

**COMITÉ CONSULTATIF DES UNITÉS**

**SESSION DE 1984**

---



BUREAU INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES



# COMITÉ CONSULTATIF DES UNITÉS

Rapport de la 9<sup>e</sup> Session

1984

Édité par le BIPM, Pavillon de Breteuil, F-92310 Sèvres, France



---

## NOTICE SUR LES ORGANES DE 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 (43 520 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<sup>(1)</sup>.

Le Bureau International a pour mission d'assurer 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.

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).

La Conférence Générale est formée des délégués de tous les États membres de la Convention du Mètre et se réunit actuellement tous les quatre ans. Elle reçoit à chacune de ses sessions le Rapport du Comité International sur les travaux accomplis, et a pour mission :

- 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 les décisions importantes concernant l'organisation et le développement du Bureau International.

Le Comité International est composé de 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.

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 (1937) et des rayonnements ionisants (1960). Dans ce but, un agrandissement des premiers laboratoires construits en 1876-1878 a eu lieu en 1929 et deux nouveaux bâtiments ont été construits en 1963-1964 pour les laboratoires de la Section des rayonnements ionisants.

---

(1) Au 31 décembre 1984, quarante-six États sont membres de cette Convention : Afrique du Sud, Allemagne (Rép. Fédérale d'), Allemande (Rép. Démocratique), Amérique (É.-U. d'), Argentine (Rép.), Australie, Autriche, Belgique, Brésil, Bulgarie, Cameroun, Canada, Chili, Chine (Rép. Pop. de), Corée (Rép. de), Corée (Rép. Pop. Dém. de), Danemark, Dominicaine (Rép.), Égypte, Espagne, Finlande, France, Hongrie, Inde, Indonésie, Iran, Irlande, Italie, Japon, Mexique, Norvège, Pakistan, Pays-Bas, Pologne, Portugal, Roumanie, Royaume-Uni, Suède, Suisse, Tchécoslovaquie, Thaïlande, Turquie, U.R.S.S., Uruguay, Venezuela, Yougoslavie.

Une trentaine de physiciens ou 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 dans les domaines mentionnés ci-dessus. Ces travaux font l'objet d'un rapport annuel détaillé qui est publié avec les procès-verbaux des séances du Comité International. La dotation annuelle du Bureau International est de l'ordre de 12 058 000 francs-or (en 1984), soit environ 21 880 000 francs français.

Devant l'extension des tâches confiées au Bureau International, le Comité International a institué depuis 1927, 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 des recommandations concernant les modifications à apporter aux définitions et aux valeurs des unités, en vue des décisions que le Comité International est amené à prendre directement ou à soumettre à la sanction de la Conférence Générale pour assurer l'unification mondiale des unités de mesure.

Les Comités Consultatifs ont un règlement commun (*BIPM Proc.-Verb. Com. Int. Poids et Mesures*, 31, 1963, p. 97). Chaque Comité Consultatif, dont la présidence est généralement confiée à un membre du Comité International, est composé de délégués de chacun des grands Laboratoires de métrologie et des Instituts spécialisés dont la liste est établie par le Comité International, de membres individuels désignés également par le Comité International et d'un représentant du Bureau International. Ces Comités tiennent leurs sessions à des intervalles irréguliers; ils sont actuellement au nombre de huit :

1. Le 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 Comité précédent (CCE) s'est occupé des questions de photométrie).
3. Le Comité Consultatif de Thermométrie (CCT), créé en 1937.
4. Le Comité Consultatif pour la Définition du Mètre (CCDM), créé en 1952.
5. Le Comité Consultatif pour la Définition de la Seconde (CCDS), créé en 1956.
6. Le 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 CIPM en 1954).
8. Le Comité Consultatif pour la Masse et les grandeurs apparentées (CCM), créé en 1980.

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 hors commerce rassemble les articles publiés dans des revues et ouvrages scientifiques et techniques, ainsi que certains travaux publiés sous forme de rapports multicopiés).

Le Bureau International publie de temps en temps, sous le titre *Les récents progrès du Système Métrique*, un rapport sur les développements du Système Métrique (SI) dans le monde.

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 Comité International.

Depuis 1965 la revue internationale *Metrologia*, éditée 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 rapports concernant les activités, les décisions et les recommandations des organes de la Convention du Mètre.

---

**Comité International des Poids et Mesures**

*Secrétaire*  
J. DE BOER

*Président*  
J. V. DUNWORTH

---

LISTE DES MEMBRES  
DU  
COMITÉ CONSULTATIF DES UNITÉS

---

*Président*

J. DE BOER, Secrétaire du Comité International des Poids et Mesures;  
Institut de Physique Théorique, Université d'Amsterdam, Amsterdam-  
C.

*Membres*

COMITÉ D'ÉTAT DE L'U.R.S.S. POUR LES NORMES [GOST], Moscou.  
COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE [CEI] : Comité d'Études  
N° 25.  
COMMISSION INTERNATIONALE DE L'ÉCLAIRAGE [CIE].  
CONSEIL NATIONAL DE RECHERCHES [NRC], Ottawa.  
INSTITUT NATIONAL DE MÉTROLOGIE [NIM], Beijing.  
INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIATION UNITS AND MEASUREMENTS  
[ICRU].  
NATIONAL BUREAU OF STANDARDS [NBS], Gaithersburg.  
NATIONAL PHYSICAL LABORATORY [NPL], Teddington (Grande-Bretagne).  
NATIONAL RESEARCH LABORATORY OF METROLOGY [NRLM], Ibaraki  
(Japon).  
ORGANISATION INTERNATIONALE DE MÉTROLOGIE LÉGALE [OIML].  
ORGANISATION INTERNATIONALE DE NORMALISATION [ISO] : Comité  
Technique 12.  
PHYSIKALISCH-TECHNISCHE BUNDESANSTALT [PTB], Braunschweig.

UNION INTERNATIONALE DE CHIMIE PURE ET APPLIQUÉE [UICPA]:  
Commission STU.

UNION INTERNATIONALE DE PHYSIQUE PURE ET APPLIQUÉE [UIPPA]:  
Commission SUN-AMCO.

M. L. MCGLASHAN, Londres.

L. VILLENA, Madrid.

Le directeur du Bureau International des Poids et Mesures [BIPM], Sèvres.

---



ORDRE DU JOUR  
de la 9<sup>e</sup> Session

---

1. Modifications à apporter à la brochure sur le SI :
    - a) le mètre;
    - b) grandeurs sans dimension;
    - c) unités supplémentaires;
    - d) photométrie;
    - e) autres changements;
    - f) possibilité d'une publication bilingue.
  2. Gray et sievert.
  3. La dioptrie.
  4. Vocabulaire international des termes fondamentaux et généraux de métrologie.
  5. Questions diverses.
-

---

RAPPORT  
DU  
COMITÉ CONSULTATIF DES UNITÉS  
(9<sup>e</sup> session — 1984)  
AU  
COMITÉ INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES

par D. T. GOLDMAN, rapporteur

---

Le Comité Consultatif des Unités (CCU) a tenu sa 9<sup>e</sup> session au Bureau International des Poids et Mesures, à Sèvres; quatre séances ont eu lieu les 19 et 20 juin 1984.

Étaient présents :

J. DE BOER, Secrétaire du CIPM, président du CCU.  
H. H. JENSEN, Secrétaire adjoint du CIPM.

Les délégués des laboratoires et organismes membres :

Commission Électrotechnique Internationale [CEI] : Comité d'Études N° 25 (Mme E. HAMBURGER, D. T. GOLDMAN).

Commission Internationale de l'Éclairage [CIE] (J. TERRIEN, H. MOREAU).

Conseil National de Recherches du Canada [NRC], Ottawa (H. PRESTON-THOMAS).

International Commission on Radiation Units and Measurements [ICRU] (A. ALLISY).

National Bureau of Standards [NBS], Gaithersburg (D. T. GOLDMAN).

National Physical Laboratory [NPL], Teddington (O. C. JONES, R. J. BELL).

National Research Laboratory of Metrology [NRLM], Ibaraki (K. MITSUI).

Organisation Internationale de Métrologie Légale [OIML] (F. ROTTER).

Organisation Internationale de Normalisation [ISO] : Comité Technique 12 (A. J. THOR).

Physikalisch-Technische Bundesanstalt [PTB], Braunschweig  
(S. GERMAN).

Union Internationale de Chimie Pure et Appliquée [UICPA]:  
Commission STU (N. KALLAY).

L'un des membres nominativement désignés :

L. VILLENA, Madrid.

Le directeur du BIPM (P. GIACOMO).

Assistaient aussi à la session : T. J. QUINN, sous-directeur du BIPM,  
R. P. HUDSON (BIPM).

Excusé : M. L. McGLASHAN, membre nominativement désigné.

Absents : Comité d'État de l'U.R.S.S. pour les Normes [GOST],  
Moscou; Institut National de Métrologie [NIM], Beijing; Union  
Internationale de Physique Pure et Appliquée [UIPPA] : Commission  
SUN-AMCO.

Le président souhaite la bienvenue aux participants et il les présente.  
Mr Goldman est désigné comme rapporteur, assisté de R. P. Hudson  
comme secrétaire.

L'ordre du jour proposé est adopté. Le point 5, Questions diverses,  
comprend : carat, masse/poids, grandeurs logarithmiques, litre (L ou l) et  
mole.

## **1. Modifications à apporter à la brochure sur le SI**

### **1 a. Nouvelle définition du mètre**

En 1983, la 17<sup>e</sup> CGPM a adopté une nouvelle définition de l'unité de  
base de longueur, le mètre. Il est donc demandé au CCU de modifier en  
conséquence la brochure sur « Le Système International d'Unités (SI) ». Le  
CCU est convenu d'apporter à la page 7 de la 4<sup>e</sup> édition la modification  
suivante : Remplacer les six premières lignes après le sous-titre II.1.1.  
*Définitions* par :

« La définition du mètre fondée sur le prototype international en  
platine iridié, en vigueur depuis 1889, avait été remplacée par la  
11<sup>e</sup> CGPM (1960) par une définition fondée sur la longueur d'onde  
d'une radiation du krypton 86.

Afin d'augmenter la précision de la réalisation du mètre, la  
17<sup>e</sup> CGPM (1983) a remplacé cette dernière définition par la  
suivante :

Le mètre est la longueur du trajet parcouru dans le vide par la

lumière pendant une durée de  $1/299\,792\,458$  de seconde (17<sup>e</sup> CGPM (1983), Résolution 1).

L'ancien prototype international du mètre... ».

Reprenant une suggestion faite antérieurement par Mr Vigoureux, Mr Jones soulève la question de savoir si la définition de la seconde devrait précéder celle du mètre. Cette proposition n'a pas rencontré d'appui.

Mr Kallay soulève la question des formes différentes que présentent les définitions des unités de base. Le président rappelle que cela a fait l'objet de discussions lors de la précédente réunion du CCU et le Comité en était arrivé à la conclusion que :

- a) les unités ont effectivement des définitions de type différent;
- b) des raisons historiques militent contre toute modification de ces définitions.

On fera figurer à l'Annexe I de la brochure sur le SI (p. 40 de la 4<sup>e</sup> édition) le texte complet des Résolutions 1 et 2 de la 17<sup>e</sup> CGPM :

#### RÉSOLUTION 1

La Dix-septième Conférence Générale des Poids et Mesures,

*considérant*

que la définition actuelle ne permet pas une réalisation du mètre suffisamment précise pour tous les besoins;

que les progrès réalisés dans l'asservissement des lasers permettent d'obtenir des radiations plus reproductibles et plus faciles à utiliser que la radiation étalon émise par une lampe à krypton 86;

que les progrès réalisés dans la mesure des fréquences et des longueurs d'onde de ces radiations ont abouti à des déterminations concordantes de la vitesse de la lumière dont l'exactitude est limitée principalement par la réalisation du mètre dans sa définition actuelle;

que les valeurs des longueurs d'onde déterminées à partir de mesures de fréquence et d'une valeur donnée de la vitesse de la lumière ont une précision supérieure à celle qui peut être obtenue par comparaison avec la longueur d'onde de la radiation étalon du krypton 86;

qu'il y a avantage, notamment pour l'astronomie et la géodésie, à maintenir inchangée la valeur de la vitesse de la lumière recommandée en 1975 par la 15<sup>e</sup> Conférence Générale des Poids et Mesures, dans sa Résolution 2 ( $c = 299\,792\,458$  m/s);

qu'une nouvelle définition du mètre a été envisagée sous diverses formes qui ont toutes pour effet de donner à la vitesse de la lumière une valeur exacte, égale à la valeur recommandée, et que cela n'introduit aucune discontinuité appréciable de l'unité de longueur, compte tenu de l'incertitude relative de  $\pm 4 \times 10^{-9}$  des meilleures réalisations du mètre dans sa définition actuelle;

que ces diverses formes, faisant appel soit au trajet parcouru par la lumière dans un intervalle de temps spécifié, soit à la longueur d'onde d'une radiation de fréquence mesurée ou de fréquence spécifiée, ont fait l'objet de consultations et de

discussions approfondies, qu'elles ont été reconnues équivalentes et qu'un consensus s'est dégagé en faveur de la première forme;

que le Comité Consultatif pour la Définition du Mètre est dès maintenant en mesure de donner des instructions pour la mise en pratique d'une telle définition, instructions qui pourront inclure l'emploi de la radiation orangée du krypton 86 utilisée jusqu'ici comme étalon et qui pourront être complétées ou révisées par la suite;

*décide*

1° Le mètre est la longueur du trajet parcouru dans le vide par la lumière pendant une durée de  $1/299\,792\,458$  de seconde.

2° La définition du mètre en vigueur depuis 1960, fondée sur la transition entre les niveaux  $2p_{10}$  et  $5d_5$  de l'atome de krypton 86, est abrogée.

RÉSOLUTION 2

La Dix-septième Conférence Générale des Poids et Mesures,

*invite* le Comité International des Poids et Mesures

à établir des instructions pour la mise en pratique de la nouvelle définition du mètre;

à choisir des radiations qui puissent être recommandées comme étalons de longueur d'onde pour la mesure interférentielle des longueurs et à établir des instructions pour leur emploi;

à poursuivre les études entreprises pour améliorer ces étalons.

A la page 28 de la brochure actuelle on ajoutera une note à la définition (1960) du mètre fondée sur le krypton 86 indiquant que cette définition a été abrogée en 1983.

Il est décidé que la mise en pratique de la définition de l'unité de longueur qui figure à l'Annexe II (p. 41) doit être celle qui a été décrite dans *Metrologia*, **19**, 1984, pp. 164-166. Il conviendra toutefois d'y ajouter une phrase d'introduction.

**1 b. Grandeurs sans dimension**

On discute longuement sur la modification à apporter à la Remarque de la page 13 de la brochure, qui concerne les grandeurs sans dimension. Il est convenu que cette Remarque deviendra un paragraphe normal avec un titre spécifique, « Grandeurs sans dimension », et que la phrase suggérée dans le document CCU/84-7, paragraphe 4, « sont définies comme le rapport de deux grandeurs comparables », sera ajoutée à la première phrase du paragraphe. Mr Thor soulève la question de l'emploi des préfixes SI avec l'unité « 1 ». On n'est parvenu à aucune conclusion sur ce point mais il est décidé de soumettre cette question à l'ISO/TC 12 en sollicitant l'avis de ce comité.

La discussion passe ensuite à la possibilité d'incorporer l'unité dérivée « 1 » dans l'un des tableaux donnant la liste des unités dérivées (tableaux 2, 3 et 4). On reconnaît que ni le tableau 3 ni le tableau 4 ne conviennent car ces deux tableaux concernent les unités dérivées SI qui ont des noms spéciaux. Après avoir envisagé plusieurs façons d'inclure effectivement « 1 » dans le tableau 2, le CCU décide de laisser le tableau 2 tel qu'il est mais de remplacer (en français) le nom de l'unité « 1 par mètre » par « mètre à la puissance moins un ».

### 1 c. Unités supplémentaires

Comme cela a été proposé dans le document CCU/84-7, paragraphe 1, une modification rédactionnelle sera faite au premier paragraphe de la page 6 et on remplacera la dernière partie de la phrase par « qui contient les unités SI d'angle plan et d'angle solide (voir II.3, p. 13) ».

Il s'ensuit une longue discussion sur la façon d'incorporer le statut des unités supplémentaires comme unités dérivées sans dimension dans la brochure du SI. On se met d'accord sur plusieurs modifications à apporter :

Ajouter une autre colonne au tableau 5, Unités SI supplémentaires, dont le titre sera « expression en unités SI de base ». L'expression pour l'angle plan sera «  $m \cdot m^{-1} = 1$  » et pour l'angle solide, «  $m^2 \cdot m^{-2} = 1$  ».

On supprimera la première phrase qui suit le tableau.

Le reste du texte qui suit le tableau 5 sera placé avant le tableau 5 et sera modifié comme suit :

« Considérant que l'on exprime généralement l'angle plan comme le rapport entre deux longueurs et l'angle solide comme le rapport entre une aire et le carré d'une longueur, et afin de maintenir la cohérence interne du Système International, fondé sur sept unités de base seulement, le CIPM (1980) a précisé que, dans le Système International, les grandeurs angle plan et angle solide sont considérées comme des grandeurs dérivées sans dimension et que, par conséquent, les unités supplémentaires radian et stéradian sont des unités dérivées sans dimension. »

Après le tableau 5, on introduira le texte suivant :

« Ces unités supplémentaires peuvent être utilisées dans les expressions des unités dérivées, afin de faciliter la distinction entre des grandeurs de nature différente, ayant la même dimension. Des exemples de l'utilisation des unités supplémentaires pour former des unités dérivées sont donnés dans le tableau 6. »

Au cours de la discussion, on a étudié les documents CCU/84-3 et 84-5. Ils se rapportent à l'utilisation des unités supplémentaires dans l'expression des grandeurs mécaniques et photométriques. Le Comité est unanime pour dire que les unités supplémentaires ne devraient être introduites dans l'expression des unités dérivées que lorsqu'il y a une raison évidente de le faire.

Mr Jones soulève la question de définir le concept des unités dans la brochure, pour insister sur la nature scalaire de celles-ci. Il suggère que cela pourrait aider à clarifier le concept d'unités supplémentaires comme unités dérivées sans dimension. Comme autre façon de procéder, il suggère d'ajouter une marque distinctive aux symboles d'unité lorsque ceux-ci sont utilisés pour exprimer des grandeurs vectorielles afin d'éviter toute confusion entre des grandeurs telles que « power density » et « spectral radiance » ( $W \cdot m^{-3}$ ). De la même façon il préfère « m/m » à « 1 » comme symbole pour l'unité d'angle plan. Le président déclare qu'il n'est pas nécessaire de traiter du caractère vectoriel des grandeurs et qu'il y a une limite aux détails que l'on peut donner dans la brochure pour expliquer les concepts du calcul des grandeurs. Mr Quinn estime que le souci de précision de Mr Jones pourrait être satisfait en incorporant dans la brochure la proposition faite au paragraphe 3 du document CCU/84-7. En tenant compte de modifications rédactionnelles, cela a pour conséquence de modifier les paragraphes qui suivent le tableau 4 (p. 12) de la façon suivante :

« Ainsi qu'on l'a mentionné à la fin du paragraphe I.2 (p. 6) un même nom d'unité SI peut correspondre à plusieurs grandeurs différentes : par exemple, dans les tableaux ci-dessus, où l'énumération des grandeurs citées ne doit pas être considérée comme limitative, le joule par kelvin (J/K) est l'unité SI pour la grandeur capacité thermique aussi bien que pour la grandeur entropie, de même que l'ampère (A) est l'unité SI pour la grandeur de base courant électrique aussi bien que pour la grandeur dérivée force magnétomotrice. Le nom de l'unité ne suffit donc pas pour faire connaître la grandeur mesurée; en particulier, les appareils de mesure devraient porter non seulement l'indication de l'unité mais aussi l'indication de la grandeur mesurée. »

« Une unité dérivée peut souvent s'exprimer de plusieurs façons différentes en utilisant des noms d'unités de base et des noms spéciaux d'unités dérivées : par exemple, au lieu de joule on peut écrire newton mètre ou bien kilogramme mètre carré par seconde carrée. Néanmoins cette liberté algébrique est limitée par des considérations physiques de bon sens. »

« En pratique, on emploie de préférence certains noms spéciaux d'unités ou certaines combinaisons d'unités avec certaines grandeurs, afin de faciliter la distinction entre des grandeurs ayant la même dimension. Par exemple, on appelle l'unité SI de fréquence hertz,

plutôt que seconde à la puissance moins un et on appelle l'unité SI de moment d'une force newton mètre, plutôt que joule. »

« Dans le domaine des rayonnements ionisants, on appelle de même l'unité SI d'activité becquerel, plutôt que seconde à la puissance moins un, et on appelle l'unité SI de dose absorbée et l'unité SI d'équivalent de dose gray et sievert, respectivement, plutôt que joule par kilogramme. »

#### 1 d. Photométrie

Les documents CCU/84-3 et CCU/84-12 exposaient différents points de vue sur la nécessité d'inclure le stéradian dans l'expression des grandeurs photométriques. Le CCU choisit d'adopter la proposition, faite au paragraphe 2 du document CCU/84-7, de remplacer la note de bas de page (b) du tableau 3 par la note suivante :

« (b) En photométrie, on maintient le symbole sr dans les expressions des unités (voir II.3, p. 13) ».

#### 1 e. Autres modifications

Page 5, I.2., second paragraphe, seconde ligne, ajouter « d'unités » après « système ».

Page 6, lignes 11 et 12, ajouter « le nom de » avant « cette unité » et remplacer « une même unité » par « un même nom d'unité ».

Page 11, on a retiré une proposition faite qui visait à éliminer la température Celsius.

Page 12, supprimer « intensité » de telle façon que les expressions anglaise et française « courant électrique » soient équivalentes.

Page 14, Mr Thor demande pourquoi les deux notations  $N \cdot m$  et  $N.m$  sont autorisées. Il lui est répondu qu'il s'agit d'une recommandation de l'ISO/TC 12.

Page 15, III.2, remplacer « Suivant » par « En accord avec ».

Page 17, Mr Thor propose de remplacer ' et " dans le tableau 8 par des décimales. Il suggère de mettre une note de bas de page semblable à celle qui existe dans le Recueil de normes ISO 2 : « Il est préférable de diviser le degré de façon décimale ». Le président demande à l'ISO/TC 12 d'étudier s'il est souhaitable de transférer ' et " au tableau 10.

Page 18, tableau 10, la valeur du bar en unité SI devrait être  $1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa} = 100 \text{ kPa}$ .

On a noté plusieurs corrections rédactionnelles qui s'imposent.

Mr Goldman fait remarquer qu'il y a une confusion possible entre les deux différents sens de « quantity » en anglais, alors qu'en français on peut distinguer « grandeur » ou « quantité »; en conséquence il demande si l'on peut changer le titre de la première colonne des tableaux 1, 2, 3, 3 bis, 4 et 6

et indiquer « grandeur physique », ce qui pourrait être traduit par « physical quantity » ? Il apparaît que la situation n'est pas aussi tranchée en français (voir par exemple, « quantité d'électricité » au tableau 3). Le président propose que ce point soit encore étudié.

### 1 f. Publication bilingue

On discute pour savoir s'il est souhaitable de publier une version en anglais de la brochure en français sur le SI. La question a été soulevée à la 17<sup>e</sup> CGPM en octobre 1983 par Mr Athané, directeur de l'Organisation Internationale de Métrologie Légale (OIML) et, à l'époque, Mr de Boer a répondu que le CCU l'étudierait lors de sa prochaine session (voir CCU/84-9).

Les arguments en faveur d'une traduction en langue anglaise reflètent l'existence comparable de versions officielles bilingues anglais-français d'autres documents internationaux. Les arguments opposés font appel au coût supplémentaire et au fait que des traductions en anglais, approuvées, ont été publiées dans le passé et le seront selon toute vraisemblance dans l'avenir.

Le président demande au BIPM et au CIPM d'étudier la façon dont une traduction en anglais pourrait être effectuée et son coût.

### 2. Gray et sievert

Lors de la précédente session (*BIPM Com. Cons. Unités*, 8, 1982, pp. U10-12) on a déjà discuté de l'éventuelle confusion que l'on peut faire lorsque l'on veut comprendre la différence entre les unités gray et sievert qui sont employées pour les rayonnements et qui toutes deux sont par définition égales au joule par kilogramme. Le document CCU/84-1 propose d'inclure deux notes au bas des pages 38 et 39, respectivement, à propos du gray et du sievert, qui expliciteraient l'emploi de ces deux unités de rayonnement. La note au bas de la page 39 s'inspirerait de la « note des traducteurs » qui figure dans la traduction en anglais de la 4<sup>e</sup> édition de la brochure sur le SI. Considérant qu'il existe une confusion au sujet du nom spécial sievert, adopté par la 16<sup>e</sup> CGPM pour l'unité SI d'équivalent de dose, le CCU recommande donc au CIPM de décider d'ajouter, dans la brochure, la note suivante à la Résolution 5 de la 16<sup>e</sup> CGPM <sup>(1)</sup> :

« Il convient de remarquer que la grandeur équivalent de dose  $H$  est le produit de la dose absorbée  $D$  de rayonnements ionisants et des

---

<sup>(1)</sup> Une version légèrement modifiée a été approuvée par le CIPM à sa 73<sup>e</sup> session (octobre 1984).

facteurs sans dimension  $Q$  (facteur de qualité) et  $N$  (produit de tous les autres facteurs de multiplication) prescrits par l'International Commission on Radiological Protection. Ainsi, pour une irradiation donnée, les valeurs numériques en joules par kilogramme de ces deux grandeurs  $D$  et  $H$  peuvent être différentes l'une de l'autre selon la valeur de  $Q$  et de  $N$ . Afin d'éviter tout risque de confusion, il faut employer les noms spéciaux pour les unités correspondantes, c'est-à-dire qu'il faut exprimer  $D$  en grays et  $H$  en sieverts. »

Le CCU décide aussi d'ajouter la note suivante à la Résolution 9 de la 15<sup>e</sup> CGPM :

« Lors de sa session de 1976, le CIPM a approuvé le rapport de la 5<sup>e</sup> session du CCU, spécifiant que, conformément à l'avis de l'ICRU, on peut aussi utiliser le gray pour exprimer l'énergie communiquée massique, le kerma, et l'indice de dose absorbée. »

### 3. La dioptrie

Mr Goldman présente le document CCU/84-2, qui transmet une requête de F. Dow Smith, de la part de l'ANSI 280 Committee on Ophthalmic Optics, demandant que la dioptrie, égale au mètre à la puissance moins un, soit adoptée comme unité SI pour la grandeur puissance optique ou vergence. Des lettres appuyant cette demande ont été présentées au Comité. Toutefois, le CCU estime que les arguments en faveur de l'introduction de cette unité dans le SI ne sont pas suffisants pour l'emporter sur le point de vue exprimé dans la Résolution 5 de la 16<sup>e</sup> CGPM « ... que la prolifération des noms spéciaux représente un danger pour le Système International d'Unités et doit être évitée dans toute la mesure du possible, ... ».

Les personnes qui avaient appuyé cette demande seront informées de cette décision.

### 4. Vocabulaire international de métrologie

Le CCU est informé de la publication du Vocabulaire international des termes fondamentaux et généraux de métrologie sous les auspices du BIPM, de la CEI, de l'ISO et de l'OIML. P. Giacomo, directeur du BIPM, a présidé le groupe de travail conjoint qui a préparé ce document. Une seconde édition, comportant davantage de termes, sera publiée ultérieurement.

## 5. Divers

### 5 a. Le carat métrique

Mr Rotter présente le document CCU/84-8; il s'agit d'une demande qui lui a été faite par Mr Athané d'étudier un symbole recommandé pour l'unité carat métrique (0,2 g). C'est une unité déconseillée, mais elle est d'un usage très courant en joaillerie. Le CCU décide de ne pas prendre position sur cette question puisque cette unité ne fait pas partie du SI.

### 5 b. Masse et poids

Le document CCU/84-10 est une lettre de Mr Sokol, président émérite et rédacteur de l'U.S. Metric Association Inc., à Mr Athané. Dans cette lettre, Mr Sokol exprime son regret de ce que l'OIML n'a pas « estimé nécessaire ni même souhaitable de déconseiller l'emploi du mot « poids » dans le sens de masse ».

La question de l'emploi du mot « poids » a été discutée lors de la précédente session du CCU (*BIPM Com. Cons. Unités*, 8, 1982, pp. U6-U7). A propos de l'emploi de masse et poids aux États-Unis d'Amérique, Mr Goldman fait part au Comité du souci exprimé par l'American National Metric Council que le « Metric Editorial Guide » publié par cet organisme indique l'usage convenable. Après avoir reçu de très nombreux commentaires, l'ANMC est parvenue à une recommandation de compromis qui figure dans la 4<sup>e</sup> édition (1984) du Guide.

### 5 c. Grandeurs logarithmiques

On discute de la question d'introduire de façon spécifique les grandeurs logarithmiques dans le SI, mais le Comité décide de ne rien faire pour le moment.

### 5 d. Symbole du litre

Par sa Résolution 6 la 16<sup>e</sup> CGPM (1979) a adopté les deux symboles l et L pour le litre, mais elle a invité le CIPM à suivre le développement de l'usage de ces deux symboles pour donner son avis sur la possibilité de supprimer l'un des deux. Sur une suggestion du président, le CCU décide de ne pas ouvrir la discussion sur cette question car il est prématuré de prendre une décision.

### 5 e. La mole

Une demande d'examen de la formulation de la définition de la mole a été retirée.

### **5.f. Publication des documents**

Mr Preston-Thomas suggère que le soin soit laissé au président et au secrétaire du CCU de choisir les documents de travail soumis à la présente session qui devraient être publiés en annexe du rapport. Mr Terrien exprime l'opinion que Mr de Boer et Mr Giacomo peuvent fort bien assumer la charge d'apporter toute amélioration rédactionnelle supplémentaire qui s'impose dans la révision de la brochure sur le SI.

\*  
\* \*

Le président remercie le directeur et le personnel du BIPM pour l'hospitalité qu'ils ont offerte au CCU. Les membres du CCU expriment au président leur reconnaissance pour la manière efficace et fructueuse dont il a mené les débats.

Septembre 1984

---

## ANNEXE U 1

---

### Documents de travail présentés à la 9<sup>e</sup> Session du CCU

---

Document  
CCU/

- 84-1 Lettre de T.R. Crites, Lawrence Livermore Laboratory, à D. T. Goldman, NBS, concernant le gray et le sievert, ainsi que réponse de Mr Goldman.
- 84-2 Lettre de F. Dow Smith, Président du New England College of Optometry, à D. T. Goldman à laquelle est joint un document proposant la dioptrie comme unité SI.
- 84-3 Note de D. T. Goldman transmettant un document de J. C. Richmond, NBS, en retraite, sur l'emploi du symbole  $\Omega_0$  pour dénoter l'unité d'angle solide, avec des indications sur une révision des « Standards for Metric Practice » (document ASTM E-380) et en particulier de la section 3.4.4 concernant le torque et les grandeurs apparentées.
- 84-4 BIPM. — Corrections à la brochure « Le Système International d'Unités (SI) » proposées par P. Giacomo.
- 84-5 Correspondance entre Ralph Huntley, membre de l'ASTM Committee E-43 on Metric Practice, et Mr Giacomo comprenant une copie *a*) d'une déclaration de l'American Association of Physics Teachers (AAPT) présentant ses objections à la révision envisagée de l'ASTM E-380 à propos du torque, etc., et *b*) de l'approbation par le Governing Board of the American Institute of Physics de la Résolution de l'AAPT, transmise par son président, Norman F. Ramsey, à de nombreuses institutions scientifiques et techniques des États-Unis d'Amérique.
- 84-6 OIML. — Remarques de F. Rotter sur la présentation des unités SI radian et stéradian dans la brochure « Le Système International d'Unités SI ».

Document  
CCU/

- 84-7 Corrections à la brochure sur le SI proposées par J. de Boer.
- 84-8 OIML. — Copie d'une lettre de B. Athané, directeur, à Mr Rotter transmettant une demande du Comité européen des constructeurs d'instruments de pesage en vue de l'adoption sur le plan international d'un symbole pour le carat.
- 84-9 Extrait (page 74) de *BIPM Comptes Rendus 17<sup>e</sup> Conf. Gén. Poids et Mesures*, 1983, concernant une demande faite par Mr Athané d'une édition bilingue (français-anglais) de la prochaine édition de la brochure sur le SI.
- 84-10 Lettre de Louis F. Sokol, U.S. Metric Association Inc., à Mr Athané déplorant la position prise par l'OIML de ne pas déconseiller l'emploi de « poids » dans le sens de « masse ».
- 84-11 NPL. — Lettre de O. C. Jones à Mr Giacomo, transmettant la copie d'une note publiée par Mr Jones dans *Physics Bulletin* demandant si le SI doit tenir compte des grandeurs vectorielles.
- 84-12 CIE. — Commentaire de J. Terrien sur le Document CCU/84-3.
- 84-13 ISO/TC 12. — Remarque sur les unités pour les grandeurs sans dimension, par A. Thor.
- 84-14 NPL. — Do we need vector units?, par O. C. Jones.
- 84-15 Projet de la note destinée à précéder les tableaux 3, 3 bis et 4 dans la prochaine édition de la brochure sur le SI.
- 84-16 ISO. — Angle and solid angle as base quantities; consequences for ISO 31, par l'ISO/TC 12 Secretariat.
- 84-17 Extrait de *BIPM Com. Cons. Unités*, **8**, 1984, pp. U 11-U 12, sur la différence entre les grandeurs équivalent de dose (*H*) et dose absorbée (*D*).
-



## *Notice for the reader of the English version*

*In order to make the reports of the various Comités Consultatifs more accessible to the many readers who are more familiar with the English language than with the French, the Comité International des Poids et Mesures has decided to publish an English version of these reports. The reader must however be aware that the official report is always the French one. The English version is published for convenience only. If any matter gives rise to controversy, or if an authoritative reference is needed, the French text must be used. This applies especially to the text of the recommendations submitted to the Comité International des Poids et Mesures.*

## **Avertissement au lecteur de la version anglaise**

Afin de rendre plus facile l'accès aux rapports des divers Comités Consultatifs pour de nombreux lecteurs qui sont plus familiers avec la langue anglaise qu'avec la langue française, le Comité International des Poids et Mesures a décidé de publier une version en anglais de ces rapports. Le lecteur doit cependant prendre garde au fait que le rapport officiel est toujours celui qui est rédigé en français. La version anglaise n'est publiée que pour faciliter la lecture. Si un point quelconque soulève une discussion, ou si une référence autorisée est nécessaire, c'est toujours le texte français qui doit être utilisé. Ceci s'applique particulièrement au texte des recommandations proposées au Comité International des Poids et Mesures.



---

NOTE  
ON THE ORGANS OF  
THE CONVENTION DU MÈTRE

---

The Bureau International des Poids et Mesures (BIPM) was set up by the Convention du Mètre signed in Paris on 20 May 1875 by seventeen States during the final session of the Diplomatic Conference of the Metre. This Convention was amended in 1921.

BIPM has its headquarters near Paris, in the grounds (43 520 m<sup>2</sup>) of the Pavillon de Breteuil (Parc de Saint-Cloud) placed at its disposal by the French Government; its upkeep is financed jointly by the Member States of the Convention du Mètre. \*

The task of BIPM is to ensure worldwide unification of physical measurements; it is responsible for :

- establishing the fundamental standards and scales for measurement of the principal physical quantities and maintaining the international prototypes;
- carrying out comparisons of national and international standards;
- ensuring the co-ordination of corresponding measuring techniques;
- carrying out and co-ordinating determinations relating to the fundamental physical constants that are involved in the above-mentioned activities.

BIPM operates under the exclusive supervision of the Comité International des Poids et Mesures (CIPM) which itself comes under the authority of the Conférence Générale des Poids et Mesures (CGPM).

The Conférence Générale consists of delegates from all the Member States of the Convention du Mètre and meets at present every four years. At each meeting it receives the Report of the Comité International on the work accomplished, and it is responsible for :

- discussing and instigating the arrangements required to ensure the propagation and improvement of the International System of Units (SI), which is the modern form of the metric system;
- confirming the results of new fundamental metrological determinations and the various scientific resolutions of international scope;
- adopting the important decisions concerning the organization and development of BIPM.

The Comité International consists of eighteen members each belonging to a different State; it meets at present every year. The officers of this committee issue an Annual Report on the administrative and financial position of BIPM to the Governments of the Member States of the Convention du Mètre.

The activities of BIPM, which in the beginning were limited to the measurements of length and mass and to metrological studies in relation to these quantities, have been extended to standards of measurement for electricity (1927), photometry (1937), and ionizing radiations (1960). To this end the original laboratories, built in 1876-1878, were enlarged in 1929 and two new buildings were constructed in 1963-1964 for the ionizing radiation laboratories. Some thirty physicists or technicians are working in the BIPM laboratories. They are mainly conducting metrological research, international comparisons of realizations of units and the checking of standards used in the above-mentioned areas. An annual report published in Procès-Verbaux des séances du Comité International gives the details of the work in progress. BIPM's annual appropriation is of the order of 12 058 000 gold francs, approximately 21 880 000 French francs (in 1984).

---

\* As of 31 December 1984 forty-six States were members of this Convention: Argentina (Rep. of), Australia, Austria, Belgium, Brazil, Bulgaria, Cameroon, Canada, Chile, China (People's Rep. of), Czechoslovakia, Denmark, Dominican Republic, Egypt, Finland, France, German Democratic Rep., Germany (Federal Rep. of), Hungary, India, Indonesia, Iran, Ireland, Italy, Japan, Korea (Dem. People's Rep.), Korea (Rep. of), Mexico, Netherlands, Norway, Pakistan, Poland, Portugal, Romania, Spain, South Africa, Sweden, Switzerland, Thailand, Turkey, U.S.S.R., United Kingdom, U.S.A., Uruguay, Venezuela, Yugoslavia.

In view of the extension of the work entrusted to BIPM, CIPM has set up since 1927, under the name of *Comités Consultatifs*, bodies designed to provide it with information on matters that it refers to them for study and advice. These *Comités Consultatifs*, which may form temporary or permanent « Working Groups » to study special subjects, are responsible for co-ordinating the international work carried out in their respective fields and proposing recommendations concerning the amendments to be made to the definitions and values of units. In order to ensure worldwide uniformity in units of measurement, the *Comité International* accordingly acts directly or submits proposals for sanction by the *Conférence Générale*.

The Consultative Committees have common regulations (*BIPM Proc.-Verb. Com. Int. Poids et Mesures*, 31, 1963, p. 97). Each Consultative Committee, the chairman of which is normally a member of CIPM, is composed of delegates from the major Metrology Laboratories and specialized Institutes, a list of which is drawn up by CIPM, as well as individual members also appointed by CIPM and one representative of BIPM. These Committees hold their meetings at irregular intervals; at present there are eight of them in existence :

1. The *Comité Consultatif d'Électricité* (CCE), set up in 1927.
2. The *Comité Consultatif de Photométrie et Radiométrie* (CCPR), new name given in 1971 to the *Comité Consultatif de Photométrie* set up in 1933 (between 1930 and 1933 the preceding committee (CCE) dealt with matters concerning Photometry).
3. The *Comité Consultatif de Thermométrie* (CCT), set up in 1937.
4. The *Comité Consultatif pour la Définition du Mètre* (CCDM), set up in 1952.
5. The *Comité Consultatif pour la Définition de la Seconde* (CCDS), set up in 1956.
6. The *Comité Consultatif pour les Étalons de Mesure des Rayonnements Ionisants* (CEMRI), set up in 1958. In 1969 this committee established four sections : Section I (Measurement of X and  $\gamma$  rays, electrons) ; Section II (Measurement of radionuclides) ; Section III (Neutron measurements) ; Section IV ( $\alpha$ -energy standards). In 1975 this last section was dissolved and Section II made responsible for its field of activity.
7. The *Comité Consultatif des Unités* (CCU), set up in 1964 (this committee replaced the « Commission for the System of Units » set up by the CIPM in 1954).
8. The *Comité Consultatif pour la Masse et les grandeurs apparentées* (CCM), set up in 1980.

The proceedings of the *Conférence Générale*, the *Comité International*, the *Comités Consultatifs*, and the *Bureau International* are published under the auspices of the latter in the following series :

- *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* (this collection for private distribution brings together articles published in scientific and technical journals and books, as well as certain work published in the form of duplicated reports).

From time to time BIPM publishes a report on the development of the Metric System throughout the world, entitled *Les récents progrès du Système Métrique*.

The collection of the *Travaux et Mémoires du Bureau International des Poids et Mesures* (22 volumes published between 1881 and 1966) ceased in 1966 by a decision of CIPM.

Since 1965 the international journal *Metrologia*, edited under the auspices of CIPM, has published articles on the more important work on scientific metrology carried out throughout the world, on the improvement in measuring methods and standards, on units, etc., as well as reports concerning the activities, decisions, and recommendations of the various bodies created under the *Convention du Mètre*.



AGENDA  
for the 9th Meeting

---

1. Modifications in the SI booklet :
    - a)* the metre;
    - b)* dimensionless quantities;
    - c)* supplementary units;
    - d)* photometry;
    - e)* other changes;
    - f)* possibility of a bilingual publication.
  2. Gray and sievert.
  3. The diopter.
  4. International Vocabulary of Metrology.
  5. Miscellaneous.
-

---

REPORT  
OF THE  
COMITÉ CONSULTATIF DES UNITÉS  
(9th Meeting — 1984)  
TO THE  
COMITÉ INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES

by D. T. GOLDMAN, rapporteur

---

The Comité Consultatif des Unités (CCU) held its 9th meeting at the Bureau International des Poids et Mesures, at Sèvres; four sessions took place on 19th and 20th of June 1984.

In attendance were :

J. DE BOER, Secretary of the CIPM, President of the CCU.  
H. H. JENSEN, Deputy Secretary of the CIPM.

The delegates of laboratories and member organizations :

International Commission on Illumination [CIE] (J. TERRIEN,  
H. MOREAU).

International Commission on Radiation Units and Measurements  
[ICRU] (A. ALLISY).

International Electrotechnical Commission [IEC] : Committee E-25  
(E. HAMBURGER, D. T. GOLDMAN).

International Organization for Legal Metrology [OIML]  
(F. ROTTER).

International Standards Organization [ISO] : Technical Commit-  
tee 12 (A. J. THOR).

International Union of Pure and Applied Chemistry [IUPAC] :  
Commission STU (N. KALLAY).

National Bureau of Standards [NBS], Gaithersburg  
(D. T. GOLDMAN).

National Physical Laboratory [NPL], Teddington (O. C. JONES,  
R. J. BELL).

National Research Council of Canada [NRC], Ottawa (H. PRESTON-  
THOMAS).

National Research Laboratory of Metrology [NRLM], Ibaraki  
(K. MITSUI).  
Physikalisch-Technische Bundesanstalt [PTB], Braunschweig  
(S. GERMAN).

One of the personally appointed members :

L. VILLENA, Madrid.

The Director of the BIPM (P. GIACOMO).

Also in attendance : T. J. QUINN, Deputy Director of the BIPM,  
R. P. HUDSON (BIPM).

Unable to attend : M. L. MCGLASHAN, personally appointed member.

Absent : International Union of Pure and Applied Physics [IUPAP] :  
Commission SUN-AMCO; National Institute of Metrology [NIM],  
Beijing; U.S.S.R. State Committee for Standards [GOST], Moscow.

The President welcomed the participants and made the introductions.

Mr. Goldman was appointed rapporteur, assisted by R. P. Hudson as secretary. The proposed agenda was adopted. Under agenda-item 5, miscellaneous, specific items to be considered were : carat, mass/weight, logarithmic quantities, litre (L or l) and mole.

## 1. Changes to the SI brochure

### 1 a. New definition of the metre

The 17th CGPM in 1983 adopted a new definition of the base unit of length, the metre: CCU, therefore, is required to amend the « International System of Units (SI) » brochure accordingly. CCU adopted the following change to page 7 of the brochure : Replace the first six lines following II.1.1. *Definitions* by :

« The definition of the metre based on the platinum iridium international prototype, in effect since 1889, had been replaced in 1960 by a definition based on the wavelength of a krypton 86 radiation.

In order to improve the precision with which the metre can be realized, the 17th CGPM (1983) replaced this last definition by the following :

The metre is the length of the path travelled by light in vacuum during a time interval of  $1/299\,792\,458$  of a second (17th CGPM (1983), Resolution 1).

The old international prototype... »

Mr. Jones, relaying a suggestion of Mr. Vigoureux, raised the question of whether the definition of the second ought to precede that of the metre. There was no support for this suggestion.

Mr. Kallay raised the question of the different forms of the definitions of the base units. The President pointed out that this had been discussed at the previous CCU meeting and it was decided that :

- a) the units are indeed defined differently, and
- b) historical reasons militate against changes in the definitions.

The text of the 17th CGPM Resolution would be added to Appendix 1 of the SI brochure following p. 40, as follows :

#### RESOLUTION 1

The Seventeenth Conférence Générale des Poids et Mesures

*considering*

that the present definition does not allow a sufficiently precise realization of the metre for all requirements;

that progress made in the stabilization of lasers allows radiations to be obtained that are more reproducible and easier to use than the standard radiation emitted by a krypton 86 lamp;

that progress made in the measurement of the frequency and wavelength of these radiations has resulted in concordant determinations of the speed of light whose accuracy is limited principally by the realization of the present definition of the metre;

that wavelengths determined from frequency measurements and a given value for the speed of light have a reproducibility superior to that which can be obtained by comparison with the wavelength of the standard radiation of krypton 86;

that there is an advantage, notably for astronomy and geodesy, in maintaining unchanged the value of the speed of light recommended in 1975 by the 15th Conférence Générale des Poids et Mesures in its Resolution 2 ( $c = 299\,792\,458$  m/s);

that a new definition of the metre has been envisaged in various forms all of which have the effect of giving the speed of light an exact value, equal to the recommended value, and that this introduces no appreciable discontinuity into the unit of length, taking into account the relative uncertainty of  $\pm 4 \times 10^{-9}$  of the best realizations of the present definition of the metre;

that these various forms, making reference either to the path travelled by light in a specified time interval or to the wavelength of a radiation of measured or specified frequency, have been recognized as being equivalent and that a consensus has emerged in favour of the first form;

that the Comité Consultatif pour la Définition du Mètre is now in a position to give instructions for the practical realization of such a definition, instructions which could include the use of the orange radiation of krypton 86 used as standard up to now, and which may in due course be extended or revised;

*decides*

1. The metre is the length of the path travelled by light in vacuum during a time interval of  $1/299\,792\,458$  of a second.

2. The definition of the metre in force since 1960, based upon the transition between the levels  $2p_{10}$  and  $5d_5$  of the atom of krypton 86, is abrogated.

## RESOLUTION 2

The Seventeenth Conférence Générale des Poids et Mesures,

*invites* the Comité International des Poids et Mesures

to draw up instructions for the practical realization of the new definition of the metre;

to choose radiations which can be recommended as standards of wavelength for the interferometric measurement of length and to draw up instructions for their use; to pursue studies undertaken to improve these standards.

A footnote will be added to the 1960 definition of the metre based on krypton 86, p. 28 of the brochure, stating that this definition was abrogated in 1983.

It was decided that the *mise en pratique* for the definition of the unit of length appearing in Appendix II (p. 41) should be the same as that which appeared in *Metrologia*, **19**, 1984, p. 164-166. An introductory sentence was needed, however.

### **1 b. Dimensionless Quantities**

There was considerable discussion on modifying the Remarque on p. 13 of the brochure dealing with dimensionless quantities. It was decided that the Remarque would be elevated to a paragraph with its own heading, « Dimensionless Quantities », and that the clause suggested in CCU/84-7, § 4, « are defined by the ratio of two comparable quantities », be added to the first sentence of the paragraph. Mr. Thor raised the question of using SI prefixes with the unit « 1 ». No conclusion was reached but this subject was referred to ISO/TC12 for any suggestion they might have.

The discussion next revolved around incorporating the derived unit « 1 » in one of the tables listing derived units (Tables 2, 3 and 4). It was decided that neither Table 3 nor 4 would be appropriate because both of them referred to SI derived units having special names. After considering several ways of specifically including « 1 » in Table 2, the CCU decided to leave Table 2 as it was but to replace (in the French text) the name of the unit « 1 par mètre » by « mètre à la puissance moins un ».

### **1 c. Supplementary Units**

As proposed in CCU/84-7, § 1, an editorial change would be made to the first paragraph on page 6, replacing the last phrase by « which contain the SI units of plane angle and solid angle (*see* II.3 p. 13) ».

Considerable discussion ensued on how to incorporate the status of supplementary units as derived dimensionless units into the SI brochure. Several changes to the brochure were agreed to. They are :

Adding another column to Table 5, Supplementary SI Units, entitled « Expressions in terms of SI base units ». The expression for plane angle would be «  $m \cdot m^{-1} = 1$  » and, for solid angle, «  $m^2 \cdot m^{-2} = 1$  ».

The first sentence under the table would be eliminated.

The remainder of the text below Table 5 would be moved above Table 5 and be modified to read :

« Considering that plane angle is generally expressed as the ratio between two lengths and solid angle as the ratio between an area and the square of a length, and in order to maintain the internal coherence of the International System, based on only seven base units, the CIPM (1980) specified that in the International System the quantities plane angle and solid angle are considered as dimensionless derived quantities and, therefore, the supplementary units radian and steradian are dimensionless derived units. »

Following Table 5, would be the sentence :

« These supplementary units can be used in the expressions for derived units in order to distinguish between quantities of a different nature having the same dimensions. Some examples of the use of supplementary units in forming derived units are given in Table 6 ».

During this discussion, documents CCU/84-3 and 84-5 were also introduced. They related to the use of the supplementary units in units for mechanical and photometric quantities. The consensus was that the supplementary units should be introduced into expressions for derived units only when there was a clearly desirable reason to do so.

Mr. Jones raised the question of defining the concept of units in the brochure, to emphasize their scalar nature. He suggested that this might help to clarify the concept of supplementary units as dimensionless derived units. Alternatively, he suggested a distinguishing mark might be added to unit symbols when they are used to express vector quantities in order to avoid confusion between quantities such as power density and spectral radiance ( $W \cdot m^{-3}$ ). Similarly he preferred «  $m/m$  » rather than «  $1$  » as the symbol for the unit of plane angle. The President stated that there was no need to get involved in the vectorial character of quantities and that there was a limitation to the detail into which the brochure could go in explaining the concepts of quantity calculus. Mr. Quinn suggested that

much of what Mr. Jones was concerned about would be solved by incorporating the proposal of CCU/84-7 § 3 into the brochure. With editorial changes incorporated, this resulted in modifying the paragraphs below Table 4 (p. 12) to read :

« As mentioned at the end of paragraph I.2 (p. 6), the same name of an SI unit can correspond to several different quantities : for example, in the tables above, where the enumeration of the cited quantities should not be considered exhaustive, the joule per kelvin (J/K) is the SI unit for the quantity heat capacity as well as for the quantity entropy and the ampere (A) is the SI unit for the base quantity electric current as well as for the derived quantity magnetomotive force. The name of the unit is thus not sufficient to define the quantity measured; in particular, measuring instruments should indicate not only the unit but also the measured quantity. »

« A derived unit can often be expressed in several different ways by using names of base units and special names of derived units : for example, in place of the joule, one can write newton metre or, alternatively, kilogram metre squared per second squared. Nevertheless, this algebraic licence is limited by sensible physical considerations. »

« In practice, one uses preferentially certain special names of units or certain combinations of units with particular quantities in order to distinguish more easily between quantities of the same dimension. For example, the SI unit of frequency is called hertz instead of reciprocal second and the SI unit of torque is called newton metre instead of joule. »

« In the field of ionizing radiation, the SI unit of activity is similarly called becquerel instead of reciprocal second, and the SI unit of absorbed dose and the SI unit of dose equivalent are called the gray and the sievert, respectively, instead of joule per kilogram. »

#### **1 d. Photometry**

CCU/84-3 and CCU/84-12 presented different views on the need to include the steradian in expressions for photometric quantities. The CCU chose to adopt the proposal contained in CCU/84-7 § 2, which was to replace footnote (b) to Table 3 by the following footnote :

(b) In photometry, the symbol sr is used in the expressions for the units (see II.3, p. 13).

#### **1 e. Other changes**

Page 5, I.2., second paragraph, second line, add « d'unités » after « système ».

Page 6, line 11-12, add « le nom de » before « cette unité » and replace « une même unité » by « un même nom d'unité ».

Page 11, a proposal to delete Celsius temperature was withdrawn.

Page 12, delete « intensité » so that the French and English terms « electric current » are equivalent.

Page 14, Mr. Thor questioned why both N·m and N.m were permissible. The response was that this was the recommendation of ISO/TC 12.

Page 15, III.2, replace « Suivant » by « En accord avec ».

Page 17, Mr. Thor proposed replacing the symbols ' and " in Table 8 by decimals. He suggested a footnote similar to that in ISO Handbook 2 : « The degree should preferably be subdivided decimally ». The President asked ISO/TC 12 to consider whether to recommend moving ' and " to Table 10.

Page 18, Table 10, the value in SI units of the bar would be given as  $1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa} = 100 \text{ kPa}$ .

Several necessary editorial corrections were noted.

Mr. Goldman said that there is a possible confusion between the two different meanings of « quantity » in English, while a distinction can be made in the French by choosing « grandeur » or « quantité ». Could the title of the first column in Tables 1, 2, 3, 3bis, 4 and 6 be changed to « grandeur physique », which would be translated as « physical quantity » ? It appears that the situation in French may not be so clear-cut (viz. « quantity of electricity » in Table 3). The President offered to look into this matter for future consideration.

## **1.f. Bilingual translation**

There was discussion on the desirability of an official English version of the French-language SI brochure. This subject was raised initially at the 17th CGPM meeting in October 1983 by Mr. Athané of OIML and Mr. de Boer responded that the CCU would consider it at its next meeting (*see* CCU/84-9).

The arguments for an official English translation reflected the existence of similar official French and English versions of other international documents. The arguments against dealt with the additional cost and the fact that approved English translations have been published in the past and are likely to be continued.

The President requested BIPM and CIPM to examine how an official English translation might be produced and what the cost would be.

## **2. Gray and sievert**

The subject of the possible confusion in understanding the difference between the radiation units gray and sievert, both of which are formally

equal to J/kg, had been discussed at the previous meeting of CCU (*BIPM Com. Cons. Unités*, 8, 1982, pp. U10-12). CCU/84-1 proposed the inclusion of two footnotes to pages 38 and 39 on the subject of the gray and the sievert, respectively, which elucidate the use of these two radiation units. The footnote on page 39 should be based upon the « translators' note » which appeared in the English translation of the 4th edition of the SI brochure. CCU therefore recommended to CIPM that, considering that confusion exists about the special name sievert adopted by the 16th CGPM for the SI unit of dose equivalent, CIPM decide that in the brochure the following footnote should be added to the 15th CGPM Resolution 5<sup>(1)</sup> :

« It should be noted that the quantity dose equivalent,  $H$ , is the product of the absorbed dose,  $D$ , of ionizing radiation and the dimensionless factors  $Q$  (quality factor) and  $N$  (product of any other multiplying factors) stipulated by the International Commission on Radiological Protection. Thus, for a given irradiation, the numerical value in joules per kilogram of these two quantities  $D$  and  $H$  may differ depending on the values of  $Q$  and  $N$ . To avoid any risk of confusion, the special names for the respective units should be used, i.e.,  $D$  should be expressed in grays, and  $H$  should be expressed in sieverts. »

The CCU also decided that the following footnote should be added to the 15th Resolution 9 :

« At its 1976 meeting, CIPM approved the report of the 5th meeting of CCU, specifying that, following the advice of ICRU, the gray may also be used to express specific energy imparted, kerma, and absorbed dose index. »

### 3. The diopter

Mr. Goldman introduced CCU/84-2, which forwarded a request from F. Dow Smith on behalf of ANSI Z80 Committee on Ophthalmic Optics requesting that the diopter be approved as the SI unit for the quantity optical power or vergence, equal to  $m^{-1}$ . Several supporting letters were introduced at the meeting. However, it was the conclusion of the CCU that the support for the inclusion of this unit in SI was not sufficient to override the view expressed in 16th CGPM Resolution 5 « ... that the proliferation of special names represents a danger for the International System of Units and must be avoided in every possible way... ».

Those who supported this proposal will be informed of this decision.

---

<sup>(1)</sup> A slightly amended version was approved by the CIPM at its 73rd meeting (October 1984).

#### 4. International Vocabulary of Metrology

The CCU was informed that the International Vocabulary of Basic and General Terms in Metrology was published under the auspices of BIPM, IEC, ISO and OIML. P. Giacomo, Director of BIPM, was Chairman of the joint working group which prepared the document. A second edition, incorporating more terms, will be published in the future.

#### 5. Miscellaneous

##### 5 a. Metric carat

Mr. Rotter introduced CCU/84-8, a request to him from Mr. Athané to consider a recommended abbreviation for the unit metric carat (0.2 g), a deprecated unit, but one which is in widespread use in the jewelry industry. CCU chose not to act on this item since the unit was not part of the SI.

##### 5 b. Mass/weight

CCU/84-10, a letter from Mr. Sokol, President Emeritus and Editor of the U.S. Metric Association, Inc., to Mr. Athané, was introduced. In the letter, Mr. Sokol stated his unhappiness that OIML did not « consider it necessary or even desirable to deprecate the use of the word « weight » to mean mass ».

The subject of the use of the word « weight » had been discussed at the previous CCU meeting (*BIPM Com. Cons. Unités*, 8, 1982, pp. U6-U7). Mr. Goldman informed the CCU on the use of mass and weight in the United States with specific reference to concern by the American National Metric Council that the « Metric Editorial Guide » published by their organization contains proper usage. After receiving considerable comments from reviews, ANMC reached a consensus recommendation which has been included in the 4th edition (1984) of the Guide.

##### 5 c. Logarithmic quantities

The subject of including specific reference to logarithmic quantities in SI was discussed but it was decided that no action was needed.

##### 5 d. Symbol for the litre

By its Resolution 6, the 16th CGPM (1979) adopted the two symbols l and L for the unit litre, but invited CIPM to look further into the subject with a view toward recommending the suppression of one of the symbols.

At the suggestion of the President, CCU decided not to discuss this subject because it was still too early to make a decision.

**5 e. Mole**

A request to examine the wording of the definition of the mole was withdrawn.

**5 f. Publication of CCU documents**

Mr. Preston-Thomas suggested that the President and Secretary of CCU be authorized to decide which working documents submitted to the CCU for its 9th meeting should be reproduced in the minutes. Mr. Terrien suggested that any other editorial improvements to the SI brochure would be handled very well by Mr. de Boer and Mr. Giacomo in revising the text.

The President thanked the Director and staff of the BIPM for the hospitality they had shown to the CCU. The CCU members expressed their appreciation to the President for his conducting the meeting in an efficient and productive manner.

September 1984

---

## APPENDIX U 1

---

### **Working documents submitted to the CCU at its 9th meeting**

---

Document  
CCU/

- 84-1 Letter from T. R. Crites, Lawrence Livermore Laboratory, to D. T. Goldman, NBS, concerning the gray and the sievert, together with Mr. Goldman's response.
- 84-2 Letter from F. Dow Smith, President of the New England College of Optometry, to D. T. Goldman enclosing a document proposing the diopter as an SI unit.
- 84-3 Note from D. T. Goldman forwarding a memorandum from J. C. Richmond (NBS, retired) on the use of the symbol  $\Omega_0$  to represent the unit solid angle, together with information on a revision of the standards for Metric Practice, ASTM E380, and in particular its Section 3.4.4 on Torque and Related Quantities.
- 84-4 BIPM. — Corrections to the SI booklet proposed by P. Giacomo.
- 84-5 Correspondence between Ralph Huntley, member of ASTM Committee E-43 on Metric Practice, and Mr. Giacomo including a copy of (i) a Statement by the American Association of Physics Teachers (AAPT) objecting to the proposed revision in ASTM E380 on the topic of torque etc. and (ii) an endorsement of the associated AAPT Resolution by the Governing Board of the American Institute of Physics, forwarded by its chairman, Norman F. Ramsey, to numerous engineering and scientific institutions in the U.S.A.
- 84-6 OIML. — Remarks by F. Rotter on the presentation of the SI units radian and steradian within the SI brochure.

Document  
CCU/

- 84-7 Corrections to the SI booklet proposed by J. de Boer.
- 84-8 OIML. — Copy of letter from Director B. Athané to Mr. Rotter enclosing a proposal concerning an internationally-acceptable symbol for the carat, generated by the Comité européen des constructeurs d'instruments de pesage.
- 84-9 Extract (p. 74) from *BIPM Comptes Rendus 17<sup>e</sup> Conf. Gén. Poids et Mesures*, 1983, concerning a plea by Mr. Athané for a bilingual (French-English) format for the next edition of the SI booklet.
- 84-10 Letter from Louis F. Sokol, U.S. Metric Association Inc., to Mr. Athané deploring the position taken by OIML on non-deprecation of use of « weight » as a synonym for « mass ».
- 84-11 NPL. — Letter from O. C. Jones to Mr. Giacomo, enclosing a copy of a note published by Mr. Jones in the *Physics Bulletin*, raising the question of whether the SI should specifically address the question of vector quantities.
- 84-12 CIE. — Comment by J. Terrien on Document CCU/84-3.
- 84-13 ISO/TC 12. — Remark by A. Thor on units for dimensionless quantities.
- 84-14 NPL. — Do we need vector units?, by O. C. Jones.
- 84-15 Draft of CCU's proposed note to precede Tables 3, 3bis and 4 in the revised SI booklet.
- 84-16 ISO. — Angle and solid angle as base quantities; consequences for ISO 31, by the ISO/TC 12 Secretariat.
- 84-17 Extract from *BIPM Com. Cons. Unités*, **8**, 1984, pp. U 11-U 12, concerning the difference between the quantities dose equivalent ( $H$ ) and absorbed dose ( $D$ ).
-

---

## TABLE DES MATIÈRES

---

### COMITÉ CONSULTATIF DES UNITÉS 9<sup>e</sup> Session (1984)

---

	Pages
Notice sur les organes de la Convention du Mètre . . . . .	v
Liste des membres . . . . .	vii
Ordre du jour . . . . .	x
<b>Rapport au Comité International des Poids et Mesures, par D. T. Goldman . . . . .</b>	<b>U 1</b>
Ouverture de la session . . . . .	1
Modifications à apporter à la brochure sur le SI . . . . .	2
— Nouvelle définition du mètre . . . . .	2
— Grandeurs sans dimension . . . . .	4
— Unités supplémentaires . . . . .	5
— Photométrie . . . . .	7
— Autres modifications . . . . .	7
— Publication bilingue de la brochure . . . . .	8
Gray et sievert (Notes à ajouter à la Résolution 5 de la 15 <sup>e</sup> CGPM et à la Résolution 9 de la 16 <sup>e</sup> CGPM) . . . . .	8
Dioptrie (Demande rejetée d'adoption de la dioptrie comme unité SI de vergence) . . . . .	9
Vocabulaire international des termes fondamentaux et généraux de métrologie (Publication de la première édition) . . . . .	9
Divers . . . . .	10
— Le carat métrique (Le CCU ne prend pas position sur une demande d'étude d'un symbole) . . . . .	10
— Masse et poids . . . . .	10
— Grandeurs logarithmiques . . . . .	10
— Symbole du litre . . . . .	10
— La mole (Demande d'examen qui a été retirée) . . . . .	10
— Publication des documents présentés à la session . . . . .	11
<b>Annexe</b>	
U 1. Documents de travail présentés à la 9 <sup>e</sup> session du CCU . . . . .	12
<b>Notice for the reader of the English version. Avertissement au lecteur de la version anglaise . . . . .</b>	<b>15</b>

Note on the organs of the Convention du Mètre . . . . .	17
Agenda . . . . .	20
<b>Report to the Comité International des Poids et Mesures, by D. T. Goldman . . . .</b>	<b>21</b>
Opening of the meeting . . . . .	21
Changes to the SI brochure . . . . .	22
— New definition of the metre . . . . .	22
— Dimensionless quantities . . . . .	24
— Supplementary units . . . . .	24
— Photometry . . . . .	26
— Other changes . . . . .	26
— Bilingual translation . . . . .	27
Gray and sievert (Footnotes to be added to 15th CGPM Resolution 9 and 16th CGPM Resolution 5) . . . . .	27
The diopter (A request for the adoption of the diopter as the SI unit for the quantity optical power is rejected) . . . . .	28
International Vocabulary of Metrology (First edition) . . . . .	29
Miscellaneous . . . . .	29
— Metric carat (Request to consider a recommended abbreviation; CCU chooses not to act) . . . . .	29
— Mass/weight . . . . .	29
— Logarithmic quantities . . . . .	29
— Symbol for the litre . . . . .	29
— Mole . . . . .	30
— Publication of CCU documents . . . . .	30

**Appendix**

U 1. Working documents submitted to the CCU at its 9th meeting . . . . .	31
--	----



IMPRIMERIE DURAND  
28600 LUISANT (FRANCE)

---

Dépôt légal : Imprimeur, 1985, n° 4931  
ISBN 92-822-2089-3

ACHEVÉ D'IMPRIMER : AVRIL 1985

Imprimé en France

