

**COMITÉ CONSULTATIF DES UNITÉS**  
**SESSION DE 1976**

---



COMITÉ INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES

---

COMITÉ CONSULTATIF  
DES UNITÉS

---

5<sup>e</sup> SESSION — 1976  
(23-24 juin)



BUREAU INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES

Pavillon de Breteuil, F-92310 SÈVRES, France

*Dépositaire*: OFFILIB, 48 rue Gay-Lussac, F-75005 Paris



## NOTICE HISTORIQUE

### Les organes de la Convention du Mètre

*Le Bureau International, le Comité International et la Conférence Générale des Poids et Mesures*

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 (1).

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 au moins une fois tous les six 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 au moins une fois tous les deux 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.

Une trentaine de physiciens ou techniciens travaillent dans les laboratoires du Bureau International; ils font des recherches métrologiques ainsi que des mesures dont les résultats sont consignés dans des certificats portant sur des étalons des grandeurs ci-dessus. Le budget annuel du Bureau International est de l'ordre de 4 000 000 de francs-or, soit environ 1 600 000 dollars U.S.

---

(1) Au 31 décembre 1976, quarante-quatre 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, Corée, 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.

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 (*Procès-Verbaux CIPM*, 31, 1963, p. 97). Chaque Comité Consultatif, dont la présidence est généralement confiée à un membre du Comité International, est composé d'un délégué 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 sept :

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.

Les travaux de la Conférence Générale, du Comité International, des Comités Consultatifs et du Bureau International sont publiés par les soins de ce dernier dans les collections suivantes :

- *Comptes rendus des séances de la Conférence Générale des Poids et Mesures*;
- *Procès-Verbaux des séances du Comité International des Poids et Mesures*;
- *Sessions des Comités Consultatifs*;
- *Recueil de Travaux du Bureau International des Poids et Mesures* (ce Recueil rassemble les articles publiés dans des revues et ouvrages scientifiques et techniques, ainsi que certains travaux publiés sous forme de rapports multicoopiés).

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

*Vice-Président*

*Président*  
J. V. DUNWORTH

---

### LISTE DES MEMBRES

DU

### COMITÉ CONSULTATIF DES UNITÉS

---

#### *Président*

J. DE BOER, Secrétaire du Comité International des Poids et Mesures; Professeur à l'Université, Directeur de l'Institut de Physique Théorique, *Amsterdam-C.*

#### *Membres*

COMITÉ D'ÉTAT DES NORMES DU CONSEIL DES MINISTRES DE L'U.R.S.S.,  
*Moscou.*

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE [CEI]: Comité  
d'Études N° 25.

COMMISSION INTERNATIONALE DE L'ÉCLAIRAGE [CIE].

CONSEIL NATIONAL DE RECHERCHES [NRC], *Ottawa.*

INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIATION UNITS AND MEASUREMENTS  
[ICRU].

NATIONAL BUREAU OF STANDARDS [NBS], *Washington.*

NATIONAL PHYSICAL LABORATORY [NPL], *Teddington* (Grande-Bretagne).

NATIONAL RESEARCH LABORATORY OF METROLOGY [NRLM], *Tokyo.*

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.

P. HONTI, Conseiller à l'Office National des Mesures, *Budapest XII*.

L. VILLENA, Patronato « Juan de la Cierva », *Madrid*.

Le directeur du BUREAU INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES  
[BIPM], *Sèvres*.

---





O R D R E   D U   J O U R  
de la 5<sup>e</sup> Session

---

1. Révision de la 2<sup>e</sup> édition (1973) de la brochure du BIPM sur le SI.
  2. Multiples et sous-multiples décimaux ; préfixes SI.  
Nom et symbole pour le nombre 1.
  3. Recommandations du Comité Consultatif de Photométrie et Radiométrie (1975) au CIPM.
  4. Unité "gray".
  5. Unités des grandeurs comportant un facteur biologique.
  6. Propositions et questions diverses :
    - a) Symbole du litre
    - b) Masse et poids
    - c) Propositions de la Pologne et de l'U.R.S.S. au sujet du SI.
-

# RAPPORT

DU

COMITÉ CONSULTATIF DES UNITÉS

(5<sup>e</sup> Session — 1976)

AU

COMITÉ INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES

par P. VIGOUREUX, Rapporteur

---

Le Comité Consultatif des Unités (CCU) s'est réuni au Bureau International des Poids et Mesures, à Sèvres, pour sa cinquième session ; il a tenu trois séances les 23 et 24 juin 1976.

Etaient présents :

J. de BOER, Secrétaire du CIPM, président du CCU.

Les délégués des laboratoires et organisations membres :

Comité d'Etat des Normes du Conseil des Ministres de l'U.R.S.S. (B. OLEINIK).

Commission Electrotechnique Internationale [CEI] :  
Comité d'Etudes N° 25 (O. BAGER).

Commission Internationale de l'Eclairage [CIE] :  
Comité Technique 1.1 (J. TERRIEN).

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

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

National Bureau of Standards [NBS], Washington  
(Ch. H. PAGE, B. STEINER).

National Physical Laboratory [NPL], Teddington  
(P. VIGOUREUX).

National Research Laboratory of Metrology [NRLM],  
Tokyo (S. TAKATA).  
Organisation Internationale de Métrologie Légale [OIML]  
(F. ROTTER).  
Organisation Internationale de Normalisation [ISO] :  
Comité Technique 12 (H. JENSEN, Mme V. SIMONSGAARD).  
Physikalisch-Technische Bundesanstalt [PTB],  
Braunschweig (S. GERMAN).  
Union Internationale de Chimie Pure et Appliquée  
[UICPA] : Commission STU (M.L. McGLASHAN).  
Union Internationale de Physique Pure et Appliquée  
[UIPPA] : Commission SUN (L. VILLENA).

Les membres nominativement désignés :

P. HONTI, Conseiller à l'Office National des Mesures,  
Budapest.  
L. VILLENA, Patronato "Juan de la Cierva", Madrid.

Le directeur du BIPM (J. TERRIEN).

Invité : E.G. RUDBERG, Membre de l'Académie Royale des  
Sciences, Stockholm.

Assistaient aussi à la session : P. GIACOMO, sous-  
directeur du BIPM et H. MOREAU (BIPM).

Le *Président* ouvre la séance en souhaitant la bienvenue  
aux membres présents, en particulier à ceux qui assistent pour  
la première fois à une session du CCU.

Il se fait ensuite l'interprète de tous en évoquant la  
mémoire de Ulrich Stille, décédé le 7 mars 1976. U. Stille,  
ancien président de la PTB, et depuis juin 1975 Vice-Président  
du CIPM, avait été membre du CIPM et de plusieurs de ses  
Comités Consultatifs, dont le CCU, pendant de nombreuses  
années. Il a consacré sa vie au développement de la physique,  
et plus particulièrement à celui de la métrologie. La science  
des mesures n'avait pour ainsi dire pas de secrets pour lui,  
comme le fait voir son livre "Messen und Rechnen in der  
Physik", et il fut un des créateurs du calcul des grandeurs.  
Son opinion, ses avis ont contribué maintes fois aux décisions  
des nombreuses organisations dont il était membre, telles que  
l'UIPPA, la CEI, etc. Membre depuis 1954 de la Commission SUN  
de l'UIPPA, il en devint le secrétaire puis le président.  
C'est surtout à lui qu'est dû le système des masses atomiques

universellement accepté aujourd'hui, de même que le concept de "quantité de matière". Sa disparition prématurée est vivement regrettée par tous.

Le projet d'ordre du jour est adopté avec faculté au Président de modifier l'ordre dans lequel les divers points devront être discutés.

Mr Vigoureux est désigné comme rapporteur, assisté de Mr Moreau comme secrétaire.

RÉVISION DE LA 2<sup>e</sup> ÉDITION (1973)  
DE LA BROCHURE DU BIPM SUR LE SI  
(Documents CCU/76-5, 8, 10(2), 11, 12, 13, 16)

Au cours de l'examen du projet établi par le BIPM (Document CCU/76-8) et des autres documents présentés pour la révision de la 2<sup>e</sup> édition (1973) de la brochure sur le SI, les principales modifications et adjonctions suivantes sont décidées (les pages citées sont celles de la brochure).

1 - Page 29. Afin de mettre fin, suivant le désir du Comité Consultatif de Thermométrie, à l'usage de "°K" et "deg" encore permis d'après la Résolution 3 (paragraphe 4°) de la 13<sup>e</sup> CGPM, le CCU approuve l'insertion, à la remarque de bas de page (7) 2°, de la note suivante : " \* Usages abrogés par le CIPM en 1976." (1)

2 - Mr Page ayant posé la question : "Le degré Celsius devrait-il être considéré comme étant une unité en usage avec le Système International (Tableau 8), ou devrait-il être considéré comme une unité SI ayant un nom spécial ?", le CCU décide :

a) d'ajouter à la fin du 2<sup>e</sup> alinéa (Remarque) de la page 8 : "L'unité SI pour la température Celsius est le degré Celsius" (2) ;

b) de supprimer au Tableau 1 (p. 9) l'astérisque et la remarque ;

---

(1) *Note du BIPM.* A sa 65<sup>e</sup> session (septembre 1976), le CIPM a estimé prématuré d'apporter cette modification dans la 3<sup>e</sup> édition de la brochure sur le SI, dans l'attente de la décision que prendra la prochaine CGPM.

(2) *Note du BIPM.* Le CIPM (septembre 1976) a modifié les quatre dernières lignes de la Remarque comme suit :  
"... où  $T_0 = 273,15$  K par définition. L'unité "degré Celsius" est égale à l'unité "kelvin", mais "degré Celsius" est un nom spécial au lieu de "kelvin" pour exprimer la température Celsius. Un intervalle ou une différence de température Celsius peuvent s'exprimer aussi bien en degrés Celsius qu'en kelvins."

c) d'insérer le degré Celsius dans le Tableau 3 (p. 10), avant la grandeur "flux lumineux", et avec une note renvoyant à la page 8.

3 - Dans le Tableau 2 (p. 10), à la grandeur "nombre d'ondes", le chiffre 1 dans le nom de l'unité SI "1 par mètre" donne lieu à discussion. Le CCU décide finalement, sur la proposition du *Président*, de demander au CIPM d'examiner l'opportunité de recommander à la CGPM la suppression du "1" dans les noms d'unités tels que "1 par mètre"<sup>(3)</sup>.

4 - Le CCU discute la proposition de *Mr Page* d'ajouter dans la traduction anglaise de la brochure, à la 4<sup>e</sup> ligne du Tableau 4, le terme "power density" avant "heat flux density, irradiance" ; ce terme est en effet d'un usage fréquent en anglais. Il est finalement décidé de demander à l'ISO/TC 12 de consulter les autres organisations intéressées et de faire au CCU une recommandation sur le terme "power density" et sur son équivalent en français.

5 - Sur la proposition de *Mr Allisy*, le terme "chaleur molaire" (Tableau 4, dernière ligne) sera remplacé par "capacité thermique molaire". A la ligne 6, le terme "chaleur massique" est remplacé par "capacité thermique massique".

Les nouvelles grandeurs "activité" (Tableau 3) et "exposition" (Tableau 4) seront suivies respectivement des mots "(rayonnements ionisants)" et "(rayons X et  $\gamma$ )", et non de l'adjectif "(radioactive)" comme proposé dans le Document CCU/76-8.

6 - Après une discussion à laquelle prennent part le *Président*, *Mme Simonsgaard*, *MM. Terrien*, *Jensen* et plusieurs autres membres, le CCU décide de proposer au CIPM que la Remarque *b* (p. 11) ne soit plus considérée comme une remarque et que son texte soit modifié comme suit :

"Quoiqu'une unité dérivée ... d'inconvénients à l'emploi de certaines combinaisons ou de certains noms spéciaux afin de faciliter la distinction entre des grandeurs ayant la même dimension. Par exemple, on emploie le hertz pour la fréquence, plutôt que la seconde à la puissance moins un, et le mètre-newton, plutôt que le joule, pour le moment d'une force.

"Dans le domaine des rayonnements ionisants, on emploie de même le becquerel pour l'activité, plutôt que la seconde à la puissance moins un, et le gray pour l'énergie communiquée massique, le kerma, la dose absorbée et l'indice de dose absorbée, plutôt que le joule par kilogramme".

---

<sup>(3)</sup> *Note du BIPM*. Le CIPM (septembre 1976) n'a pas jugé opportun de recommander cette suppression pour le moment.

7 - Page 12. En ce qui concerne l'alinéa a) des Recommandations, tous les membres sont d'accord pour modifier le texte comme suit :

"a) Le produit de deux ou plusieurs unités peut être indiqué d'une des manières suivantes,

*par exemple* : N·m, N.m ou N m".

8 - Le CCU discute la proposition de Mr *Oleinik*, appuyée par MM. *Page*, *Villena* et *Honti* mais à laquelle s'opposent Mme *Simonsgaard* et Mr *Bager*, de transférer l'"hectare" du Tableau 10 au Tableau 8. Il est finalement décidé de ne proposer aucun changement pour le moment, ni de transférer de même l'"are" au Tableau 8 comme l'avait aussi proposé Mr *Oleinik*.

9 - Au sujet de la proposition (Document CCU/76-16) d'inclure l'unité d'angle "grade" (ou "gon") dans le Tableau 8, Mr *Terrien* fait remarquer que l'on pourrait à la rigueur l'inclure dans le Tableau 10 où figure déjà le "gal" encore fréquemment employé en géodésie et géophysique.

Après une longue discussion, le CCU ne s'est pas montré favorable à l'inclusion du "grade" dans la brochure sur le SI. Il estime que les inconvénients que peut ressentir actuellement l'Union Géodésique et Géophysique Internationale seront atténués quand les jeunes, aujourd'hui dans les universités, préféreront utiliser les unités SI lorsqu'ils s'occuperont plus tard de géodésie ou de géophysique.

10 - Diverses autres modifications et adjonctions proposées dans le Document CCU/76-8 sont adoptées sans commentaires.

#### SYMBOLE DU LITRE

De nombreuses organisations nationales ou internationales ont à plusieurs reprises attiré l'attention du CCU sur l'inconvénient de la lettre "l" (el minuscule) pour le symbole du litre, lettre qui se confond bien souvent avec le chiffre 1 (un) dans les textes tapés à la machine à écrire ou imprimés. Cet inconvénient avait déjà été évoqué à la 4<sup>e</sup> session (1974) du CCU (p. U 14), mais il avait été décidé de ne pas changer le symbole du litre.

Après examen d'une nouvelle demande du NBS présentée par Mr *Page* (Document CCU/76-14), le CCU décide de proposer au

CIPM que la lettre L (el majuscule) soit adoptée pour le symbole du litre<sup>(4)</sup>.

#### SYMBOLE POUR L'UNITÉ ASTRONOMIQUE

Dans le Tableau 9 il est indiqué que l'"unité astronomique" n'a pas de symbole international ; ce fait a été confirmé en 1972 par la Commission 5 de l'Union Astronomique Internationale (CCU, 4<sup>e</sup> session, 1974, p. U 16).

Mr *Terrien* signale toutefois que dans un rapport récent de Groupes de travail de l'UAI (Document CCU/76-9) on emploie la lettre "A" pour désigner l'unité astronomique.

Mr *McGlashan* remarque que la lettre A est déjà affectée au symbole de l'ampère. Le CCU charge en conséquence Mr *Terrien* d'informer l'UAI de cette objection et de déconseiller l'adoption de ce symbole.

#### SUR LA DÉFINITION DE L'UNITÉ "RÖNTGEN"

A propos d'un commentaire de Mr *Rotter* (Document CCU/76-10(2)) qui pensait qu'il n'était pas exact de définir le röntgen en fonction du coulomb par kilogramme ( $1 R = 2,58 \times 10^{-4} C/kg$ ) sans spécifier qu'il s'agit d'ionisation dans l'air, Mr *Allisy* fait la remarque générale suivante : il ne faut pas confondre l'unité avec la définition de la grandeur.

La présence de l'air, dont parlait Mr *Rotter*, n'intervient que dans la définition de l'exposition des rayonnements qui est la grandeur ; elle ne touche pas l'unité. Cette remarque sera reprise au sujet du lumen et d'autres unités (voir ci-après "Unités photométriques, ...").

#### MASSE ET POIDS

Suivant la proposition de Mr *Page* (Document CCU/76-3), le CCU décide de supprimer à la page 6 de la brochure, paragraphe II.1.1.b), les mots "[et non de poids ni de force]" qui ne

<sup>(4)</sup> *Note du BIPM.* A sa 65<sup>e</sup> session (septembre 1976), le CIPM a décidé de maintenir le symbole "l" pour le litre. Lorsqu'il existe un risque de confusion avec le chiffre 1, on peut utiliser l'abréviation "ltr." ou écrire "litre" en toutes lettres.



figurent du reste pas dans la déclaration de la 3<sup>e</sup> CGPM (1901).

UNITÉS PHOTOMÉTRIQUES  
ET DES GRANDEURS COMPORTANT UN FACTEUR BIOLOGIQUE

(Documents CCU/76-1, 2, 10(4))

UNITÉ "GRAY"

(Documents CCU/76-10(1), 19)

Mr *Terrien* résume les Recommandations P1 à P3 adoptées par le Comité Consultatif de Photométrie et Radiométrie (CCPR) en septembre 1975. Ces recommandations, qui doivent être examinées par le CIPM à sa session de septembre 1976, proposent que l'unité de base de la photométrie soit définie pour la grandeur flux lumineux qui est d'une conception plus aisée que l'intensité lumineuse. En d'autres termes, le CCPR recommande que la candela soit remplacée par le lumen en tant qu'unité SI de base. De plus, le CCPR recommande que le lumen soit défini en utilisant la radiation monochromatique de fréquence  $540,0154 \times 10^{12}$  Hz, fréquence qui correspond à la longueur d'onde 555 nm dans l'air normal.

Mr *Page* présente un projet de recommandation établi à la suite de discussions au NBS, et qu'il souhaiterait voir adopté par le CCU. Selon ce projet :

"Le lumen est une dénomination spéciale pour 1/680 watt d'un flux énergétique à la fréquence de 540,015 4 térahertz. Le watt est l'unité SI de puissance, mais le lumen est autorisé pour l'usage avec le SI dans le domaine du rayonnement visible."

Le CCU prend note de cette proposition et des recommandations du CCPR.

Ici encore, Mr *Allisy* fait observer que les fonctions de pondération qui sont nécessaires dans le domaine de la photométrie, aussi bien que dans ceux de l'acoustique et des rayonnements ionisants, ne devraient intervenir que dans les définitions des grandeurs et non dans celles des unités. Mr *Bager* appuie cette intervention.

Mr *Page* pense que si cette façon de considérer le lumen et la candela est adoptée, ces deux unités devraient être classées au Tableau 8 : "Unités en usage avec le SI".

Mr *Allisy* fait encore remarquer qu'il n'est pas nécessaire d'avoir une unité avec un nom spécial pour chaque grandeur physique. Mr *McGlashan* pense de même ; la grandeur en

question doit toujours être spécifiée, car l'unité ne suffit pas pour faire connaître la nature de la grandeur.

Après une longue discussion, le CCU reconnaît la nécessité de définitions claires et précises des grandeurs avant d'en pouvoir définir les unités. Le *Président* estime que c'est bien au CCU de recommander que ni la candela, ni le lumen, ne soient inclus dans la liste des unités SI de base. Dans l'attente des résultats de la poursuite des études sur cette question, le CCU ne prend pour le moment aucune décision quant à la situation future de la candela et du lumen dans la liste des unités SI.

Au sujet du "gray", Mr *Allisy* indique qu'il existe actuellement dans le domaine des rayonnements ionisants quatre grandeurs sans facteur biologique (énergie communiquée massique, kerma, dose absorbée, indice de dose absorbée) qui ont pour unité le gray. Une cinquième grandeur, l'"équivalent de dose", est dérivée de la dose absorbée et comporte un facteur biologique.

La discussion se poursuit actuellement à l'ICRU et à l'International Commission on Radiological Protection (ICRP) pour fixer l'unité d'équivalent de dose.

En tant que représentant de l'ICRU, Mr *Allisy* souhaite que le CCU reconnaisse que le "gray" est l'unité valable pour les quatre grandeurs physiques précitées et que l'on attende les propositions de l'ICRU et de l'ICRP quant au choix d'un nom pour l'unité d'équivalent de dose. Le CCU approuve la position de l'ICRU sur l'emploi de l'unité "gray" dans le domaine des rayonnements ionisants.

Le CCU est d'accord pour demander au BIPM de préparer un rapport sur la question des définitions des grandeurs où intervient un facteur biologique, définitions qui conditionnent toute discussion sur les unités propres à ces grandeurs. Ce rapport devrait en outre permettre de faciliter la discussion au sein de l'ICRU et de l'ICRP concernant le nom pour l'unité d'équivalent de dose.

#### PUISSANCES DE 10

(Documents CCU/76-6, 7, 10(5), 15, 17, 18, 20)

Sur la demande du *Président*, les propositions de MM. Terrien, Rudberg, Bager et autres pour exprimer d'une manière satisfaisante les puissances de 10, aussi bien dans le langage parlé qu'écrit, sont examinées avant de discuter les proposi-

tions sur les préfixes. En effet, si une méthode pratique pour exprimer les puissances décimales était proposée et adoptée, les préfixes - surtout ceux qui concernent les exposants très grands ou très petits - deviendraient superflus.

Les propositions les plus discutées sont celles de Mr Bager et de Mr Terrien. Ces deux propositions consistent à faire usage de deux fonctions continues dont l'une est l'inverse de l'autre, mais dont l'une servirait en général plutôt pour les exposants positifs et l'autre pour les exposants négatifs. Mr Terrien les désignerait par "px" et "mx", et Mr Bager par "dex x" et "nex x", où

$$\begin{aligned} px &= \text{dex } x = 10^x \\ mx &= \text{nex } x = 10^{-x}. \end{aligned}$$

Ces symboles proposés sont tirés des expressions et mots suivants :

dex : "decimal exponential function"  
nex : "negative decimal exponential function"  
p : plus ; m : minus.

Mr Page dit qu'un avantage supplémentaire de ces propositions est qu'elles fourniraient une solution au problème considéré depuis longtemps par la CEI concernant l'indication des "parties par million", etc.

Le CCU n'estime pas devoir prendre une décision à cette session. Il demande à l'ISO/TC 12 d'examiner la question avec les organisations intéressées et de lui présenter un rapport sur ses conclusions.

#### PRÉFIXES

(Documents CCU/76-6, 7, 10(5), 15)

Mr Rudberg expose sa proposition pour l'extension de l'usage des préfixes et pour la mise entre parenthèses du symbole des unités composées afin que le préfixe s'applique globalement à ce symbole et non pas, selon la règle actuelle, seulement au symbole de l'unité simple qui suit le préfixe.

Bien que les membres tombent en général d'accord sur l'avantage qu'auraient cette proposition et d'autres analogues pour les unités composées, et en particulier pour les unités inverses telles que le  $m^{-1}$ , le CCU estime qu'il n'y a pas lieu de proposer un changement de la règle actuelle avant l'étude du rapport que l'ISO/TC 12 doit faire sur la manière d'exprimer

les puissances décimales. En effet, comme le fait remarquer le *Président*, si une méthode satisfaisante pour ces exposants était à notre disposition, non seulement les préfixes deviendraient moins nécessaires, mais on ne serait plus limité, pour les grands exposants (positifs ou négatifs), aux seuls exposants multiples de 3.

NOMS ET SYMBOLES POUR LE NOMBRE 1  
ET POUR "PARTIES PAR MILLION", ETC.

Mr *Bager* informe le CCU du résultat de l'enquête menée auprès des comités nationaux du Comité d'Etudes N° 25 de la CEI sur ces deux questions dont le CCU avait aussi discuté à sa précédente session (CCU, 4<sup>e</sup> session, 1974, p. U 4 et p. U 15) (5).

Si l'emploi de "parties par million" est unanimement déconseillé, aucun accord n'a pu se réaliser sur une solution de remplacement. Il a été suggéré d'employer des expressions telles que  $\mu\text{g/g}$  ; mais, comme le fait remarquer Mr *Page*, cette méthode devient incommode pour les unités composées un peu compliquées, par exemple  $(\mu\Omega/\text{K})/(\Omega/\text{K})$ .

Le CCU prend note de cette information sans autre commentaire.

PROPOSITIONS ET QUESTIONS DIVERSES

*Propositions de la Pologne et de l'U.R.S.S. sur l'emploi du SI.* - A la 15<sup>e</sup> Conférence Générale des Poids et Mesures (1975), la Pologne avait présenté une proposition (*Comptes rendus 15<sup>e</sup> CGPM*, p. 100 et Document CCU/76-4) au sujet de l'introduction du SI dans les divers pays et de l'uniformisation des délais d'utilisation des unités qui sont en dehors du SI. Une proposition de l'U.R.S.S. dans le même sens avait été présentée au début de la session par Mr *Oleinik* (Document CCU/76-21).

Le CCU considère que les organisations nationales, beaucoup plus que les organisations internationales, ont un rôle important à jouer pour la diffusion du SI, cette action

---

(5) Le document "ISO/TC 12 (Secretariat-263) 662", qui donne le résumé de l'enquête menée en décembre 1974 par l'ISO/TC 12 auprès de ses membres au sujet d'un symbole et d'un nom pour le nombre 1, a été diffusé aux membres du CCU le 16 août 1976.

s'exerçant par une large diffusion de la brochure originale du BIPM sur le SI ou de ses traductions dans les diverses langues. L'usage progressif du SI dans les divers pays conduira inévitablement à la disparition des unités en dehors du SI qui sont encore maintenues temporairement.

Le *Président* conclut en proposant que le CIPM examine les possibilités d'atteindre rapidement ce but.

*Indication de la grandeur mesurée sur les appareils de mesure.* - Mr *Allisy* souhaiterait que les appareils de mesure portent non seulement l'indication de l'unité de la grandeur mesurée, mais aussi l'indication de la grandeur elle-même. Il propose en conséquence que le CCU adopte une recommandation dans ce sens.

Le *Président* estime que cette demande est justifiée, mais qu'elle est beaucoup plus du domaine de l'Organisation Internationale de Métrologie Légale (OIML) que de celui du CCU.

#### RÉSUMÉ DES CONCLUSIONS

1. Des modifications et adjonctions à apporter à la 2<sup>e</sup> édition (1973) de la brochure du BIPM sur le SI sont discutées et adoptées (pp. U 3 à U 5, p. U 6).
2. Le CCU décide de proposer au CIPM que la lettre "L" (el majuscule) soit adoptée pour le symbole du litre, en remplacement de "l" (el minuscule) (p. U 5).
3. Le CCU est informé des recommandations du CCPR (septembre 1975) concernant les propositions de remplacement de la candela par le lumen en tant qu'unité SI de base, et de définition du lumen à partir d'une radiation monochromatique de fréquence spécifiée (p. U 7).
4. Dans le domaine des rayonnements ionisants, le gray est l'unité des grandeurs physiques suivantes : énergie communiquée massique, kerma, dose absorbée, indice de dose absorbée.  
Le nom de l'unité pour la grandeur "équivalent de dose", grandeur qui comporte un facteur biologique, est actuellement en discussion à l'ICRU et à l'ICRP (p. U 8).
5. Pour les grandeurs qui comportent des fonctions de pondération ou un facteur biologique, le CCU considère que ceux-ci ne doivent pas intervenir dans la définition des unités, mais

uniquement dans la définition des grandeurs. Le BIPM est chargé de préparer un rapport sur cette question.

6. Des propositions sont examinées pour exprimer les puissances de 10 (p. U 8) et pour l'extension de l'emploi des préfixes décimaux (p. U 9). Aucune décision n'est prise dans l'attente du résultat d'une enquête confiée à l'ISO/TC 12.

7. Le CCU est informé de l'état actuel des propositions concernant les noms et symboles pour le nombre 1 et pour "parties par million", etc. Aucune action du CCU n'est envisagée.

8. Aux questions diverses (p. U 10), le CCU a discuté de la diffusion du SI et d'une proposition - qui est plutôt du domaine de l'OIML - relative à l'indication de la grandeur mesurée sur les appareils de mesure.

\*  
\* \*

Au terme de cette session, le *Président* remercie ses collègues pour leur participation. Au nom de tous les membres, Mr *Terrien* remercie le Président pour la préparation des travaux et la conduite des discussions.

(6 juillet 1976 ;  
révisé en octobre 1976)

---

## ANNEXE U 1

---

### Documents de travail présentés à la 5<sup>e</sup> session du CCU

---

Document

CCU/

- 76-1 Extrait d'une lettre (3 novembre 1975) de J. Terrien à Ch.H. Page au sujet des grandeurs comportant un facteur biologique ; réponse (12 novembre 1975) de Ch.H. Page (Voir Annexe U 2).
- 76-2 Recommandations du Comité Consultatif de Photométrie et Radiométrie (septembre 1975) soumises au CIPM.  
Ces Recommandations sont publiées dans *CCPR*, 8<sup>e</sup> session, 1975, p. P 11 et *Procès-Verbaux CIPM*, 44, 1976.
- 76-3 Lettre (2 juillet 1975) de Ch.H. Page (NBS) au sujet de l'emploi des termes *poïds* et *masse*.  
A cette lettre étaient jointes deux annexes :  
- Excerpts from the forthcoming ANS Metric Practice Guide.  
- What is weight, by Ch.H. Page (*Am. J. Phys.*, 43, October 1975, p. 920).
- 76-4 Proposition de la Pologne à la 15<sup>e</sup> CGPM (mai-juin 1975, *Comptes rendus*, p. 100) :  
Demande d'une uniformisation complète des décisions

Document

CCU/

relatives à l'usage des unités en dehors du SI et proposition d'une discussion à ce sujet avec les organisations internationales intéressées dans le cadre du CCU.

- 76-5 Lettre (6 novembre 1974) du "Philippine Council for Agricultural Research" demandant que l'unité *hectare* soit classée parmi les unités en usage avec le SI (Tableau 8).
- 76-6 On a possible extension of the use of decimal multiple prefixes, by E. Rudberg (Voir Annexe U 3).
- 76-7 Ch.H. Page's comments on CCU/76-6.
- 76-8 Brochure du BIPM sur le SI : Propositions de modifications et d'adjonctions pour la 3<sup>e</sup> édition.
- 76-9 Extraits du "Joint report of the Working Group of IAU Commission 4 (10 February 1976)".  
  
Document proposant un nouveau "Système de Constantes Astronomiques de l'UAI" (Diffusé aux membres du CCU pour information).\*
- 76-10 Commentaires de F. Rotter (OIML) sur :  
(1 à 5)
- l'emploi de l'unité *gray* ;
  - le maintien de l'*are* et de l'*hectare* dans le Tableau 10, mais avec adjonction d'une note ;
  - la définition du *röntgen* ;
  - les termes *poids* et *masse* ;
  - la définition du *lumen* comme unité SI de base au lieu de la *candela* ;
  - l'usage des *préfixes SI*.
- 76-11 Lettre (23 février 1976) de P. Vigoureux (NPL) demandant que l'emploi des noms *degré Kelvin* et *degré* et de leurs symboles "°K" et "deg" ne soit plus maintenant toléré.

---

\* Une version révisée (23 juin 1976 ; CCU/76-9 A) a été envoyée aux membres du CCU le 2 août 1976.



Document

CCU/

76-12 Note (15 mars 1976) de Ch.H. Page (NBS) demandant que le terme anglais *power density* (et le terme français correspondant) soit ajouté aux grandeurs de la 4<sup>e</sup> ligne du Tableau 4 de la brochure sur le SI.

76-13 Lettre (avril 1976) de Ch.H. Page (NBS) au sujet du *degré Celsius* :

Should the degree Celsius be identified as a unit in use with the International System (Table 8), or should it be identified as a special name of an SI unit ?

76-14 Lettre (22 avril 1976) de Ch.H. Page (NBS) sur le *symbole du litre* (Voir Annexe U 4).

Proposition de remplacer "l" par "L", ou tout au moins d'admettre ces deux symboles.

76-15 Lettre (27 avril 1976) de Ch.H. Page (NBS) sur les multiples de *mètre carré* et *mètre cube*.

.... As a matter of principle, and for breadth of application to other problems, I prefer a solution in terms of prefix use, such as  $k(m^2)$ ,  $M(s^{-1})$ . If special names for  $m^2$  and  $m^3$  are considered, the latin words for square and cube, *quadrus* and *cubus*, might be suitable.

76-16 Lettre (22 avril 1976) de H. Moritz (Institut de Géodésie Physique de l'Université Technique de Graz, Autriche), souhaitant que le *grade (gon)* et ses sous-multiples soient introduits dans le Tableau 8 de la brochure sur le SI.

76-17 Decimal multipliers, by O. Bager (Voir Annexe U 5).

Suggestions pour un système de multiples et sous-multiples décimaux des unités.

76-18 BIPM.- Multiples et sous-multiples décimaux, par J. Terrien (Voir Annexe U 6).

Proposition pour l'expression simplifiée des puissances de 10.

Document

CCU/

- 76-19 ICRU.- SI derived units for dose equivalent.  
Rapport préliminaire sur la question.
- 76-20 Comments on CCU/76-9, by J. Terrien.
- 76-21 U.R.S.S.- Proposition relative à l'harmonisation des  
délais d'abandon de certaines unités en dehors du  
SI.
-

## ANNEXE U 2

---

### Sur les grandeurs comportant un facteur biologique

(Traduction du Document CCU/76-1)

---

A) Extrait d'une lettre (3 novembre 1975) de J. Terrien  
à Ch.H. Page

La définition acceptée pour le flux lumineux  $\phi_v$  est

$$\phi_v = K_m \int \frac{d\phi_e}{d\lambda} V(\lambda) d\lambda$$

$\phi_e$ , flux énergétique (en watts)

$\phi_v$ , flux lumineux (en lumens)

$K_m$ , efficacité lumineuse spectrale maximale (en lm/W)

$V(\lambda)$ , efficacité lumineuse relative spectrale (rapport sans dimension), fonction de la longueur d'onde  $\lambda$ , admise par convention pour la vision photopique.

Je commence à comprendre que l'état de choses actuel, où  $K_m$  a comme unité lm/W, n'est peut-être pas aussi satisfaisant que je le pensais.

Il existe en effet une autre série d'efficacités lumineuses relatives spectrales,  $V'(\lambda)$ , qui a été adoptée officiellement par la CIE et le CCPR, pour la vision scotopique. Faut-il définir deux candelas (ou deux lumens), l'une photopique et l'autre scotopique, toutes deux étant des unités de base ? Ou faut-il ( ce qui est probable à mon avis) définir la candela comme l'unité correspondant aux deux grandeurs, photopique et

scotopique, avec  $K_m$  (photopique) = 680 lm/W et  $K'_m$  (scotopique) = 1746 lm/W ?

Je crois savoir que l'on utilise en photobiologie une douzaine d'autres efficacités spectrales pour évaluer l'aptitude des rayonnements à provoquer des érythèmes, une pigmentation de la peau, des altérations de la cornée et du cristallin, etc. ; est-il approprié d'avoir autant d'unités, ou d'utiliser là aussi la candela, le lumen, pour toute cette série de grandeurs photobiologiques ?

Ces problèmes sont très semblables au problème en cours de discussion à la suite de l'adoption du gray par la CGPM. On peut lire dans "Supplement to ICRU Report 19, Dose Equivalent, 1973" : Bien que l'équivalent de dose ait la même dimension que la dose absorbée  $[D]$  et par conséquent puisse être exprimé en J/kg, il est extrêmement souhaitable que  $H$  [équivalent de dose] ait sa propre unité". (Les parties entre crochets ne figurent pas dans le texte de l'ICRU et ont été introduites pour plus de clarté). Comme  $H = D \times QN$ , l'ICRU considère que  $Q$  (facteur de qualité) et  $N$  (produit de n'importe quel autre facteur de modification) sont sans dimension ;  $N$  égale 1 pour toutes les sources extérieures, mais  $Q$  est exprimé sous forme d'une fonction continue  $L_\infty$  (pouvoir de ralentissement dû aux pertes par collision). L'ICRU donne les valeurs numériques choisies de cette fonction, de 1 à 20, pour  $L_\infty$  allant de 3,5 à 175 keV/ $\mu$ m dans l'eau.

De façon semblable, et contrairement aux conventions en vigueur, devons-nous insister pour que  $K_m$  soit considéré comme sans dimension, et dire qu'on peut exprimer le flux *lumineux* en watts et l'intensité *lumineuse* en watts par stéradian, au lieu de les exprimer en lumens et en candelas ?

B) Réponse (12 novembre 1975) de Ch.H. Page

Je vous remercie de votre lettre du 3 novembre. Vous avez posé le problème d'une façon très claire qui m'amène à faire les commentaires suivants.

De nombreux processus et phénomènes physiques sont provoqués par un apport d'énergie, chacun ayant son propre facteur d'efficacité, mais dans tous les cas l'apport d'énergie est en watts. Si j'ai une série de casseroles pour lesquelles un contact thermique ne se fait pas convenablement avec l'élément chauffant d'une cuisinière électrique, de telle sorte que cela

introduit un facteur numérique dans l'équation qui donne la vitesse de cuisson, dois-je pour cela introduire une nouvelle unité correspondant à la puissance effective de cuisson par unité de masse ?

Si les grandeurs photobiologiques en question sont proportionnelles à l'apport de puissance électromagnétique, avec un facteur de proportionnalité qui est fonction de la fréquence, pourquoi chaque phénomène devrait-il avoir sa propre unité de puissance ? Si toutes ces unités sont des "watts pondérés", nous avons tout simplement une série spéciale de ce que McGlashan appelle des "unités décorées".

J'ai nettement l'impression que les facteurs d'efficacité et les facteurs de rendement doivent être considérés comme des nombres, et que dans tous les cas on doit mesurer la puissance effective en watts. C'est de loin préférable à l'existence de différents "watts effectifs". En conséquence, je n'utiliserais pas de "watts lumineux" et je ne tiens pas davantage à utiliser un nom spécial pour le "watt lumineux" pour cacher que c'est *en fait* un "watt lumineux".

Si nous adoptons des noms spéciaux en photométrie pour le joule et le watt quand on parle de la sensibilité de l'oeil, allons-nous aussi adopter une autre série de noms d'unités pour la sensibilité d'un film photographique, de caméras de télévision, etc ?

## ANNEXE U 3

---

### **Sur une extension possible de l'emploi des préfixes décimaux**

par E. RUDBERG

(Traduction du Document CCU/76-6)

---

Ma remarque lors de la séance de clôture de la 15<sup>e</sup> CGPM le 2 juin 1975, selon laquelle il reste encore beaucoup à faire quant à l'emploi des préfixes<sup>(1)</sup>, repose essentiellement sur deux observations.

La première est qu'on a apparemment besoin de préfixes et de noms commodes pour exprimer les multiples décimaux compris entre ceux qui existent actuellement et qui correspondent aux puissances trois de 10. Il est vrai que nous avons hecto, déca, déci, centi. Mais il semble que l'on ait souvent découragé, ou du moins pas recommandé, leur emploi. En tout état de cause, leur emploi dans des combinaisons avec les autres préfixes - kilo, méga, ... ou milli, micro, ... - ne paraît pas avoir, jusqu'ici, attiré beaucoup l'attention ou présenté d'attrait. Il n'y a qu'à constater la ténacité largement répandue avec laquelle on en reste au bar, au lieu d'utiliser l'hectokilopascal. L'ångström au lieu de 100 picomètres en est peut-être un autre exemple.

Ma seconde observation se rapporte au souhait, assez général, d'une utilisation plus répandue - et une utilisation sans ambiguïté - des préfixes existant actuellement ; cela

---

(1) *Comptes rendus des séances de la 15<sup>e</sup> Conférence Générale des Poids et Mesures*, Paris 1975, p. 97.

a été exprimé à plusieurs reprises au CCU, en particulier à sa 4<sup>e</sup> session (septembre 1974). Bien que les préfixes ne soient officiellement reconnus, à l'heure actuelle, que pour être utilisés dans les mesures physiques, leur emploi devient de plus en plus courant dans le domaine monétaire - pour ne mentionner qu'un des exemples les plus frappants. En fait, je pense que, dans bien des cas, les gens préféreraient écrire  $k$  au lieu de  $10^3$ , ou  $M$  au lieu de  $10^6$ , profitant ainsi de l'existence d'un symbole valable sur le plan international, et que l'on peut exprimer d'une façon claire et compréhensible dans toutes les langues. Se servir de  $k$ ,  $M$ , etc., tout à fait comme des facteurs numériques me plairait assez (même d'écrire  $M = k^2$  !). Toutefois, j'ai souvent eu l'impression, bien que je ne le comprenne pas, que les experts y répugnaient. Serait-ce qu'ils pensent que, lorsqu'on a ajouté le symbole d'un préfixe au symbole d'une unité, cela a ajouté quelque chose de nouveau à celle-ci, de telle sorte qu'en fait le symbole du préfixe ne joue plus seulement le rôle d'un facteur algébrique (numérique) ? L'omission du signe "multiplié par" entraîne-t-elle avec elle une modification plus profonde ?

Selon la convention officiellement en vigueur à l'heure actuelle,  $km^2 = (km)^2$ . Cela serait contraire aux règles de l'algèbre si l'on considérait  $k$  uniquement comme un facteur algébrique indépendant. Nous avons également adopté le  $mm^2$  et le  $cm^2$ .

Avec l'extension de l'emploi du SI, entraînant l'utilisation d'unités dérivées plus complexes, l'emploi, souvent non restreint, de ce que l'on pourrait appeler des "unités avec multiples incorporés" comporte des risques et est une cause d'erreurs. On ne bénéficie complètement des avantages du SI en tant que système sûr et cohérent que si l'on présente de façon systématique les mesures, ou les résultats de calculs, dans la seule unité SI convenable, affectée, si besoin est, d'un préfixe décimal. Dans ce cas, il est certain que l'on peut traiter le symbole du préfixe comme un simple facteur numérique.

Si l'on adoptait cette façon de voir - et si l'on traitait les symboles des préfixes comme de simples facteurs algébriques - il serait alors quelque fois prudent de ne pas supprimer le signe de multiplication ou de faire suivre le symbole du préfixe du symbole de l'unité entre parenthèses. Malheureusement, il n'est pas facile de "lire" les parenthèses. Dans plusieurs langues, toutefois, une brève pause

après l'énoncé du préfixe, suivi de l'expression de l'unité, ferait passer l'information correctement en toute sûreté. Ces précautions seraient nécessaires, car il ne serait pas possible d'abandonner des expressions comme  $\text{km}^2$ ,  $\text{mm}^2$ ,  $\text{cm}^3$  qui existent actuellement. Il ne serait pas judicieux non plus de tenter de les éliminer. Mais elles devraient être clairement distinguées comme des exceptions à la règle générale, exceptions admises pour des raisons historiques.

(15 janvier 1976)

---



## ANNEXE U 4

---

### Sur le symbole du litre

(Lettre de Ch. H. Page (NBS) au directeur du BIPM)

(Traduction du Document CCU/76-14)

---

Le vieux problème d'un symbole convenable pour "litre" revient au premier plan. La lettre "l" minuscule est ambiguë dans les textes dactylographiés ou imprimés ; par exemple, les étiquettes telles que "2,5 l", "2 l", ou "1 l" que l'on trouve sur les produits d'épicerie ne sont pas claires pour l'acheteur. En cette période de passage au système métrique aux Etats-Unis, nous souhaitons faire accepter le SI par le grand public sans qu'il s'y perde.

Le Canada a adopté la lettre cursive "ℓ" ; nous n'aimons pas cette solution, car ce caractère n'existe pas sur la plupart des machines à écrire, et on ne le trouve pas de façon courante chez les imprimeurs. Nous devons pourtant avoir un symbole convenable pour l'emploi courant et nous devons l'avoir rapidement.

La règle selon laquelle on emploie une lettre majuscule lorsque le symbole vient d'un nom propre, n'interdit pas expressément de mettre une majuscule dans les autres cas. Ainsi un "L" majuscule n'est pas en contradiction formelle avec la Résolution 7 de la 9<sup>e</sup> CGPM. Il existe une forte tendance à vouloir adopter "L" dans une norme nationale américaine qui paraîtrait prochainement, et cela se fera vraisemblablement que le CCU prenne ou non une décision en la matière.

La question a été étudiée dans nos services, et le NBS a décidé d'appuyer aux Etats-Unis, au sein du CCU et du CIPM le changement du symbole et l'adoption de "L".

En conséquence, je demande au CCU d'examiner, au cours de sa prochaine session en juin, la question du changement de "l" en "L" pour le symbole du litre, ou tout au moins de laisser le choix entre ces deux symboles.

(22 avril 1976)

---

## ANNEXE U 5

---

### **Multiples décimaux**

par O. BAGER

(Traduction du Document CCU/76-17)

---

#### INTRODUCTION

A sa 4<sup>e</sup> session (1974), le CCU a proposé l'introduction des préfixes peta (P) pour  $10^{15}$  et exa (E) pour  $10^{18}$ . Cette proposition a conduit à une décision correspondante de la 15<sup>e</sup> CGPM en 1975. Lors des discussions de 1974 le CCU avait aussi envisagé un préfixe pour  $10^{21}$ , sans toutefois prendre de décision. Une des raisons en était que, au moins pour quelques membres, il paraissait douteux que la liste des préfixes doive être encore étendue, et qu'il pouvait être utile d'envisager aussi d'autres façons de faire. C'est là la raison de l'exposé, des suggestions et de la proposition qui suivent.

#### ÉTAT ACTUEL DE LA SITUATION

On peut exprimer la valeur d'une grandeur comme un produit d'une valeur numérique et d'une unité, et différentes combinaisons sont possibles ; par exemple, pour une certaine longueur  $l = 3$  mégamètres = 3 Mm =  $3 \cdot 10^6$  m. Dans les deux premiers cas on considère 3 comme une valeur numérique et mégamètre ou Mm comme une unité, M étant l'abréviation de méga. Dans le dernier cas, on considère  $3 \cdot 10^6$  comme une valeur numérique et

m comme une unité. Souvent, il n'est pas nécessaire de distinguer la partie qui est une valeur numérique et la partie qui est une unité. Si, dans l'exemple que l'on vient de donner, dans lequel  $M = 10^6$ , on considérerait M comme un multiplicateur faisant partie de la valeur numérique, la valeur numérique serait  $3 M = 3 \cdot 10^6$  et l'unité serait m.

Ecrire les multiplicateurs sous la forme  $10^6$  et  $10^{-6}$  présente certains inconvénients. L'un est qu'on ne peut écrire l'expression complète sur la même ligne. Un autre inconvénient est que dans un texte imprimé une partie essentielle est en petits caractères et peut par conséquent être difficile à lire.

Les fonctions mathématiques "normalisées" sont souvent exprimées par des symboles écrits en lettres minuscules, par exemple sin, sgn, ln, lg, exp. Les valeurs correspondantes de la fonction, si la variable est  $x$ , sont sin  $x$ , sgn  $x$ , ln  $x$ , lg  $x$  et exp  $x$ , dans lesquelles on ne met pas la variable entre parenthèses, sauf si la variable est complexe, par exemple sin ( $2 x + 3$ ). Il existe aussi pour les valeurs de fonction des symboles disposés différemment, par exemple  $|x|$ ,  $a^x$ ,  $e^x$ ,  $x^a$ ,  $\sqrt{x}$ ,  $\Gamma(x)$ .

Pour la fonction logarithmique à base e nous avons ln  $x$ , et pour la base 10 nous avons lg  $x$ , c'est-à-dire des symboles entièrement sur la ligne. Pour la fonction exponentielle à base e nous avons deux possibilités :  $e^x$  et exp  $x$  ; dans le dernier cas le symbole est entièrement sur la ligne. Pour la fonction exponentielle à base 10 nous avons seulement  $10^x$ , si nous mettons de côté l'emploi dans certains domaines de E suivi d'un nombre, par exemple E6 pour  $10^6$  et E-9 pour  $10^{-9}$ , emploi qui peut entraîner des confusions dans bien des cas.

#### SUGGESTION

On suggère ici d'introduire pour  $10^x$  un nouveau symbole que l'on peut écrire sur la ligne, et quelques extensions qui en découlent. Ceci peut être utilisé aussi bien en mathématique que comme complément ou comme alternative aux préfixes.

La première suggestion consiste à introduire le symbole "dex" pour une fonction exponentielle décimale, où l'on aurait dex  $x = 10^x$  exactement comme on a exp  $x = e^x$ . Ainsi  $10^{24} = \text{dex } 24$ ,  $10^{-27} = \text{dex } (-27)$ .

Dans bien des cas, en particulier pour l'emploi avec les unités comme alternative ou addition à un préfixe, une notation plus simple est souhaitable. On suggère "D" comme forme abrégée et on aurait  $D = \text{dex}$  et  $D(x) = \text{dex } x$ . Lorsqu'on écrit des nombres en chiffres on peut supprimer les parenthèses, c'est-à-dire  $\text{dex } 27 = D \ 27$ .

Si l'on utilise ces symboles, nous aurons pour la vitesse de la lumière dans le vide :

$$c_0 \approx 300\ 000 \text{ km/s} = 300 \text{ Mm/s} = 0,3 \text{ Gm/s} = 300 \text{ dex } 6 \text{ m/s} = \\ 0,3 \text{ dex } 9 \text{ m/s} = 3 \text{ dex } 8 \text{ m/s} \text{ ou } 300 \text{ D6 m/s} = 0,3 \text{ D9 m/s} = \\ 3 \text{ D8 m/s}.$$

De même que pour les unités nous pouvons lire mètre pour m et volt pour V, on peut lire dex pour D, c'est-à-dire qu'on peut lire trois dex huit mètres par seconde pour 3 D8 m/s.

On pourrait donner la valeur d'une certaine longueur d'onde comme suit :  $0,37 \cdot 10^{-10} \text{ m} = 0,37 \text{ dex}(-10) \text{ m} = 0,37 \text{ D}(-10) \text{ m}$  ou, si l'on autorise l'omission des parenthèses,  $0,37 \text{ dex } -10 \text{ m} = 0,37 \text{ D-10 m}$ .

Il faudrait voir si l'on devrait adjoindre un symbole spécial qui rende inutile le signe moins pour les exposants négatifs comme autre possibilité que dex et D. Cela rendrait inutiles des notations comme  $D(-10)$  ou  $D-10$  et serait commode dans bien des cas. On suggère d'introduire le symbole "nex" avec la forme abrégée N pour une fonction exponentielle décimale négative :

$$\text{nex } x = N(x) = \text{dex}(-x) = D(-x) = 1/\text{dex}(x) = 1/D(x).$$

Pour la longueur d'onde donnée plus haut, on écrivait :  $0,37 \cdot 10^{-10} \text{ m} = 0,37 \text{ nex } 10 \text{ m} = 0,37 \text{ N10 m}$ , que l'on pourrait lire 0,37 nex 10 mètres.

Les symboles dex (D) et nex (N) présentés ici doivent être considérés comme des multiplicateurs et non comme faisant partie des unités. Ainsi :

$$5 \text{ km}^3 = 5 \cdot (10^3 \text{ m})^3 = 5 \cdot 10^9 \text{ m}^3 = 5 \text{ dex } 9 \text{ m}^3 = 5 \text{ D9 m}^3.$$

Dans cet exemple, il serait possible et permis d'écrire  $5 \text{ km}^3 = 5 \cdot (\text{D3 m})^3$ , pour l'utiliser dans les cas où cela s'avère souhaitable.

Voici d'autres exemples de l'emploi de dex et nex :

$$1 \text{ eV} \approx 1,6 \text{ nex } 19 \text{ J} = 1,6 \text{ N19 J}$$

$$1 \text{ u} \approx 1,66 \text{ nex } 27 \text{ kg} = 1,66 \text{ N27 kg}$$

$$1 \text{ pc} \approx 3,09 \text{ dex } 16 \text{ m} = 3,09 \text{ D16 m}$$

$$1 \text{ barn} = 1 \text{ nex } 28 \text{ m}^2 = 1 \text{ N28 m}^2.$$

En dehors de leur emploi pour la fonction exponentielle décimale, les symboles (D) dex et (N) nex sont essentiellement destinés à être utilisés en relation avec les unités ; mais d'autres utilisations sont possibles, pourraient être commodes et devraient être autorisées.

On peut exprimer par 2,7 dex 25 ou 2,7 D25 le nombre de molécules contenues dans 1 m<sup>3</sup> dans les "conditions normales". On peut de même exprimer par 2 nex 9 ou 2 N9 une concentration que l'on exprime sous la forme non recommandée de 2 ppb =  $2 \cdot 10^{-9}$ , ou b représente un billion au sens américain.

Les symboles suggérés ici, c'est-à-dire dex (D) et nex (N), ne sont pas absolus et l'on peut envisager d'autres symboles jouant le même rôle. Toutefois, lorsqu'on choisit des symboles, il semble essentiel d'utiliser des symboles à trois lettres minuscules ou des symboles à une lettre majuscule. Il est aussi souhaitable que l'on puisse les prononcer dans les différentes langues.

#### PROPOSITION

On propose que le CCU étudie l'introduction de :  
dex  $x$  et D( $x$ ) pour  $10^x$  (exemple dex 27 = D27 =  $10^{27}$ ),  
nex  $x$  et N( $x$ ) pour  $10^{-x}$  (exemple nex 31 = N31 =  $10^{-31}$ ).

Il faut noter que la proposition se rapporte au principe d'une notation symbolique et que l'on pourra préférer des symboles composés d'autres lettres.

(27 avril 1976)

---

## ANNEXE U 6

---

### **Multiples et sous-multiples décimaux**

par J. TERRIEN

**Bureau International des Poids et Mesures**

(Document CCU/76-18)

---

Les préfixes SI sont disponibles pour former les noms de multiples et sous-multiples des unités SI. On obtient ainsi de nouvelles unités, non cohérentes avec les unités SI, mais qui peuvent être d'un ordre de grandeur plus commode, c'est-à-dire que le nombre qui précède l'unité est un nombre simple.

Cependant, l'emploi des préfixes SI a des inconvénients :

1. Perte de la cohérence.
2. Le nombre des préfixes à garder en mémoire est parfois estimé trop grand (seize préfixes en 1976).
3. L'échelonnement des multiples et sous-multiples des unités SI mètre carré et surtout mètre cube est trop espacé.
4. Les préfixes appliqués à des unités SI qui sont des inverses, par exemple  $s^{-1}$ , sont estimés agir d'une façon illogique ; en effet, un préfixe de sous-multiple donne une nouvelle unité qui est un multiple, et inversement.
5. Pour corriger certains de ces inconvénients, on a déjà allongé la liste des noms spéciaux d'unités SI dérivées ; certains demandent qu'on l'allonge encore davantage.

Une solution a été proposée, qui consiste à donner un nom et un symbole au nombre 1 afin que les préfixes s'appliquent à ce nombre et à ce symbole ; cette solution a elle aussi ses inconvénients.

Ceux qui sont habitués à l'emploi des puissances de 10 peuvent éviter les inconvénients des préfixes SI ; il leur est facile d'utiliser les unités SI seulement, l'ordre de grandeur

désiré étant obtenu avec la puissance de 10 appropriée. Un inconvénient est que l'expression verbale est un peu longue ; par exemple, "dix puissance moins neuf seconde" est plus long que "1 nanoseconde".

Pour ceux qui ne sont pas familiarisés avec les exposants, on estime qu'une solution de ce genre est impraticable.

A mon avis, une solution à ces difficultés serait possible si l'on veut bien accepter deux principes :

- 1° Au lieu de former de nouvelles unités par une altération des unités SI, on pourrait altérer le nombre qui précède l'unité ;
- 2° le nombre serait altéré selon le principe des puissances de 10, avec un langage simple accessible à tous.

Voici des exemples d'essai de mise en oeuvre de ces deux principes.

Convenons que  $p_1 = 10^1$ ,  $p_2 = 10^2$ ,  $p_3 = 10^3$  ...  $p_n = 10^n$   
et que  $m_1 = 10^{-1}$ ,  $m_2 = 10^{-2}$ ,  $m_3 = 10^{-3}$  ...  $m_n = 10^{-n}$   
(p rappelle plus +, m rappelle moins -).

Il me semble facile d'apprendre à l'homme de la rue ou à un enfant que  $p_n$  a la même signification que le nombre 1 suivi de  $n$  zéros, et que  $m_n$  a la même signification que le nombre 1 précédé de  $n$  zéros, avec un signe décimal après le premier zéro, par exemple,  $p_3 = 1000$ ,  $m_3 = 0,001$ .

Si cette convention de langage et d'écriture était adoptée et entrée en usage, les préfixes SI pourraient devenir inutiles. Par exemple, on dirait  $m_6$  seconde (écrit  $m_6$  s) au lieu de 1 microseconde ( $1 \mu\text{s}$ ) ;  $3,7 p_9$  becquerels ou  $3,7 p_{10}$  becquerels au lieu de 37 gigabecquerels ;  $\frac{1}{3,7} m_{10}$  curie ou  $\frac{1}{37} m_9$  curie au lieu de  $\frac{1}{37}$  nanocurie ;  $1 p_4 m_2$  au lieu de  $1 \text{ hm}^2$  ;  $1 p_9 m_3$  au lieu de  $1 \text{ km}^3$  ;  $1 p_6 s^{-1}$  au lieu de  $1 \mu\text{s}^{-1}$  ;  $1 p_{12} \text{ Hz}$  au lieu de  $1 \text{ THz}$ .

Cette convention sur l'expression simplifiée des puissances de 10 pourrait rendre inutile les noms de grands nombres tels que billion, trillion, etc. qui ont deux significations ; exemple, 1 billion serait remplacé par  $1 p_9$  aux USA, et par  $1 p_{12}$  en France.

En résumé, il me semblerait utile de compléter les règles de numération par une convention simple qui permette de remplacer l'unité 1 par une puissance de 10 entière, positive ou négative ; un avantage important serait de rendre à peu près inutiles les préfixes SI et d'éviter les difficultés qui sont apparues dans leur emploi.



# TABLE DES MATIÈRES

## COMITÉ CONSULTATIF DES UNITÉS

5<sup>e</sup> Session (1976)

	Pages
Notice historique 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 P. Vigoureux .....</b>	<b>U 1</b>
Hommage à la mémoire de U. Stille, décédé le 7 mars 1976 .....	2
Révision de la 2 <sup>e</sup> édition (1973) de la brochure du BIPM sur le SI (Principales modifications et adjonctions décidées) .....	3
Symbole du litre (Le remplacement de « l » par « L » est proposé au CIPM) .....	5
Symbole international pour l'unité astronomique (Situation actuelle; démarche auprès de l'Union Astronomique Internationale) .....	6
Définition du röntgen (A la suite d'un commentaire sur cette unité qui est définie en fonction du coulomb par kilogramme, il est fait remarquer que la présence de l'air intervient uniquement dans la définition de la grandeur exposition et non dans celle de son unité) .....	6
Masse et poids (Suppression de quelques mots dans la brochure sur le SI) .....	6
Unités photométriques et des grandeurs comportant un facteur biologique. Unité « gray » (Présentation des recommandations adoptées par le CCPR en 1975, relatives au remplacement de la candela par le lumen comme unité SI de base, et à la définition du lumen par une radiation monochromatique de fréquence spécifiée. Proposition du NBS. Échange de vues sur ces questions. Grandeurs dont le « gray » est l'unité; discussions en cours sur l'unité de la grandeur « équivalent de dose » qui comporte un facteur biologique. Le BIPM est chargé de préparer un rapport sur la définition des grandeurs où intervient un facteur biologique) .....	7
Puissances de 10 (Présentation et discussion des propositions pour exprimer ces puissances. Enquête confiée à l'ISO/TC 12) .....	8
Préfixes (Présentation d'une proposition de Mr Rudberg; aucune décision n'est prise dans l'attente du rapport de l'ISO/TC 12 sur le point précédent) ..	9
Noms et symboles pour le nombre 1 et pour « parties par million », etc. (Le CCU est informé de la situation actuelle sur ces questions) .....	10

Propositions et questions diverses :

— Propositions de la Pologne et de l'URSS relatives à l'emploi du SI et à l'uniformité des délais d'utilisation des unités en dehors du SI .....	10
— Indication de la grandeur mesurée sur les appareils de mesure (Proposition renvoyée à l'OIML) .....	11
Résumé des conclusions .....	11

**Annexes**

U 1. <i>Documents de travail présentés à la 5<sup>e</sup> session du CCU</i> .....	13
U 2. <i>Sur les grandeurs comportant un facteur biologique</i> .....	17
U 3. <i>Sur une extension possible de l'emploi des préfixes décimaux</i> , par E. Rudberg, .....	20
U 4. <i>Sur le symbole du litre</i> , lettre de Ch. H. Page (NBS) .....	23
U 5. <i>Multiples décimaux</i> , par O. Bager .....	25
U 6. BIPM. — <i>Multiples et sous-multiples décimaux</i> , par J. Terrien .....	29





IMPRIMERIE DURAND  
28600 LUISANT (FRANCE)

---

Dépôt légal, Imprimeur, 1977, n° 681  
ISBN 92-822-2044-3

ACHEVÉ D'IMPRIMER LE 1977-03-02

Imprimé en France