plusieurs choix sont possibles, il n'est donc peut-être pas nécessaire de changer la définition de la mole. M. Giacomo dit qu'il est souhaitable d'avoir une définition aussi peu controversée que possible et vante les mérites d'un texte de mise en pratique.

M. Petley signale que ses remarques sur la mole sont soumises pour publication à *Metrologia* (1996, **33**, 261-264). Le CCU est d'avis que si ce texte était publié sous peu, il serait possible au Comité international de considérer cette question sans qu'il soit nécessaire que le CCU rédige un projet de résolution à ce sujet. Il est décidé qu'il n'est pas nécessaire que le CCU fasse quoi que ce soit à ce sujet.

## 5 LE BECQUEREL

M. Quinn présente un document (CCU/96-13) du Commissariat à l'énergie atomique (CEA) français sur l'unité de radioactivité, le becquerel, lequel suggère que certains problèmes dans le domaine de l'industrie nucléaire seraient peut-être dus au fait que la grandeur correspondant à une unité becquerel est trop petite. Le CEA propose de donner un nom spécial à la grandeur  $10^6$  becquerel. M. Quinn dit qu'il n'est pas favorable à cette proposition, l'ICRU non plus. Le président et les participants sont d'avis qu'un changement n'est pas nécessaire. M. Galle ajoute que ce serait un retour en arrière que d'ajouter une unité supplémentaire dans ce domaine.

## 6 DOCUMENT DE L'OIML

M. Galle, au nom de l'OIML, présente un projet de révision du document international OIML D 2 sur les unités de mesure légales qui a été soumis pour approbation au Comité international de métrologie légale en mars 1996. M. Quinn note qu'il est difficile de comparer ce document et la brochure sur le SI. Presque toutes les unités mentionnées dans le document de l'OIML figurent dans la brochure sur le SI, et quand le chevauchement est incomplet, par exemple pour des unités telles que le millimètre de mercure, il ne voit aucune raison d'adopter l'unité qui ne figure pas dans le SI. Le président suggère d'inclure le neper et le bel dans le document de l'OIML.

## 7 QUESTIONS DIVERSES

Le président exprime ses remerciements aux participants pour leur coopération active. Il remercie aussi le directeur et le personnel du Bureau international de leur hospitalité et leur efficacité qui a permis le bon déroulement de cette réunion. Il déclare la session close et exprime ses meilleurs vœux de santé, ainsi que ceux de ses collègues, à M. Jan de Boer.

M. Quinn, au nom de tous les membres du CCU, remercie le président pour son efficacité dans la conduite des discussions.

Le Comité décide qu'il n'est pas nécessaire de réunir à nouveau le CCU dans un proche avenir ; la prochaine réunion pourrait avoir lieu en 1998, avant la prochaine Conférence générale, pour discuter des projets éventuels de résolutions sur la mole et le neper.

J. GALLOP, rapporteur  
juillet 1996  
révisé avril 1998

RECOMMANDATION DU  
COMITÉ CONSULTATIF DES UNITÉS  
PRÉSENTÉE AU  
COMITÉ INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES

Recommandation U 1 (1996) :

Multiples de deux pour les unités utilisées dans les techniques informatiques\*

Le Comité consultatif des unités,

considérant

- que la Conférence générale des poids et mesures a adopté un ensemble de préfixes à utiliser pour former les multiples et les sous-multiples décimaux des unités du SI,
- que les techniques informatiques ont un besoin grandissant d'exprimer les multiples de deux pour les unités telles que le bit et l'octet,
- que l'utilisation des préfixes du SI dans les techniques informatiques pour exprimer les multiples de deux pour de telles unités entraîne des risques de confusion,

rappelant que les préfixes du SI représentent strictement des puissances de dix, prenant acte du travail en cours, en particulier au sein de la Commission électrotechnique internationale (CEI) mais aussi dans d'autres organisations, pour trouver d'autres moyens d'exprimer les puissances de deux,

soutient les efforts de la CEI pour parvenir à un accord international sur les noms et les symboles des préfixes destinés à former les puissances de deux pour les techniques informatiques.

---

\* Lors de sa 85<sup>e</sup> session en 1996, le Comité international des poids et mesures a adopté cette recommandation en tant que Recommandation 2 (CI-1996).

## ANNEXE U 1. Documents de travail présentés à la 12<sup>e</sup> session du CCU

Ces documents de travail peuvent être obtenus dans leur langue originale sur demande adressée au BIPM.

### Document

CCU/

- |       |  |
|-------|--|
| 96-1  | Working group on the neper and the bel: report and proposals to the CCU, 6 p.  |
| 96-2  | Working group 2 on the gon (or grade): report and proposals to the CCU, 5 p.   |
| 96-3  | Working group 4 on rules for expressing values of quantities in units of the SI: report and proposals to the CCU, 5 p. |
| 96-4  | Comments on WG reports, by J. de Boer, 3 p.  |
| 96-5  | NIST (États-Unis). — Comments on report WG 2 (gon), by B.N. Taylor, 3 p.   |
| 96-6  | BIPM. — The proposal to introduce the gon as unit for plane angle, by T.J. Quinn, 2 p.                                 |
| 96-7  | IUPAP. — IUPAP paper on the seventh edition of the SI brochure, by B. Petley, 3 p.                                     |
| 96-8  | BIPM. — Au sujet de la brochure sur le SI, Note de P. Giacomo, 3 p.  |
| 96-9  | BIPM. — Au sujet du bel et du néper, Note de P. Giacomo, 2 p.  |
| 96-10 | NPL(Royaume-Uni). — The mole and the unified atomic mass unit, by B.W. Petley, 5 p.                                    |

## Document

## CCU/

- 96-11 Working group on SI prefixes: report to the CCU, by I.M. Mills, B.W. Petley (Chairman) and B.N. Taylor, 7 p.
- 96-12 IUPAC. — Proposal for consideration at the next meeting of the CCU, in April 1996, by I. Mills, 9 p.
- 96-13 BIPM. — The unit of radioactivity, the becquerel, by T.J. Quinn, 3 p.
- 96-14 NIST (États-Unis). — Proposed Minor Modifications to the Section on SI Prefixes for the 7th Edition of the BIPM SI Brochure, by B.N. Taylor, 2 p.
- 96-15 NIST (États-Unis). — Proposal for Including Additional Rules in the 7th Edition of the BIPM SI Brochure Related to Unit Symbols and Expressing the Values of Quantities, by B.N. Taylor, 2 p.
- 96-16 OIML. — Draft revision of International Document OIMLD 2 “Legal Units of Measurement”, 23 p.
- 96-17 J. de Boer. — Revision of Chapter IV, *In* Document CCU/96-12, 3 p.
- 96-18 J. de Boer. — Concerning Biot and Franklin, *In* Document CCU/96-12, 3 p.
- 96-19 J. de Boer. — Note on WG Report SI Prefixes, 1 p.
- 96-20 BIPM. — The International System of Units (SI) – Draft 7th Edition, 1996, 16 p.
- 96-21 BIPM. — Dimensions, ratios and counts, by D.A. Blackburn, 6 p.
- 96-22 BIPM. — Seventh edition of the SI brochure, by D.A. Blackburn, 4 p.
- 96-23 ISO/TC 12. — Old Table 8 – on neper and bel (draft), by A.J. Thor, 1 p.
- 96-24 UAI. — Draft resolution and Recommendations of Commission 4 of IAU to the IAU General Assembly (1976), 1 p.



## LISTE DES SIGLES UTILISÉS DANS LE PRÉSENT VOLUME

### 1 Sigles de laboratoires, commissions et conférences

BIPM	Bureau international des poids et mesures
CCDS	Comité consultatif pour la définition de la seconde
CCU	Comité consultatif des unités
CEA	Commissariat à l'énergie atomique, Paris (France)
CEI/TC 25	Commission électrotechnique internationale, Comité technique n° 25 : Grandeurs et unités, et leurs symboles littéraux
CGPM	Conférence générale des poids et mesures
CIE	Commission internationale de l'éclairage
CIPM	Comité international des poids et mesures
GOST	Comité d'État de la fédération de Russie pour les normes, Moscou (Féd. de Russie)
ICRU	International Commission on Radiation Units and Measurements
ISO/TC 12	Organisation internationale de normalisation, Comité technique 12 : Grandeurs, unités, symboles, facteurs de conversion
IUPAC	<i>voir</i> UICPA
IUPAP	<i>voir</i> UIPPA
NIM	Institut national de métrologie, Beijing (Chine)
NIST	National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg (États-Unis)
NPL	National Physical Laboratory, Teddington (Royaume-Uni)
NRLM	National Research Laboratory of Metrology, Tsukuba (Japon)
OIML	Organisation internationale de métrologie légale
PTB	Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Braunschweig et Berlin (Allemagne)

STU	Commission on Physicochemical Symbols, Terminology and Units of the International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC)
SUN-AMCO	Commission for Symbols, Units, Nomenclature, Atomic Masses and Fundamental Constants of the International Union of Pure and Applied Physics (IUPAP)
UAI	Union astronomique internationale
UICPA/IUPAC	Union internationale de chimie pure et appliquée
UIPPA/IUPAP	Union internationale de physique pure et appliquée

## 2 Sigles des termes scientifiques

CGS	Système d'unités mécaniques à trois unités de base : centimètre, gramme, seconde
SI	Système international d'unités