

COMPTES RENDUS DES SÉANCES

DE LA

# 16<sup>e</sup> CONFÉRENCE GÉNÉRALE DES POIDS ET MESURES

PARIS, 8-12 OCTOBRE 1979



BUREAU INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES

Pavillon de Breteuil, F-92310 SÈVRES, France

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

ISBN 92-822-2059-1

COMPTES RENDUS DES SÉANCES  
DE LA  
**16<sup>e</sup> CONFÉRENCE GÉNÉRALE**  
**DES POIDS ET MESURES**

RÉUNIE A PARIS EN 1979

SOUS LA PRÉSIDENTENCE

DE

**Mr ROGER GAUTHERET**

Président de l'Académie des Sciences de l'Institut de France

PRÉSIDENT PAR DÉLÉGATION :

**Mr PIERRE JACQUINOT**

Vice-Président de l'Académie des Sciences de l'Institut de France

---

**Délégués des États signataires de la Convention du Mètre**

(Les noms des Membres du Comité International des Poids et Mesures sont précédés d'un astérisque)

**Afrique du Sud**

Mr le Dr A. STRASHEIM, Directeur du National Physical Research Laboratory (NPRL), *Pretoria*.

Mr le Dr R. TURNER, Head of Precise Physical Measurements Division, NPRL, *Pretoria*.

Mr le Dr J. A. BRINK, Conseiller Scientifique d'Ambassade, *Paris*.

Mr P. R. DIETRICHSEN, Premier Secrétaire d'Ambassade, *Paris*.

**Allemagne (République Fédérale d')**

\*Mr le Prof. Dr D. KIND, Président de la Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB), *Braunschweig*.

Mr le Prof. Dr H.-J. SCHRADER, Vice-Président de la PTB, *Braunschweig*.

Mr le Prof. Dr S. GERMAN, Membre du Directoire de la PTB, *Braunschweig*.

**Allemande (République Démocratique)**

Mr le Dr L. WERNER, Vice-Président de l'Amt für Standardisierung, Messwesen und Warenprüfung (ASMW), *Berlin*.

Mme I. HUYBRECHTS, ASMW, *Berlin*.

**Amérique (États-Unis d')**

\*Mr E. AMBLER, Directeur du National Bureau of Standards (NBS), *Washington*.

Mr E. L. BRADY, Associate Director for International Affairs, NBS, *Washington*.

Mr F. X. CUNNINGHAM, International Relations Officer, Department of State, *Washington*.

Mr A. S. FRIEDMAN, Conseiller Scientifique d'Ambassade, *Paris*.

**Argentine (République)**

\*Mr R. STEINBERG, Chef du Département de Physique, Instituto Nacional de Tecnología Industrial, *Buenos Aires*.

Mr L. A. LUINI, Premier Secrétaire d'Ambassade, *Paris*.

**Australie**

Mr le Dr W. R. BLEVIN, Acting Chief of the Division of Applied Physics, National Measurement Laboratory, *Lindfield (Sydney)*.

**Autriche**

Mr le Dipl. Ing. F. BERNHARDT, Directeur au Bundesministerium für Bauten und Technik, *Wien*.

Mr le Dr F. ROTTER, Directeur au Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen, *Wien*.

**Belgique**

Mme M.-L. HENRION, Ingénieur en Chef-Directeur du Service de la Métrologie, *Bruxelles*.

**Brésil**

Mr M. REIS, Ancien Directeur Général de l'Institut National des Poids et Mesures, *Rio de Janeiro*.

Mr J. E. ALVES COSTA, Institut National des Poids et Mesures, *Rio de Janeiro*.

Mr C. A. S. CARDOSO, Institut National des Poids et Mesures, *Rio de Janeiro*.

\*Mr le Prof. L. CINTRA DO PRADO, Conseiller à l'Institut National des Poids et Mesures, *São Paulo*.

Mr F. J. DE CARVALHO LOPES, Premier Secrétaire d'Ambassade, *Paris*.

#### **Bulgarie**

Mr P. N. ZLATAREV, Vice-Président du Comité d'État de Normalisation, *Sofia*.

Mr I. ZAHARIEV, Spécialiste en Chef au Centre National de Métrologie du Comité d'État de Normalisation, *Sofia*.

Mme B. G. VELITCHKOVA, Expert à la Direction Coopération Internationale du Comité d'État de Normalisation, *Sofia*.

#### **Cameroun**

N.

#### **Canada**

\*Mr le Dr H. PRESTON-THOMAS, Directeur Associé de la Division de Physique du Conseil National de Recherches, *Ottawa*.

Mr P. C. BOIRE, Directeur exécutif, Commission du Système Métrique, *Ottawa*.

#### **Chili**

Mr H. ALFARO, Secrétaire d'Ambassade, *Paris*.

#### **Chine (République Populaire de)**

Mr LI Leshan, Directeur Général du Bureau d'État de Métrologie, *Beijing*.

\*Mr WANG Daheng, Director of the Institute of Optics and Fine Mechanics of Academy of Sciences, *Changchun*.

Mr WANG Jiang, Deputy Director of the National Institute of Metrology, *Beijing*.

Mr YUE Min, Directeur du Service des Affaires Étrangères du Bureau d'État de Métrologie, *Beijing*.

Mr YU Datong, Secrétaire du Service des Affaires Étrangères du Bureau d'État de Métrologie, *Beijing*.

#### **Corée (République de)**

Mr CHOI Soek-Mu, Directeur, Department of Weights and Measures, National Industrial Research Institute, *Séoul*.

Mr BAE Hong-Ki, Chief of Metrology Division, Industrial Advancement Administration, *Séoul*.

Mr PARK Young-Sik, Directeur de la Division « Métrologie I », Institut National de Recherches Industrielles, *Séoul*.

Mr LIM Tong-Kun, Institut National de Recherches des Normes, *Taejeon*.

#### **Danemark**

Mr le Prof. Dr T. G. CARLSEN, Chairman, Laboratory for Fundamental Metrology, *Lyngby*.

Mr E. R. HOLTVEG, Directeur du Bureau National des Poids et Mesures, *Copenhague*.

Mr J. THOMAS, Chef du Laboratoire de Métrologie Fondamentale, *Lyngby*.

\*Mr le Dr H. H. JENSEN, Professeur à l'Université, *Copenhague*.

Mme V. SIMONSGAARD, Ingénieur en Chef, Conseil National de Normalisation, *Hellerup*.

#### **Dominicaine (République)**

N.

#### **Égypte (République Arabe d')**

N.

#### **Espagne**

Mr R. NUÑEZ DE LAS CUEVAS, Président de la Commission Nationale de Métrologie, Directeur de l'Institut Géographique National, *Madrid*.

Mr R. RIVAS MARTÍNEZ, Membre de la Commission Nationale de Métrologie, *Madrid*.

Mr J. M. LÓPEZ DE AZCONA, Inspecteur, Ministerio Industria y Energia, *Madrid*.

Mr M. CADARSO MONTALVO, Secrétaire Général de la Commission Nationale de Métrologie, *Madrid*.

#### **Finlande**

Mr P. KIVALO, Directeur en Chef à l'Institut d'Inspection Technique, *Helsinki*.

Mr E. RAITANEN, Directeur du Service des Poids et Mesures, *Helsinki*.

#### **France**

Mr C. J. FRÉJACQUES, Président du Comité de Direction du Bureau National de Métrologie, *Paris*.

Mr G. DENÈGRE, Secrétaire Général du Bureau National de Métrologie, *Paris*.

Mr le Prof. P. GRIVET, Président de la Commission Scientifique du Bureau National de Métrologie, *Paris*.

Mr P. AUBERT, Chef du Service des Instruments de Mesure, *Paris*.

Mr Ph. OLMER, Directeur Général du Laboratoire Central des Industries Électriques, *Fontenay-aux-Roses*.

Mr A. ALLISY, Directeur de l'Institut National de Métrologie du CNAM, *Paris*.

Mr J. RUTMAN, Chef du Laboratoire Primaire du Temps et des Fréquences de l'Observatoire de *Paris*.

Mr J. LEGRAND, Chef du Laboratoire de Métrologie des Rayonnements Ionisants, *Gif-sur-Yvette*.

Mr P. DUVERNEY-GUICHARD, Ministère des Affaires Étrangères, *Paris*.

#### **Hongrie**

Mr le Dr J. NÉMETHI, Vice-Président de l'Office National des Mesures, *Budapest*.

Mr le Dr F. PETIK, Chef de Département, Office National des Mesures, *Budapest*.

#### **Inde**

\*Mr le Dr A. R. VERMA, Directeur du National Physical Laboratory, *New Delhi*.

#### **Indonésie**

Mr SOEPARTO, Director of Metrology, Directorate of Metrology, *Bandung*.

Mr G. M. PUTERA, Chief, Sub-Directorate of Weight and Mass, Directorate of Metrology, *Bandung*.

#### **Iran**

N.

#### **Irlande**

Mr C. P. O'TOOLE, Head Physics Department, Institute for Industrial Research and Standards, *Dublin*.

Mr O. HANRAHAN, Administrator, Metrology and Metrication Division, Department of Industry, Commerce and Energy, *Dublin*.

**Italie**

- Mr C. CAPUTO, Membre du Comité Central Métrique, *Rome*.  
Mr C. AMODEO, Chef du Bureau Central Métrique et du Titrage des Métaux Précieux, *Rome*.  
Mr A. FERRO MILONE, Directeur de l'Institut Électronique National « Galileo Ferraris », *Turin*.  
Mr F. PACIFICO, Directeur de la Division II, Office Central Métrique, *Rome*.  
Mr E. ROTONDI, Chercheur au Comité National de l'Énergie Nucléaire, *Rome*.  
Mr P. SALVADORI, Chef du Laboratoire des Rayonnements, Istituto Superiore di Sanita, *Rome*.

**Japon**

- \*Mr le Dr Y. SAKURAI, Directeur du National Research Laboratory of Metrology, *Tokyo*.  
Mr T. OKAZAKI, Premier Secrétaire d'Ambassade, *Paris*.

**Mexique**

- Mr F. PEZET SANDOVAL, Chef du Département Technique des Mesures, Ministère du Patrimoine et du Développement Industriel, *Mexico*.  
Mr I. FERNÁNDEZ HEREDÍA, Chef du Département Technique de Métrologie, Direction Générale des Normes Commerciales du Ministère du Commerce, *Mexico*.

**Norvège**

- Mr K. BIRKELAND, Directeur du Bureau National des Poids et Mesures, *Oslo*.

**Pakistan**

N.

**Pays-Bas**

- \*Mr le Prof. Dr J. DE BOER, Directeur de l'Institut de Physique Théorique de l'Université, *Amsterdam* ; Secrétaire du Comité International des Poids et Mesures.  
Mr A. J. VAN MALE, Directeur en Chef du Service de la Métrologie, *Delft*.  
Mr l'Ing. J. M. DE WOLF, Directeur du Service de la Métrologie, *Delft*.



**Pologne**

Mr T. PODGÓRSKI, Vice-Président du Comité Polonais de Normalisation, des Mesures et de la Qualité, *Varsovie*.

Mr J. PADLEWSKI, Conseiller Scientifique d'Ambassade, *Paris*.

Mr Z. PESTRAKIEWICZ, Directeur-Adjoint au Comité Polonais de Normalisation, des Mesures et de la Qualité, *Varsovie*.

Mr J. SZAMOTULSKI, Chef du Laboratoire de Métrologie au Comité Polonais de Normalisation, des Mesures et de la Qualité, *Varsovie*.

**Portugal**

N.

**Roumanie**

Mr G. V. COSTEA, Inspecteur Général d'État pour le Contrôle de la Qualité des Produits, *Bucarest*.

Mr I. ISCRULESCU, Directeur à l'Institut National de Métrologie, *Bucarest*.

**Royaume-Uni**

Mr le Dr P. DEAN, Directeur du National Physical Laboratory (NPL), *Teddington*.

Mr le Dr R. K. BARTLETT, Technical Aide to Director, NPL, *Teddington*.

Mr le Dr E. N. EDEN, Head of Metrology, Quality Assurance and Standards Division, Department of Trade, *London*.

**Suède**

Mr R. OHLON, Ingénieur en Chef, Statens Provningsanstalt, *Börs*.

Mr l'Ing. O. MATHIESEN, Directeur, Centre de Métrologie, Statens Provningsanstalt, *Börs*.

\*Mr K. SIEGBAHN, Directeur de l'Institut de Physique, *Uppsala*.

Mr A. THOR, Secrétaire (Grandeurs et Unités), Comité National Suédois de Normalisation, *Stockholm*.

**Suisse**

\*Mr A. PERLSTAIN, Directeur de l'Office Fédéral de Métrologie, *Wabern*.

Mr H. REIMANN, Premier Secrétaire d'Ambassade, *Paris*.

**Tchécoslovaquie**

Mr l'Ing. T. HILL, Président de l'Office de Normalisation et des Mesures, *Prague*.

Mr le Prof. J. SKÁKALA, Directeur-Adjoint à l'Institut Métrologique Tchécoslovaque, *Bratislava*.

Mr le Dr I. PROKOP, Chef du Service de Documentation à l'Office de Normalisation et des Mesures, *Prague*.

#### **Thaïlande**

Mr K. KITTISATAPORN, Conseiller Commercial d'Ambassade, *Paris*.

#### **Turquie**

Mr E. YEĞİNER, Conseiller Commercial d'Ambassade, *Paris*.

#### **U.R.S.S.**

\*Mr V. I. KIPARENKO, Vice-Président du Comité d'État des Normes du Conseil des Ministres de l'U.R.S.S., *Moscou*.

Mr A. S. OBOUKHOV, Chef de Section à l'Institut des Mesures Physicotechniques et Radiotechniques, *Moscou*.

#### **Uruguay**

N.

#### **Venezuela**

Mr E. FERNANDEZ, Chef du Bureau Régional de Métrologie, Service National de Métrologie Légale, *Caracas*.

#### **Yougoslavie**

Mr M. VOJČIĆ, Directeur du Bureau Fédéral des Mesures et Métaux Précieux, *Belgrade*.

Mr le Dr D. BOŠKOVIĆ, Directeur du Bureau Fédéral des Brevets, *Belgrade*.

Mr le Dr D. PROKIĆ, Directeur du Secteur de Développement Métrologique, Bureau Fédéral des Mesures et Métaux Précieux, *Belgrade*.

#### **Assistent à la Conférence**

\*Mr J. V. DUNWORTH, Président du Comité International des Poids et Mesures.

\*Mr B. GUINOT, Astronome titulaire de l'Observatoire de *Paris* ; membre du CIPM.

Mr P. GIACOMO, Directeur du Bureau International des Poids et Mesures (BIPM), *Sèvres*.

Mr T. J. QUINN, Sous-Directeur du BIPM, *Sèvres*.

MM. Ch. VOLET et J. TERRIEN, Directeurs honoraires du BIPM.

Les représentants des Organisations internationales suivantes :

Organisation Internationale de Métrologie Légale (Mr A. J. VAN MALE, Président du Comité International de Métrologie Légale ; Mr B. ATHANÉ, Directeur du Bureau International de Métrologie Légale, Paris ; MM. Z. REFEROWSKI et Å. THULIN, Adjoints au Directeur du BIML).

UNESCO, *Paris* (Mr M. FREDERIKSEN, Division de la Recherche et de l'Enseignement Supérieur Technologiques).

Commission des Communautés Européennes, *Bruxelles* (Mr H. MARCHANDISE, Chef du Programme Matériaux de Référence et Métrologie Appliquée ; Mr J. E. F. PUTZEYS).

L'Agence Internationale de l'Énergie Atomique (*Wien*), invitée, s'est excusée.

Le personnel scientifique du Bureau International des Poids et Mesures.

---



## CONVOCATION

**La Seizième Conférence Générale des Poids et Mesures  
est convoquée pour le lundi 8 octobre 1979**

### CONSTITUTION DE LA CONFÉRENCE GÉNÉRALE DES POIDS ET MESURES

#### **Convention du Mètre (1875) : article 3**

« Le Bureau International fonctionnera sous la direction et la surveillance exclusives d'un *Comité International des Poids et Mesures*, placé lui-même sous l'autorité d'une *Conférence Générale des Poids et Mesures*, formée de délégués de tous les Gouvernements contractants. »

#### **Règlement annexé à la Convention du Mètre (1875) : article 7**

« La Conférence Générale, mentionnée à l'article 3 de la Convention, se réunira à Paris, sur la convocation du Comité International, au moins une fois tous les six ans.

« Elle a pour mission de discuter et de provoquer les mesures nécessaires pour la propagation et le perfectionnement du Système Métrique, ainsi que de sanctionner les nouvelles déterminations métrologiques fondamentales qui auraient été faites dans l'intervalle de ses réunions. Elle reçoit le Rapport du Comité International sur les travaux accomplis, et procède, au scrutin secret, au renouvellement par moitié du Comité International.

« Les votes, au sein de la Conférence Générale, ont lieu par États ; chaque État a droit à une voix.

« Les membres du Comité International siègent de droit dans les réunions de la Conférence ; ils peuvent être en même temps délégués de leurs Gouvernements. »

#### **Lieu et dates des séances**

Toutes les séances se tiendront au  
Centre de Conférences Internationales, 19 avenue Kléber, Paris 16<sup>e</sup>  
dans une salle gracieusement offerte par le  
Ministère des Affaires Étrangères de France,  
avec interprétation simultanée en français, anglais et russe.

Première	séance, lundi 8 octobre 1979	à 10 h.
Deuxième	séance, lundi 8 octobre 1979	à 15 h.
Troisième	séance, mercredi 10 octobre 1979	à 15 h.
Quatrième	séance, jeudi 11 octobre 1979	à 15 h.
Cinquième	séance, vendredi 12 octobre 1979	à 10 h.
Sixième	séance, vendredi 12 octobre 1979	à 15 h.

Une visite du Bureau International, suivie d'une réception au Pavillon de Breteuil, aura lieu le mardi 9 octobre 1979 à 15 h.

### PROGRAMME PROVISOIRE

1. Ouverture de la Conférence.  
Discours de Son Excellence Mr le Ministre des Affaires Étrangères de la République Française.  
Réponse de Mr le Président du Comité International des Poids et Mesures.  
Discours de Mr le Président de l'Académie des Sciences de Paris, Président de la Conférence.
2. Présentation des titres accréditant les Délégués.
3. Nomination du Secrétaire de la Conférence.
4. Établissement de la liste des Délégués chargés de vote.
5. Approbation de l'Ordre du Jour.
6. Rapport de Mr le Président du Comité International sur les travaux accomplis.
7. Définition du mètre.
8. Étalons du kilogramme.
9. Seconde et échelle de Temps Atomique International.
10. Étalons électriques.
11. Échelle Internationale Pratique de Température.
12. Photométrie, radiométrie et définition de la candela.
13. Rayonnements ionisants.
14. Système International d'Unités.
15. Programme des travaux futurs.
16. Dotation annuelle du Bureau International.
17. Incidence d'une nouvelle adhésion sur la répartition des contributions.
18. Progrès du Système métrique et diffusion du Système International d'Unités.
19. Propositions de MM. les Délégués.
20. Renouvellement par moitié du Comité International.
21. Questions diverses.

## COMMENTAIRES SUR LES PRINCIPAUX ÉLÉMENTS DU PROGRAMME

### 1. Ouverture de la Conférence

La date d'ouverture de la Seizième Conférence Générale se situe quatre ans après l'ouverture de la Conférence précédente ; cet intervalle de temps paraît convenable à notre époque où la science, et en particulier la métrologie, évolue rapidement.

Les séances auront lieu tous les jours, ou même deux fois par jour, afin que les délégués à la Conférence soient retenus moins longtemps en dehors de leurs occupations.

### 6. Rapport de Mr le Président du Comité International sur les travaux accomplis

L'Article 19 du Règlement annexé à la Convention du Mètre stipule que « le Président du Comité rendra compte, à la Conférence Générale, des travaux accomplis depuis l'époque de sa dernière réunion ».

### 7. Définition du mètre

Les travaux concernant l'emploi métrologique des lasers ont progressé dans tous les laboratoires. Ces travaux confirment la supériorité des lasers stabilisés en tant qu'étalons de longueur par rapport à la lampe à krypton. Un nombre croissant de spécialistes considèrent qu'un changement de la définition du mètre est souhaitable. Le CIPM et son Comité Consultatif pour la Définition du Mètre ont cependant jugé encore prématuré de proposer un tel changement. Il faut en effet choisir la meilleure forme à donner à une nouvelle définition du mètre, en tenant compte de toutes les conséquences pratiques du changement. Il faut pour cela que les laboratoires responsables des mesures de longueur étudient les problèmes posés par la mise en pratique d'une nouvelle définition.

La Conférence Générale entendra un rapport sur l'état d'avancement de ces travaux.

### 8. Étalons du kilogramme

Le BIPM a organisé en novembre 1976 une réunion des représentants des principaux laboratoires concernés par les problèmes de mesure des masses. Cette réunion faisait suite à l'enquête menée en 1974 par le BIPM et à la Résolution 3 de la 15<sup>e</sup> CGPM, en 1975. Le travail ainsi amorcé est poursuivi par trois groupes de travail.

Les informations recueillies et les discussions entre experts font apparaître de graves lacunes dans le domaine des mesures de masse. L'accroissement de la précision des instruments et de l'exactitude demandée par les usagers a été lent mais continu depuis plusieurs dizaines d'années. Les problèmes scientifiques que posent les mesures de masse ont cependant été négligés par la plupart des laboratoires. Pour assurer l'exactitude que l'on pourrait atteindre aujourd'hui avec les meilleures balances, il faut améliorer nos connaissances et nos méthodes concernant la conservation des étalons de masse et la détermination de la poussée de l'air.

Le CIPM propose en conséquence le projet de résolution suivant :

#### *Projet de résolution A*

La Seizième Conférence Générale des Poids et Mesures,

CONSIDÉRANT

que l'exactitude des mesures de masse suppose une parfaite conservation des étalons de masse, en particulier des Kilogrammes prototypes en platine iridié,

que la transmission de cette exactitude aux étalons de masse constitués d'autres matériaux comme les aciers inoxydables est limitée par une connaissance insuffisante de la poussée de l'air, que cette poussée de l'air est le plus souvent calculée à partir des conditions ambiantes, mais qu'il existe des divergences significatives entre les formules utilisées pour ce calcul dans différents laboratoires,

#### RECOMMANDE

que les laboratoires étudient l'influence des conditions ambiantes sur les étalons de masse et les moyens d'améliorer leur conservation,  
que les laboratoires intensifient les travaux en vue d'une meilleure détermination de la poussée de l'air.

### 9. Seconde et échelle de Temps Atomique International

La seconde, unité du temps du SI, est réalisée avec une grande exactitude dans un petit nombre de laboratoires à l'aide d'étalons primaires de fréquence à jet de césium. Elle est mise à la disposition des usagers principalement par la diffusion des échelles de temps. Le Bureau International de l'Heure, en collaboration avec le BIPM, établit l'échelle de Temps Atomique International (TAI) qui doit assurer une diffusion de la seconde aussi exacte que possible. Le pilotage du TAI à partir des étalons de fréquence primaires est donc un élément essentiel de la diffusion du SI.

La Conférence Générale entendra un rapport sur les progrès concernant la réalisation et la diffusion de la seconde.

### 10. Étalons électriques

Le domaine des unités électriques est l'un de ceux où les besoins pratiques d'exactitude sont les plus voisins des limites accessibles.

Grâce aux travaux sur le coefficient gyromagnétique du proton, sur les condensateurs calculables et sur l'effet Josephson, on sait conserver certaines unités électriques avec une excellente reproductibilité. Cependant, seul le condensateur calculable, avec l'aide de la valeur de la vitesse de la lumière, heureusement connue avec l'exactitude nécessaire, permet une réalisation à la fois absolue et suffisamment précise d'une unité électrique, le farad. Les réalisations absolues du volt ou de l'ampère ont fait des progrès notables au cours de ces dernières années, aussi bien pour les réalisations directes que pour les réalisations indirectes, à l'aide des constantes physiques fondamentales. En comparant entre elles ces diverses réalisations on peut évaluer leur exactitude. Cette exactitude est nettement inférieure à ce que la précision de chacune des méthodes laisserait espérer. Il existe donc encore dans les réalisations absolues des unités électriques des causes inconnues d'erreurs systématiques, qu'il faudra élucider. Jusque là, bien qu'on puisse conserver et reproduire quelques unités électriques avec une excellente précision (quelques cent-millionièmes) on ne pourra pas garantir la cohérence des différentes unités entre elles à mieux que quelques millièmes.

Le CIPM propose donc à la CGPM le projet de résolution B suivant :

#### *Projet de résolution B*

La Seizième Conférence Générale des Poids et Mesures,

#### CONSIDÉRANT

l'importance pour toutes les applications des mesures électriques d'une réalisation plus exacte des unités SI, en particulier du volt et de l'ampère,

les progrès récents accomplis dans ces réalisations, soit par des méthodes directes, soit indirectement par des déterminations de constantes physiques,

les divergences qui subsistent entre les résultats donnés par ces différentes méthodes,



la nécessité de pouvoir comparer des réalisations indépendantes entre elles pour élucider l'origine de ces divergences,

l'amélioration de l'exactitude que l'on obtiendra dès qu'une meilleure cohérence permettra de fixer des valeurs plus exactes pour les différentes réalisations de ces unités,

RECOMMANDE de poursuivre et d'intensifier les recherches sur la réalisation directe des unités électriques aussi bien que sur leur réalisation indirecte par des déterminations de constantes physiques.

#### 11. Échelle Internationale Pratique de Température

Dans sa Résolution 7, la 15<sup>e</sup> Conférence Générale (1975) approuvait une édition amendée de l'Échelle Internationale Pratique de Température de 1968 (EIP-68) et demandait au CIPM de poursuivre la préparation d'une Échelle révisée qui donnerait une meilleure exactitude.

Le Comité Consultatif de Thermométrie (CCT), avec l'approbation du CIPM, a entrepris ce travail. La Conférence Générale entendra un rapport sur les projets et l'état d'avancement des travaux du CCT.

#### 12. Photométrie, radiométrie et définition de la candela

La candela, unité de base de la photométrie, est actuellement définie à partir d'une source lumineuse particulière, un corps noir à la température de congélation du platine. Malgré les efforts considérables que quelques laboratoires lui ont consacrés, la réalisation de la candela reste une entreprise difficile. On ne peut guère espérer, avec un étalon de ce type, atteindre une exactitude d'un millième.

Les rayonnements non visibles, infrarouge et ultraviolet, ont acquis une importance pratique considérable. Pour caractériser ces rayonnements, on a développé la radiométrie, mesure de l'énergie transportée par le rayonnement.

La radiométrie est peu à peu devenue une méthode sûre et efficace, utilisable pour les radiations visibles aussi bien que pour les radiations non visibles. Elle est couramment utilisée dans plusieurs grands laboratoires pour les mesures de rayonnement visible. Elle présente en effet dans ce domaine l'avantage considérable de ne se référer qu'à l'unité SI de puissance, le watt.

Les méthodes radiométriques ont maintenant atteint une exactitude comparable à celle des méthodes photométriques. La cohérence des mesures radiométriques a permis au CIPM de recommander, en 1977, la valeur 683 lumens par watt pour l'efficacité lumineuse spectrale d'une radiation de fréquence voisine de  $540 \times 10^{12}$  hertz.

Le CIPM estime maintenant le moment venu d'abandonner la définition de la candela fondée sur une source lumineuse particulière. Il propose à la Conférence Générale de la remplacer par la définition contenue dans le projet de résolution suivant :

#### *Projet de résolution C*

La Seizième Conférence Générale des Poids et Mesures,

#### CONSIDÉRANT

que la réalisation du corps noir étalon primaire de la candela est une entreprise ingrate donnant une précision limitée sans espoir d'amélioration sensible,

que les techniques radiométriques se développent rapidement, autorisant des précisions qui sont déjà analogues à celles de la photométrie et que ces techniques sont déjà en usage dans des laboratoires nationaux pour réaliser la candela sans avoir à construire un corps noir,

que la relation entre les grandeurs photométriques et les grandeurs radiométriques adoptée par le Comité International des Poids et Mesures en 1977, à savoir la valeur 683 lumens par watt

pour la radiation monochromatique de fréquence  $540 \times 10^{12}$  hertz, est reconnue comme suffisamment exacte par tous les laboratoires intéressés,

que le moment est donc venu de donner à la candela une définition susceptible d'améliorer la facilité d'établissement des étalons photométriques et leur précision,

#### DÉCIDE

1. La candela est l'intensité lumineuse, dans une direction donnée, d'une source qui émet un rayonnement monochromatique de fréquence  $540 \times 10^{12}$  hertz et dont l'intensité énergétique dans cette direction est 1/683 watt par stéradian.

2. La candela ainsi définie est l'unité de base applicable aux grandeurs photopiques, aux grandeurs scotopiques, et aux grandeurs à définir dans le domaine mésopique.

3. La définition de la candela (à l'époque appelée bougie nouvelle) décidée par le Comité International des Poids et Mesures en 1946 en vertu des pouvoirs conférés par la 8<sup>e</sup> Conférence Générale des Poids et Mesures (CGPM) en 1933, ratifiée par la 9<sup>e</sup> CGPM en 1948, puis amendée par la 13<sup>e</sup> CGPM en 1967, est abrogée.

### 13. Rayonnements ionisants

La Conférence Générale entendra un rapport sur les progrès accomplis dans le domaine des mesures de rayonnements ionisants. C'est un domaine où la diffusion du Système International d'Unités et l'amélioration de l'uniformité des mesures jouent un rôle essentiel, non seulement en raison du développement rapide des applications industrielles et médicales de ces rayonnements, mais surtout en raison des dangers que peuvent présenter ces rayonnements pour les personnes.

### 14. Système International d'Unités

Le CIPM présente à la Conférence Générale les projets de deux résolutions concernant le SI.

Le premier projet propose un *nom spécial pour l'unité SI des grandeurs équivalent de dose ou indice d'équivalent de dose*, utilisées dans le domaine de la radioprotection.

En raison des dangers considérables pour la santé humaine qui peuvent résulter d'une erreur dans le domaine des mesures de rayonnements ionisants, il importe que les unités SI dans ce domaine restent suffisamment simples et spécifiques pour pouvoir être utilisées sans risque de confusion par un personnel peu expert en métrologie.

L'attribution de noms spéciaux aux unités SI qui doivent être utilisées dans ce domaine a fait l'objet de longues discussions à la Commission Internationale de Protection Radiologique (ICRP), à la Commission Internationale des Unités et Mesures de Rayonnements (ICRU), puis au CIPM. Ces trois organismes sont parfaitement conscients de la nécessité de ne pas augmenter le nombre d'unités ayant des noms spéciaux. C'est pourquoi ils n'ont jusqu'ici fait que deux propositions dans ce sens, propositions qui ont été adoptées par la 15<sup>e</sup> CGPM en 1975 : les noms spéciaux becquerel et gray ont été attribués aux unités SI d'activité et de dose absorbée, ce qui devrait entraîner la disparition naturelle des unités hors SI, curie et rad, utilisées jusque-là.

La dose absorbée est la grandeur principale pour les applications médicales. La grandeur essentielle en radioprotection est l'équivalent de dose ; elle ne diffère de la dose absorbée que par un facteur de pondération. On pourrait donc exprimer ces deux grandeurs avec la même unité SI. Cependant, une confusion entre dose absorbée et équivalent de dose pourrait entraîner des erreurs fatales : le danger couru par les personnes pourrait se trouver sous-estimé d'un facteur 20. C'est pourquoi les spécialistes demandent de distinguer les unités SI de ces deux grandeurs en donnant le nom de *sievert*, symbole Sv, à l'unité d'équivalent de dose. Le nom sievert est choisi d'après le nom du physicien suédois Rolf Sievert (1896-1966) qui fut l'un des pionniers de la protection contre les rayonnements. L'adoption de ce nom

spécial faciliterait considérablement l'adoption du SI dans tous les domaines des rayonnements ionisants.

Pour toutes ces raisons, le CIPM propose à la 16<sup>e</sup> CGPM le projet de résolution suivant :

*Projet de résolution D*

La Seizième Conférence Générale des Poids et Mesures,

CONSIDÉRANT

l'effort fait pour introduire les unités SI dans le domaine des rayonnements ionisants, les risques que peuvent encourir des êtres humains soumis à des irradiations sous-estimées, risques qui pourraient résulter de la confusion entre dose absorbée et équivalent de dose, 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, mais que cette règle peut être transgressée lorsqu'il s'agit de sauvegarder la santé humaine,

ADOpte le nom spécial *sievert*, symbole Sv, pour l'unité SI d'équivalent de dose ou d'indice d'équivalent de dose, dans le domaine de la radioprotection. Le sievert est égal au joule par kilogramme.

Le second projet de résolution relatif au SI concerne le *symbole du litre*. Le litre n'est pas à proprement parler une unité SI, mais une unité dont l'usage est admis avec le SI. Le symbole l traditionnellement admis pour l'unité litre prête à confusion avec le chiffre 1 dans les textes imprimés et surtout dans les textes dactylographiés.

Ce risque de confusion n'existe pas dans les textes manuscrits ; il n'avait donc que peu d'importance à l'époque de la fondation du Système Métrique, époque où la majeure partie des documents officiels ou commerciaux étaient encore calligraphiés, mais l'apparition des machines à écrire a progressivement renversé la situation en faisant complètement disparaître les documents manuscrits. La confusion possible entre l et 1 ne semble pas entraîner une gêne grave dans les pays où la population a une longue habitude du Système Métrique ; elle est par contre fortement ressentie dans les pays qui se convertissent maintenant au SI. Plusieurs de ces pays ont décidé d'admettre le symbole L pour le litre.

Le CIPM reconnaît que le nom *litre* n'est pas dérivé d'un nom propre, que le choix d'un symbole unique est souhaitable, que le symbole l existe depuis fort longtemps dans de nombreuses législations et qu'il ne peut pas être question de le remplacer par L maintenant.

Le CIPM estime toutefois que des dérogations aux règles habituelles du SI sont tolérables dans ce cas particulier et propose le projet de résolution suivant :

*Projet de résolution E*

La Seizième Conférence Générale des Poids et Mesures,

RECONNAISSANT les principes généraux adoptés pour l'écriture des symboles des unités dans la Résolution 7 de la 9<sup>e</sup> Conférence Générale des Poids et Mesures (1948),

CONSIDÉRANT que le symbole l pour l'unité litre a été adopté par le Comité International des Poids et Mesures en 1879 et confirmé dans cette même Résolution de 1948,

CONSIDÉRANT aussi que, afin d'éviter un risque de confusion entre la lettre l et le chiffre 1, plusieurs pays ont adopté le symbole L au lieu de l pour l'unité litre,

CONSIDÉRANT que le nom litre, bien qu'il ne soit pas inclus dans le Système International d'Unités, doit être admis pour l'usage général avec ce Système,

DÉCIDE, à titre exceptionnel, d'adopter les deux symboles l et L comme symboles utilisables pour l'unité litre.

### 15. Programme des travaux futurs

Une description détaillée du programme de travail proposé par le Comité International des Poids et Mesures pour les années 1981 à 1984 est donnée dans le document annexe intitulé « Programme de travail et budget du Bureau International des Poids et Mesures pour les quatre années 1981-1984 » qui sera envoyé en complément de la présente Convocation.

Le contenu du programme de travail a été soigneusement discuté par le Comité International à sa session de 1978, en tenant compte des avis exprimés par les différents Comités Consultatifs. En raison de la situation économique, le CIPM n'a pas jugé possible d'y inclure des travaux de recherche nouveaux. L'amélioration des instruments et des méthodes utilisés pour les étalonnages doit cependant être poursuivie sans relâche pour que le BIPM puisse continuer à jouer son rôle.

Les extensions de l'activité du BIPM ont aussi été réduites au strict minimum. Certaines extensions sont toutefois nécessaires pour améliorer la coordination des travaux des laboratoires nationaux, tâche essentielle du BIPM. C'est ainsi qu'à la suite des demandes pressantes de nombreux laboratoires le CIPM a inclus dans le programme de travail quelques extensions de l'activité du BIPM dans le domaine des mesures de masse et de pression, des mesures électriques et des mesures neutroniques.

Toujours en raison de la situation économique, le CIPM n'a pas jugé possible de demander aux États un accroissement de leurs contributions pour assurer ces quelques extensions. Les ressources nécessaires seront fournies en partie par l'accroissement du budget correspondant à la contribution de la République Populaire de Chine. Mais cet accroissement lui-même ne peut être consacré à ces extensions que pour une petite part. Pour dégager les autres moyens nécessaires, le CIPM a remis à plus tard l'exécution de certains projets mentionnés dans le programme pour 1977-1980, exécution déjà retardée faute de moyens suffisants. Il compte aussi sur l'aide directe des laboratoires compétents pour permettre au BIPM de réaliser cette partie de son programme.

Le CIPM espère ainsi que le BIPM pourra maintenir sa compétence et continuer à assurer avec la même efficacité les bases de la métrologie mondiale.

### 16. Dotation annuelle du Bureau International

Les estimations financières sont développées dans le document « Programme de travail et budget du Bureau International des Poids et Mesures pour les quatre années 1981-1984 ». On peut les résumer comme suit.

La dotation annuelle votée par la 15<sup>e</sup> Conférence Générale des Poids et Mesures pour les années 1977-1980 prévoyait, pour assurer le fonctionnement du BIPM à niveau constant d'activité, une augmentation annuelle du budget de 12 %.

La Résolution 11 de la 15<sup>e</sup> CGPM prévoyait en outre « que dans le cas de difficultés financières imprévues une séance supplémentaire de la 15<sup>e</sup> CGPM pourrait être convoquée ».

En fait, les frais de fonctionnement du BIPM, à niveau constant d'activité, comme l'avait demandé la 15<sup>e</sup> CGPM, ont augmenté de 14 % par an environ depuis 1975 (14 % pour les salaires, 13,7 % pour le matériel). Les dotations votées par la 15<sup>e</sup> CGPM auraient donc conduit à un déficit sans l'adhésion de la République Populaire de Chine à la Convention du Mètre en 1977, adhésion qui s'est traduite par une augmentation du budget du BIPM de 8,32 %.

Pour l'exercice 1977-1980, ce complément au budget n'a pas permis d'étendre l'activité du BIPM, en raison d'une part du déficit ci-dessus, d'autre part de l'augmentation des charges résultant d'un accroissement notable des dépenses nécessaires pour l'entretien des bâtiments et des charges nouvelles correspondant à l'adhésion d'un nouvel État ; ce complément a, en revanche, opportunément permis de maintenir l'activité du BIPM à un niveau pratiquement

constant ; il a ainsi permis d'éviter la convocation d'une séance supplémentaire de la 15<sup>e</sup> CGPM.

Pour l'exercice 1981-1984, on peut admettre que l'augmentation des prix et des salaires en France continuera à suivre sensiblement la même évolution. On doit prévoir en outre un accroissement significatif des dépenses pour les travaux essentiels d'entretien et de rénovation des bâtiments anciens, dépenses à répartir sur les quatre années. Le CIPM admet d'autre part que maintenir l'activité du BIPM à un niveau sensiblement constant encore pendant quatre années constitue un compromis temporairement acceptable entre les besoins croissants des États en matière de métrologie et les difficultés économiques actuelles.

Il faut pour cela prévoir une augmentation du budget de 14 % par an. Les dotations annuelles proposées s'établissent donc comme suit

1980 (pour mémoire) .....	8 081 000 * francs-or
1981 .....	<b>9 210 000</b>
1982 .....	<b>10 500 000</b>
1983 .....	<b>11 970 000</b>
1984 .....	<b>13 650 000</b>

\* Ce chiffre résulte de la dotation votée en 1975, soit 7 460 000 francs-or, augmentée de la contribution de la République Populaire de Chine pour 1980, soit 621 000 francs-or.

Dans tous les pays, les besoins métrologiques croissent rapidement, en quantité et en qualité. En quantité parce que la métrologie est un des facteurs du développement industriel, économique et social ; en qualité parce que le besoin d'exactitude croît régulièrement, non seulement dans les techniques traditionnelles comme la construction mécanique ou modernes comme la micro-électronique, mais encore dans une multitude de domaines comme les échanges commerciaux, la santé, l'agronomie ou le contrôle des pollutions, sans parler des applications dans toutes les branches de la recherche scientifique.

Le BIPM devrait donc développer son activité à la fois dans les domaines traditionnels comme les mesures de longueur ou de masse, pour répondre au besoin croissant d'exactitude, et dans des domaines nouveaux, pour répondre aux demandes des laboratoires nationaux.

En appliquant une politique très stricte d'économie, le BIPM a pu jusqu'ici faire face aux besoins les plus urgents malgré des moyens financiers pratiquement stationnaires depuis plus de dix ans. Il s'efforcera, en poursuivant cette politique, de répondre le mieux possible à ce que l'on attend du laboratoire qui est au centre de la métrologie mondiale.

#### 17. Incidence d'une nouvelle adhésion sur la répartition des contributions

La règle de répartition des contributions actuellement en vigueur a été adoptée par la 11<sup>e</sup> CGPM, en 1960. Elle est fondée sur des coefficients proportionnels aux coefficients de l'ONU, avec un maximum de 10 % et un minimum de 0,5 %.

Depuis 1977, année de l'adhésion de la République Populaire de Chine, jusqu'en 1980, la contribution de ce nouvel État membre vient s'ajouter à la dotation votée en 1975 par la 15<sup>e</sup> CGPM. Cette contribution est calculée d'après la règle commune, qui conduit à attribuer un coefficient de 8,32 % à cet État. La dotation du BIPM est donc multipliée par 1,0832. La majoration de 8,32 % est entièrement fournie par la République Populaire de Chine et, pour la période 1977-1980, les contributions des autres États ne sont pas influencées par l'adhésion de ce nouvel État membre.

Pour la prochaine période 1981-1984, la dotation de base du BIPM se trouve majorée de 8,32 %.

Avec la règle actuelle, les États dont le coefficient est maximum ou minimum verraient leur contribution multipliée par 1,0832, alors que les autres États verraient leur contribution multipliée par 0,93 environ, du seul fait de l'adhésion de ce nouvel État membre.

Cette majoration de la dotation de base pose donc un problème de répartition, problème qui est totalement indépendant de l'évolution ultérieure de la dotation que la CGPM pourra voter et qui doit être traité séparément.

Pour que l'augmentation de la dotation due à l'adhésion de la République Populaire de Chine ne modifie en rien les contributions des autres États, ce qui est évidemment souhaitable, on devrait, en même temps qu'on multiplie la dotation totale par 1,0832, diviser les coefficients maximum et minimum par 1,0832.

De cette façon, l'adhésion de la République Populaire de Chine ne modifiera pratiquement pas les contributions des autres États membres.

Le Comité International des Poids et Mesures propose donc à la 16<sup>e</sup> Conférence Générale des Poids et Mesures de porter le maximum de contribution à 9,23 ‰, et le minimum de contribution à 0,46 ‰ de la dotation du BIPM.

#### 18. Progrès du Système métrique et diffusion du Système International d'Unités

Comme aux Conférences Générales précédentes, le BIPM a l'intention de présenter un rapport qui contiendra les informations reçues en cette matière. En conséquence, le BIPM reçoit toujours avec reconnaissance toute information sur les dispositions légales ou réglementaires adoptées dans les divers pays en matière d'unités de mesure.

#### 19. Propositions de MM. les Délégués

Les délégations des États sont priées de faire connaître les vœux ou propositions qu'elles désirent soumettre à la 16<sup>e</sup> Conférence Générale, en les envoyant au Comité International des Poids et Mesures dans le délai le plus court, et en tout cas au moins six mois avant la Conférence (décision de la 7<sup>e</sup> Conférence Générale, 1927). Conformément à la Résolution 10 de la 9<sup>e</sup> Conférence Générale (1948), « les vœux ou propositions ainsi déposés seront transmis par le bureau du Comité à tous les États adhérents à la Convention, au moins quatre mois avant l'ouverture de la Conférence, afin que MM. les Délégués puissent recevoir les instructions et pouvoirs nécessaires. Tout autre vœu ou proposition ne sera présenté à la Conférence qu'à la condition que le Comité ait eu le temps nécessaire de l'étudier et l'aura approuvé ».

#### 20. Renouvellement par moitié du Comité International

Conformément aux Articles 7 (1875) et 8 (1921) du Règlement annexé à la Convention du Mètre, la Conférence procède, au scrutin secret, au renouvellement par moitié du Comité International. Les membres sortants sont d'abord ceux qui, en cas de vacances, ont été élus provisoirement dans l'intervalle de deux sessions de la Conférence ; les autres sont désignés par le sort. Les membres sortants sont rééligibles.

Décembre 1978

*Pour le Comité International des Poids et Mesures,  
Pavillon de Breteuil, 92310 Sèvres*

*Le Secrétaire,*  
J. DE BOER

*Le Vice-Président,*  
P. HONTI

*Le Président,*  
J. V. DUNWORTH

---

### Proposition de la Délégation de l'Espagne

transmise par le Président du CIPM, le 7 juin 1979,  
aux Ambassades à Paris des États membres de la Convention du Mètre

« La « Comisión Nacional de Metrología y Metrotecnia » est l'organisme consultatif supérieur de l'État Espagnol pour toutes les questions concernant la métrologie de précision et les poids et mesures. Elle est aussi l'organisme auquel il appartient de représenter l'Espagne dans les Conférences Générales des Poids et Mesures (Article 1 de son Règlement du 25 mai 1944).

« Dans sa session plénière du 22 mars 1979, la Commission a pris, à l'unanimité, la décision de présenter à Monsieur le Président du Comité International des Poids et Mesures la proposition qui suit et qui devra être formalisée par la voie diplomatique, au nom de l'Espagne, comme pays signataire de la Convention du Mètre et membre de la Conférence Générale des Poids et Mesures :

« La Délégation espagnole considère que la Convention du Mètre et son Règlement, signés en 1875 et modifiés ultérieurement en 1921, sont actuellement déphasés et qu'ils ne correspondent plus aux réalités politiques, sociales, économiques et métrologiques de notre temps. En conséquence, elle soumet à la considération du Comité International des Poids et Mesures, que vous présidez si dignement, l'opportunité de considérer, lors de la 16<sup>e</sup> Conférence Générale des Poids et Mesures, le besoin de leur actualisation, tenant compte du fait que, à notre avis, ils ne répondent plus aux exigences du moment actuel et en vue d'introduire dans ces textes toutes les modifications qui seront considérées nécessaires.

« A cette fin, la Délégation espagnole communiquera, au moment où le Comité International des Poids et Mesures le considérera opportun, les précisions essentielles sur cette proposition qui vous est formalisée. »

(4 avril 1979)

#### *Précisions de base sur la proposition ci-dessus*

La Commission Nationale de Métrologie et de Métrotechnique, au cours de la séance plénière tenue le 31 mai 1979, a approuvé, à l'unanimité, la décision de faire part à Votre Excellence, en tant que Président du Comité International des Poids et Mesures, des précisions de base suivantes annoncées dans la proposition de la Délégation espagnole et demandées par Votre Excellence par lettre du 2 mai 1979.

1. Aussi bien en 1875, où fut signée la Convention du Mètre, qu'en 1921, où furent introduites des modifications à l'ensemble des articles et du Règlement Annexe, la proportion entre les membres du Comité International des Poids et Mesures et le nombre d'États membres est de 2/3.

Actuellement, le nombre des États membres s'élève à 45 ; c'est pourquoi cette Délégation estime que cette proportion doit être maintenue et que le nombre des membres du Comité International doit être porté à 30.

On pourrait même envisager la composition d'un Comité International constitué par autant de membres que d'États membres.

2. Il ne semble pas souhaitable que le vote négatif d'un seul État puisse bloquer la dotation du Bureau International ; cette Délégation estime que la décision d'approuver la dotation pourrait être prise avec l'accord des 2/3 des États contractants.

3. On devrait reconsidérer les pourcentages de répartition de la dotation du Bureau International.

4. Comme ces propositions rendraient nécessaires une révision de la Convention du Mètre et de son Règlement Annexe, cette Délégation propose que soit nommée, au cours de la 16<sup>e</sup> Conférence Générale des Poids et Mesures, une Commission spécifique pour étudier et proposer l'actualisation de ces textes.

(6 juin 1979)

## ORDRE DU JOUR DE LA CONFÉRENCE GÉNÉRALE

**16<sup>e</sup> Session – 1979**

---

Le « Programme provisoire » (*voir* p. 14) a été adopté comme Ordre du jour définitif.



---

## PREMIÈRE SÉANCE

### DE LA CONFÉRENCE GÉNÉRALE DES POIDS ET MESURES

TENUE AU CENTRE DE CONFÉRENCES INTERNATIONALES  
DU MINISTÈRE DES AFFAIRES ÉTRANGÈRES

19, avenue Kléber, Paris

LE LUNDI 8 OCTOBRE 1979, A 10 h

---

Mr Jean FRANÇOIS-PONCET, ministre des Affaires Étrangères de la République Française, accompagné de MM. B. DUFOURCQ et J.-N. DE BOUILLANE DE LACOSTE, Conseillers des Affaires Étrangères, ouvre la séance inaugurale de la Conférence en prononçant l'allocution suivante :

« MONSIEUR LE PRÉSIDENT,  
« MESDAMES, MESSIEURS,

« La tradition veut que le Ministre des Affaires Étrangères de la République Française ouvre la Conférence Générale des Poids et Mesures. Soyez persuadés que j'en mesure l'honneur. C'est avec un réel plaisir que je souhaite la bienvenue aux éminentes personnalités qui représentent ici 45 nations, et que je forme, pour vos travaux, des vœux de plein succès.

« Mais ma présence parmi vous aujourd'hui n'exprime pas seulement la considération, la courtoisie, ou la fidélité à une tradition. Elle traduit l'intérêt que le Gouvernement français porte à votre prestigieuse institution ainsi qu'aux travaux remarquables qu'elle conduit.

« S'il est vrai que votre Organisation n'est pas de celles dont les activités remplissent les colonnes des journaux à grand tirage — et sans doute vous en réjouissez-vous —, chacun connaît, en revanche, son rôle de gardienne des normes et de dépositaire des étalons de mesure, et le prestige qu'elle s'est ainsi acquise, au cours d'une existence plus que centenaire, dans des cercles qui vont bien au delà des milieux scientifiques proprement dits. Chaque Français a appris, dans son enfance, que « l'étalon du mètre, en platine iridié » — nous ne savions pas toujours très bien ce qu'était le « platine iridié » — est déposé au Pavillon de Breteuil à Sèvres, siège du Bureau International des Poids et Mesures. C'est dire quelle est l'importance centrale de votre Organisation et quel a été son rôle dans le progrès et la diffusion de la métrologie.

« Ce que l'on sait peut-être moins, c'est que votre vénérable Organisation conserve toute sa jeunesse, à la fois par l'adhésion à intervalles réguliers de nouveaux pays qui viennent lui apporter leur dynamisme aussi bien que leur expérience propre, et par le constant effort de recherche et de réflexion scientifique qui est celui de vos comités pour élaborer un système d'unités toujours plus cohérent, toujours plus accessible, toujours mieux utilisé. Mon pays a le souci de participer du plus près possible au progrès scientifique que vous conduisez et à ses conséquences sur le plan économique.

« Votre Organisation présente la caractéristique assez rare d'être, selon la formule de l'un d'entre vous, « constamment en état d'innovation ». Grâce à vos travaux, le temps, ce paramètre de toutes nos actions, est mesuré et transmis chaque jour avec plus de précision, par des véhicules toujours plus perfectionnés, ondes hertziennes, satellites. Aux exigences toujours plus poussées des utilisateurs, il nous permet de répondre toujours plus vite, avec toujours plus de sûreté.

« Ces exigences et cet intérêt croissants expriment le rôle essentiel joué par la métrologie dans le développement de l'industrie, dans tous les domaines et à tous les niveaux. La réalisation d'instruments de mesure de plus en plus fiables est l'une des conditions du progrès technique, et donc du progrès économique et social.

« Il est d'ailleurs significatif que, lorsqu'un pays s'engage dans le processus du développement industriel, il fait aussitôt appel à votre concours, à celui de vos bureaux et de vos standards, pour se doter lui-même, aussi rapidement que possible, d'institutions qui deviennent vos correspondants en même temps que l'un des instruments de son progrès et de son expansion.

« Mon pays, qui s'honore d'être le siège de votre organisation, est, comme vous le savez, l'un de ceux qui se sont le plus attachés à organiser un système cohérent d'étalonnage, qui est directement raccordé au vôtre par le canal des « étalons primaires nationaux », que vous nous aidez à améliorer sans cesse. Ces comparaisons, ces références permanentes sont bien entendu essentielles pour le progrès de chacun : il n'est pas douteux qu'elles sont appelées à se développer encore, et je souhaite que la France y prenne la plus grande part possible. Je sais avec quel intérêt nos spécialistes, chercheurs et ingénieurs, attendent vos conférences générales et avec quelle attention ils en suivent les travaux.

« Monsieur le Président, Mesdames et Messieurs, vous n'en voudrez pas au diplomate, qui vit et agit par excellence dans le fugitif et le relatif, de vous envier secrètement, vous qui travaillez dans le durable et poursuivez la quête inlassable de la précision.

« Vous utilisez et vous perfectionnez ce qui manque le plus aux hommes de notre temps : un *langage commun*. Le vôtre, le Système International d'Unités, est sans cesse affiné et perfectionné par les réalisations les plus récentes de la science et de la technique, alors que tant reste à faire pour mettre celles-ci au service du développement des peuples, à commencer par les plus pauvres d'entre eux. Vous êtes en constant progrès, alors que dans le domaine de la politique et de l'économie où se meut la diplomatie les « percées » sont rares, et les avancées laborieuses. Ce n'est pas le moindre hommage à vous rendre, ni la moindre leçon à tirer de vos activités.

« Permettez-moi, en concluant,

« de vous renouveler les vœux que je forme pour l'heureux déroulement et le plein succès de vos travaux, que le Gouvernement français se réjouit et s'honore d'accueillir,

« de vous dire à nouveau combien est précieuse, à nos yeux, la contribution que vous apportez au progrès de l'humanité tout entière.

« et, enfin, de déclarer solennellement ouverte la 16<sup>e</sup> Conférence Générale des Poids et Mesures. »

Mr J. V. DUNWORTH, président du Comité International des Poids et Mesures, répond en ces termes :

« MONSIEUR LE MINISTRE,

« A l'occasion de la précédente Conférence Générale, nous avons commémoré le centenaire de notre Organisation. En commençant ce second siècle de notre existence nous pouvons

noter avec une grande satisfaction, Monsieur le Ministre, que la Convention du Mètre a été si bien préparée par votre Ministère que ce traité et ses méthodes de mise en œuvre sont demeurés essentiellement inchangés depuis l'origine en 1875.

« Nous pouvons noter aussi avec beaucoup de satisfaction que les pays du Commonwealth britannique et les États-Unis d'Amérique, qui utilisent depuis longtemps le système métrique dans leurs travaux scientifiques, adoptent maintenant rapidement ce système dans leurs transactions commerciales, s'ils ne l'ont déjà fait. Il s'ensuit que le système de mesure métrique sera bientôt universel, sauf pour quelques domaines d'activité spécialisés pour lesquels une longue tradition, des questions de sécurité ou le coût élevé du changement rendent celui-ci difficile dans un avenir très immédiat. La France peut être fière des initiatives importantes qu'elle a prises au 19<sup>e</sup> siècle et qui ont abouti à une situation aussi satisfaisante.

« Vous ne serez pas surpris d'apprendre, Monsieur le Ministre, que la question financière est pour nous une source de souci à l'heure actuelle. Le coût des types de travaux qu'effectue le Bureau International des Poids et Mesures tend malheureusement à augmenter à un taux plus rapide que celui de l'inflation. De plus, malgré un accroissement des services demandés au Bureau International, il n'y a pas eu d'augmentation de l'effectif de son personnel depuis les dix dernières années.

« Nous examinerons durant cette Conférence la dotation du Bureau International pour la période 1981 à 1984 ; il est en effet utile, pour préparer des programmes de travaux, de connaître à l'avance les ressources financières dont on peut disposer. Dans les périodes d'instabilité cela est encore vrai, mais cette façon de faire suscite des problèmes car peu de Gouvernements sont désireux d'anticiper officiellement sur le taux d'inflation probable longtemps à l'avance, à supposer qu'ils soient en mesure de l'estimer. C'est, vraisemblablement, une question qui retiendra plus que toute autre notre attention durant nos discussions cette semaine.

« Au nom de tous, je vous remercie très sincèrement, Monsieur le Ministre, pour l'honneur que vous nous faites en ouvrant notre 16<sup>e</sup> Conférence Générale. »

Mr R. GAUTHERET, président de la Conférence, prononce l'allocution suivante :

« MONSIEUR LE MINISTRE,

« MESDAMES, MESSIEURS,

« Lorsque Mr Giacomo, directeur du Bureau International, m'a invité à présider la 16<sup>e</sup> Conférence Générale des Poids et Mesures, j'ai été surpris et inquiet. Je me demandais en effet comment un biologiste pourrait être capable de participer aux travaux d'une assemblée dont les membres avaient le souci d'une extrême précision quantitative. Mon confrère Bernard Decaux, lors d'une visite de candidature, m'avait parlé de ses travaux sur la mesure du temps et j'avais admiré la rigueur de ses méthodes qui constituaient un échantillon du savoir-faire des spécialistes de la métrologie. Et le fait que cette Conférence Générale des Poids et Mesures doive être statutairement présidée « par le président en exercice de l'Académie des Sciences de Paris » n'a remédié en rien à mon incompétence.

« Je dois d'ailleurs indiquer qu'il n'y a pas d'Académie des Sciences de Paris mais seulement une Académie des Sciences qui, avec l'Académie Française, l'Académie des Beaux-Arts, l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres et l'Académie des Sciences Morales et Politiques, constitue l'Institut de France dont je suis actuellement président.

« A l'origine, les membres de l'Académie des Sciences devaient résider à Paris ; plus tard, la résidence dans les départements de la Seine et de la Seine-et-Oise fut admise tacitement, et l'on

créa une division de membres non résidants réservée à des savants des autres départements. A présent, la notion de résidence n'existe plus en raison de la rapidité des moyens de transport ; plusieurs de nos confrères viennent par avion de Marseille, Toulouse ou Strasbourg et participent tous les lundis aux travaux de notre Compagnie qui est donc véritablement nationale.

« Les hommes de science, vous le savez, sont par essence des contestataires et des non-conformistes. Le progrès scientifique est nécessairement fondé sur le refus de la vérité du moment, et c'est vraiment ce refus qui assure l'expansion de la connaissance.

« Ce préambule apparemment insolite a pour objet de vous préparer à accepter les propos que voici.

« En Biologie, les notions certaines n'impliquent pas souvent de mesures précises : elles appartiennent au domaine du qualitatif et non à celui du quantitatif. On constate même que les données qui reposent sur des mesures ne sont fécondes que si elles suggèrent des expériences dans lesquelles la mesure ne joue plus qu'un rôle secondaire.

« Je vais m'efforcer d'étayer ces affirmations au moyen de trois exemples : le premier appartient au domaine de la Médecine, le second concerne l'Agriculture et le troisième la Biologie moléculaire.

« Vous connaissez tous le tétanos, cette maladie presque toujours mortelle, qui n'est pas contagieuse et que l'on contracte à la suite d'une blessure contaminée par de la terre, du fumier ou même par du fer rouillé. Le tétanos est lié à l'intervention d'une bactérie spécifique qu'on trouve toujours : toute mesure est inutile.

« On peut s'en protéger en recourant à la vaccination au moyen de l'anatoxine tétanique préparée pour la première fois par Ramon. Si un individu vacciné contracte le tétanos, cela veut dire que la vaccination a été mal faite. Il s'agit d'une question de tout ou rien. Aucune incertitude n'est possible ; il en est de même pour la diphtérie et cette terrible maladie a pratiquement disparu à la suite de sa connaissance précise.

« Considérons à présent le cas du cancer. Si l'on avait découvert, comme pour le tétanos, un facteur spécifique du cancer le problème serait résolu. Or, malgré d'innombrables observations, malgré d'innombrables expériences on n'a pas mis en évidence de cause spécifique du cancer.

« Alors la mesure est intervenue. De patientes enquêtes épidémiologiques ont établi que tel excès d'hormones, que telle amine aromatique, que l'usage abusif du tabac, etc. ont une certaine probabilité d'être impliqués dans la transformation cancéreuse. Mais des individus exposés à tous ces facteurs de cancérisation ne deviennent pas cancéreux. Est-ce en raison de particularités génétiques ? On le pense généralement mais les milliards de francs dépensés pour la recherche sur le cancer, les tonnes de publications que ces sommes considérables ont permis de réaliser n'ont pas apporté la solution. Lorsque celle-ci interviendra, le problème du cancer abandonnera le domaine quantitatif pour accéder à celui du qualitatif et c'est en considérant les voies multiples qui ont abouti à des impasses que l'illustre biochimiste Szent-Györgyi a écrit : « La vérité viendra d'ailleurs ».

« Le second exemple que je considérerai appartient au domaine de l'Agronomie. Dès le milieu du XIX<sup>e</sup> siècle, les agronomes ont reconnu la nécessité des engrais qui apportent à la plante les éléments que les cellules utilisent pour construire leur propre substance : azote, soufre, phosphore, etc. Certains cas de carence se manifestaient, auxquels on ne pouvait pallier qu'en ayant recours à des matières mal définies, telles que le fumier par exemple. C'est alors que des biochimistes analysant les plantes constatèrent la présence constante de traces de métaux comme le cuivre, le manganèse, le zinc, le molybdène ou de métalloïdes tels que le bore, auxquels ils donnèrent le nom d'oligo-éléments et dont ils soupçonnèrent d'ailleurs

l'importance. Ce n'est que bien plus tard qu'on a constaté que ces oligo-éléments appartiennent à des systèmes enzymatiques et dès lors leur rôle devint évident. Mais leur nécessité n'était pas encore démontrée.

« Pour établir par exemple que le zinc est nécessaire aux végétaux supérieurs, on peut cultiver des pieds de maïs sur un milieu liquide contenant du sulfate de zinc et comparer leur croissance à celle d'autres pieds de maïs cultivés sans zinc. On enregistre entre les deux catégories de maïs des différences de poids qui n'excèdent pas quelques pour cent. Pour que ces différences soient statistiquement significatives, et donc prises en considération, il faut que les expériences soient réalisées avec une extrême rigueur et si l'on veut esquiver cette rigueur en recourant à un grand nombre de répétitions, on constate avec amertume que la précision n'augmente pas pour cela. Les travaux sur la nécessité des oligo-éléments ont suscité des polémiques passionnées et stériles. En fait, dans les expériences, réalisées par exemple sur le maïs, on partait de grains qui renfermaient du zinc et tout était donc faussé.

« Or, la vérité peut être atteinte sans mesure de la manière suivante : préparons un milieu de culture artificiel permettant la multiplication des cellules végétales. Au moyen des procédés classiques de purification, nous allons obtenir que ce milieu soit exempt de zinc. Il en renferme cependant quelques traces. Sur ce milieu nous allons placer des cellules de Carotte par exemple. Elles vont se multiplier pour donner une colonie pesant quelques grammes. Enlevons cette colonie et replaçons sur le même milieu un fragment de celle-ci ne pesant que quelques milligrammes. Ce fragment va se développer à son tour pour donner une nouvelle colonie, mais après six ou sept repiquages de ce type, les cellules ne se multiplieront plus et elles finiront par mourir. On commettrait une erreur en croyant qu'elles ont sécrété des substances toxiques ou qu'elles ont épuisé globalement les matières nutritives du milieu de culture. Il suffit en effet d'ajouter une trace de zinc à celui-ci pour que les cellules de Carotte puissent y vivre et s'y multiplier de nouveau. Les repiquages successifs avaient simplement épuisé le zinc et la démonstration de la nécessité de cet élément a été ainsi faite sans mesure.

« Les deux exemples que je viens de vous donner sont fort simples. Le troisième est plus subtil et je vais donc m'efforcer de le présenter aussi clairement que possible. Il appartient, je vous l'ai dit, au domaine de la Biologie moléculaire dont il constitue d'ailleurs la base principale. Dans la cellule se trouvent en abondance des macromolécules codées, appelées protéines, qui sont constituées par des amino-acides, petites molécules enchaînées les unes aux autres. Il existe dans les protéines une vingtaine d'amino-acides différents et certaines sont constituées d'au moins 600 molécules de ces amino-acides. L'enchaînement au hasard de ces 600 molécules en un ensemble dans lequel chaque place peut être occupée par l'un ou l'autre des vingt amino-acides conduirait à un nombre formidable de combinaisons, or seulement un petit nombre de ces combinaisons se trouve réalisé dans la cellule.

« On a par ailleurs découvert dans la cellule d'autres macromolécules codées, appelées acides nucléiques, faites de longues chaînes dont les maillons possèdent chacun une base organique. Ces chaînes sont très longues mais elles ne comportent que quatre bases différentes les unes des autres. Des expériences ont suggéré qu'entre la structure des acides nucléiques édifiée en quelque sorte avec un alphabet à quatre lettres et celle des protéines constituées à partir d'un alphabet à vingt lettres, il devait y avoir une concordance : la structure de l'acide nucléique devait être traduite en structure de protéine ; mais comment la traduction d'un langage à quatre lettres en un autre à vingt lettres pouvait-elle se faire ?

« Pendant longtemps les biologistes ont considéré cette énigme avec crainte et respect. Et puis l'un d'eux, ayant finement broyé des cellules, constata que cette purée informe, cet extrait acellulaire pouvait encore synthétiser des protéines et que ces protéines étaient les mêmes que celles qu'élabore la cellule vivante. Dès lors l'expérimentation devenait possible. Et voici l'expérience admirable qui fut réalisée.

« On a fabriqué un acide nucléique artificiel renfermant une seule base, par exemple de l'uracile, et l'on a ajouté cet acide nucléique, tout à fait anormal, à une purée de cellules susceptibles de synthétiser des protéines. Cette purée synthétisa une seule protéine constituée par un unique amino-acide, la phénylalanine, enchaîné à lui-même un grand nombre de fois. Un autre acide nucléique artificiel conduisit à une autre protéine et ainsi de suite. Les résultats étaient si nets que des mesures très rudimentaires ont suffi à établir en toute certitude la concordance entre la structure d'un acide nucléique et celle d'une protéine. J'ai naturellement simplifié sensiblement cette affaire, mais le fond demeure exact. Les mesures qui révélèrent la vérité ont fourni des résultats d'une netteté qualitative n'exigeant aucune appréciation statistique.

« Ce que je viens d'exposer appartient au domaine scientifique le plus rigoureux. Il n'y a rien de séditieux dans mes propos, mais on peut en tirer des conclusions non-conformistes, constater par exemple le faible impact de la mesure en biologie fondamentale, et c'est ce qu'a exprimé un Secrétaire Perpétuel de l'Académie des Sciences en s'écriant à la fin d'un fort bel exposé sur l'informatique : « En somme, l'informatique permet de tirer parti des expériences ratées ». Cette réflexion ne s'applique évidemment pas en Physique, mais elle peut être valable en Biologie, et plus encore en Sociologie et en Économie : nous en savons quelque chose.

« Monsieur le Ministre, Mesdames et Messieurs, en évoquant ainsi quelques points de l'histoire de la Biologie, je n'ai pas eu la prétention de vous instruire mais seulement le désir de ne pas vous ennuyer. Je souhaite y être parvenu. »

Mr GAUTHERET informe ensuite les délégués que les charges qui incombent au président de l'Académie des Sciences ne lui permettront pas de présider les séances ultérieures de la Conférence. Il s'excuse de cette absence et indique que, conformément au règlement de l'Académie des Sciences, il a demandé au vice-président de cette Académie, le Prof. P. JACQUINOT, de le remplacer par délégation.

\*  
\* \*

Après une interruption de séance de 25 minutes, la Conférence aborde les autres points de son Ordre du jour sous la présidence de Mr P. JACQUINOT, vice-président de l'Académie des Sciences, qui exprime le plaisir qu'il a de siéger à cette place.

2, 3, 4. Sur la proposition de Mr Dunworth, la Conférence approuve par applaudissements la désignation de Mr J. DE BOER, secrétaire du CIPM, comme secrétaire de la Conférence.

Les titres accréditant les délégués lui ayant été préalablement remis, le Secrétaire procède à l'établissement de la liste des délégués chargés du vote par État. Cette liste s'établit ainsi :

<i>Afrique du Sud</i> .....	MM. STRASHEIM
<i>Allemagne (Rép. Fédérale)</i> .....	KIND
<i>Allemande (Rép. Démocratique)</i> ....	WERNER
<i>Amérique (États-Unis d')</i> .....	AMBLER
<i>Argentine (Rép.)</i> .....	STEINBERG
<i>Australie</i> .....	BLEVIN
<i>Autriche</i> .....	BERNHARDT

<i>Belgique</i> .....	Mme HENRION
<i>Brésil</i> .....	MM. REIS
<i>Bulgarie</i> .....	ZLATAREV
<i>Canada</i> .....	PRESTON-THOMAS
<i>Chili</i> .....	ALFARO
<i>Chine (Rép. Pop. de)</i> .....	LI Loshan
<i>Corée (République de)</i> .....	CHOI
<i>Danemark</i> .....	CARLSEN
<i>Espagne</i> .....	RIVAS MARTINEZ
<i>Finlande</i> .....	KIVALO
<i>France</i> .....	DENÈGRE
<i>Hongrie</i> .....	NEMETHI
<i>Inde</i> .....	VERMA
<i>Indonésie</i> .....	SOEPARTO
<i>Irlande</i> .....	O'TOOLE
<i>Italie</i> .....	FERRO MILONE
<i>Japon</i> .....	SAKURAI
<i>Mexique</i> .....	PEZET SANDOVAL <sup>(1)</sup>
<i>Norvège</i> .....	BIRKELAND
<i>Pays-Bas</i> .....	VAN MALE
<i>Pologne</i> .....	PODGÓRSKI
<i>Roumanie</i> .....	COSTEA
<i>Royaume-Uni</i> .....	DEAN
<i>Suède</i> .....	SIEGBAHN
<i>Suisse</i> .....	PERLSTAIN
<i>Tchécoslovaquie</i> .....	HILL
<i>Thaïlande</i> .....	KITTISATAPORN
<i>Turquie</i> .....	YEGINER
<i>U.R.S.S.</i> .....	KIPARENKO
<i>Venezuela</i> .....	FERNANDEZ
<i>Yougoslavie</i> .....	BOŠKOVIČ

Sur les quarante-cinq États membres de la Convention du Mètre, trente-huit sont représentés à la Conférence.

##### 5. Approbation de l'Ordre du jour

Le programme provisoire proposé dans la Convocation (p. 14) est adopté sans changement comme Ordre du jour définitif.

6. Le PRÉSIDENT donne la parole à Mr DUNWORTH, président du CIPM, pour la présentation de son rapport.

---

(<sup>1</sup>) Mr PEZET SANDOVAL n'est arrivé qu'à la 2<sup>e</sup> séance.

### **Rapport du Président du Comité International sur les travaux accomplis depuis la 15<sup>e</sup> Conférence Générale**

(mai 1975 – octobre 1979)

En conformité avec l'Article 7 du Règlement annexé à la Convention du Mètre, j'ai le plaisir de présenter à cette 16<sup>e</sup> Conférence Générale mon rapport de Président du Comité International des Poids et Mesures sur les travaux accomplis depuis la 15<sup>e</sup> Conférence Générale.

Au début de ce rapport, qui couvre une période de près de quatre ans et demi depuis mai 1975, il m'est agréable de mentionner que la République Populaire de Chine adhère à la Convention du Mètre depuis le 20 mai 1977. Désormais, tous les grands pays industriels du monde contribuent à nos travaux et y prennent part; le nombre total de nos États membres est de 45.

L'un des changements qui s'est produit au cours des années résulte de l'élargissement des domaines et de la complexité croissante des travaux techniques dont le Comité International est responsable. En conséquence, celui-ci a trouvé plus efficace de confier à des Comités Consultatifs le soin de traiter dans le détail des sujets ou groupes de sujets particuliers. Ces Comités Consultatifs jouent un rôle de conseil auprès du Comité International et lui présentent un rapport après chacune de leurs principales réunions.

Le secrétariat du Comité International et de ses Comités Consultatifs est l'une des tâches assumées par le personnel du Bureau International des Poids et Mesures à Sèvres. Le Bureau assure également la diffusion de l'information, non seulement aux Pays membres de la Convention, mais aussi aux nombreux organismes internationaux qui s'occupent de questions scientifiques, techniques et commerciales. Il convient sans doute que je saisisse cette occasion pour vous rappeler la façon efficace dont ces dispositions ont fonctionné et continuent de fonctionner. C'est un plaisir pour moi de rendre hommage, tant au nom du Comité International qu'au nom du Bureau International, aux nombreuses personnalités et aux nombreuses organisations dans le monde entier qui nous font amicalement part de leurs utiles conseils.

*Comité International.* — J'ai le triste devoir de rappeler le décès de trois membres du Comité depuis la dernière Conférence Générale.

Le Prof. Ulrich STILLE qui devint notre Vice-Président en 1975 a fait partie pendant de nombreuses années de la Physikalisch-Technische Bundesanstalt et il en était devenu le Président. Il avait une connaissance très vaste et très détaillée des problèmes métrologiques.

Le Prof. Manuel SANDOVAL VALLARTA était membre du Comité International depuis 1960. Par formation c'était un physicien spécialisé dans le domaine nucléaire et il était membre de la Commission Nationale de l'Énergie Nucléaire à Mexico.

Le Prof. Émile DJAKOV était Directeur de l'Institut d'Électronique de l'Académie des Sciences de Bulgarie et Président du Comité Bulgare de Métrologie.

Il y a eu en outre trois démissions : J. STULLA-GÖTZ, A. MARÉCHAL et B. M. ISSAEV. Tous ont apporté une contribution importante aux travaux du Comité International; à cet égard, il convient sans doute que je mentionne les liens que le Prof. STULLA-GÖTZ a assurés pendant de nombreuses années entre le Comité et l'Agence Internationale de l'Énergie Atomique à Vienne. Nous renouvelons nos remerciements à ces trois anciens membres.

Le Comité International a comblé les six places vacantes en élisant par cooptation les six candidats suivants : MM. B. GUINOT, H. H. JENSEN, D. KIND, V. I. KIPARENKO, R. STEINBERG, WANG Daheng. Selon l'Article 8 (1921) du Règlement annexé à la Convention du Mètre, ces élections seront soumises à l'approbation de la Conférence Générale. Les noms de trois autres membres du Comité, tirés au sort, porteront à neuf le nombre total des élections à confirmer ou à renouveler.

Nous devons déplorer que, pour des raisons de santé, mon prédécesseur au poste de Président du Comité International, Mr J. M. OTERO, n'ait pas été en mesure depuis longtemps de prendre une part active aux travaux de ce Comité.



A la suite du décès du Prof. STILLE, Mr P. HONTI a accepté l'invitation à devenir Vice-Président du Comité International, et ses sages avis nous sont précieux. Nous regrettons vivement que la maladie l'ait empêché d'être avec nous aujourd'hui.

Le Prof. J. DE BOER a continué à assumer la tâche de Secrétaire et le Comité International apprécie vraiment, depuis de longues années, sa compétence et ses services très consciencieux ; en particulier parce qu'il est en même temps Président du Comité Consultatif des Unités et qu'il a la lourde responsabilité de guider le développement du Système International d'Unités (SI).

Depuis la 15<sup>e</sup> Conférence Générale il y a eu dix-sept réunions de Comités Consultatifs. Les Comités pour la Définition de la Seconde, du Mètre et d'Électricité se sont réunis chacun une fois. Les Comités de Photométrie et Radiométrie, de Thermométrie et des Unités se sont réunis deux fois ; celui des Rayonnements Ionisants ainsi que ses trois sections se sont réunis en tout huit fois. Il y a eu en particulier une étude complète des besoins métrologiques dans le domaine des rayonnements ionisants. En 1976, s'est réuni à Sèvres un comité *ad hoc* d'experts pour discuter de la question des masses et en 1979 un autre comité *ad hoc* d'experts pour discuter des pressions. Le Comité International en est arrivé à la conclusion qu'il est souhaitable de créer un nouveau comité consultatif pour le conseiller sur les problèmes abordés lors de ces deux réunions et sur toutes les questions qui leur sont liées. Le Comité International disposera ainsi des avis éclairés d'un comité consultatif sur les problèmes métrologiques liés à chacune des unités de base, à l'exception de la mole. Il aura aussi des avis sur les unités dérivées les plus importantes, pour lesquelles il est net qu'il existe à l'heure actuelle un besoin de coopération et de coordination internationales.

Bien que chaque Président doive vous présenter un rapport sur les activités de son Comité Consultatif, je vais très brièvement rappeler quelques-unes de ces activités en guise d'introduction aux travaux des laboratoires de Sèvres dont je rendrai compte plus loin.

Le Comité Consultatif pour la Définition du Mètre a porté son attention sur les bases techniques d'une nouvelle définition du mètre en vue de soumettre une proposition à la 17<sup>e</sup> Conférence Générale. La proposition fait suite aux discussions de la 15<sup>e</sup> Conférence Générale et s'accordera avec la valeur recommandée pour la vitesse de la lumière.

Bien qu'il ne travaille pas à une nouvelle définition d'une unité, le Comité Consultatif d'Électricité est très concerné par l'introduction de nouvelles méthodes pour réaliser les unités électriques, méthodes fondées sur l'effet Josephson pour le volt et sur le condensateur calculable pour l'ohm. La mise au point de meilleurs étalons de transfert, permettant de tirer le meilleur parti de l'exactitude plus grande dont on dispose maintenant pour ces unités, s'avère une tâche longue et difficile.

Le Comité Consultatif de Thermométrie a travaillé en particulier à l'Échelle Provisoire de Température pour le domaine des basses températures allant de 0,5 K à 30 K ; le besoin de coordination dans ce domaine existait depuis longtemps. La révision de l'Échelle Internationale de Température est un travail de longue haleine ; on pense pouvoir présenter le texte d'une nouvelle Échelle à la 18<sup>e</sup> Conférence Générale si celle-ci a lieu en 1987.

Le Comité Consultatif de Photométrie et Radiométrie s'est intéressé au développement des méthodes radiométriques pour réaliser la candela ; dans ce but, il a fait des propositions pour fixer la relation entre le lumen et le watt, propositions qui ont conduit au projet de résolution présenté à cette Conférence pour une nouvelle définition de la candela.

Le Comité Consultatif pour la Définition de la Seconde continue de superviser l'obtention et la stabilité du Temps Atomique International et ses relations avec le Temps Universel Coordonné (UTC). Bien que la stabilité du TAI soit excellente, le fait que son exactitude absolue ne soit fondée que sur trois étalons primaires à jet de césium est un peu une source de souci.

Le Comité Consultatif pour les Étalons de Mesure des Rayonnements Ionisants et ses trois sections ont poursuivi l'étude des questions soumises à leur examen ainsi que celle de l'introduction des unités SI dans le domaine des rayonnements ionisants et de tout ce que cela implique. Une importante recommandation récente de ce Comité Consultatif concerne l'installation au BIPM d'une source de neutrons de 14 millions d'électronvolts ; le besoin d'une telle source avait déjà été envisagé lors de la construction des laboratoires des rayonnements au Pavillon de Breteuil. Cette recommandation a été examinée par le Comité International, mais la question financière constitue un problème. Aucune

disposition particulière n'a été prévue dans ce but dans le programme financier pour 1981-1984 qui vous est présenté à cette Conférence.

Le *Comité Consultatif des Unités* a préparé une nouvelle édition de la brochure sur le Système International d'Unités. Cette édition a été publiée par le BIPM en 1977. Il s'est également intéressé à la controverse sur le symbole du litre, qui a conduit au projet de résolution en vue d'admettre l'et L comme symboles du litre.

Une activité importante et continue assumée par le BIPM en collaboration avec la plupart des Comités Consultatifs consiste à organiser des comparaisons internationales d'étalons. Lorsque le BIPM, pour une raison ou pour une autre, n'est pas en mesure d'effectuer le travail lui-même, ces comparaisons sont souvent lancées par les Groupes de travail des Comités Consultatifs, comme le Groupe de travail des radiofréquences du CCE ou celui des basses températures du CCT.

### Bureau International des Poids et Mesures (BIPM)

J'en viens maintenant à un résumé du rapport préparé par le Directeur et le personnel du BIPM sur les travaux accomplis par les laboratoires de Sèvres depuis la dernière Conférence Générale en 1975.

#### 1. LONGUEURS

*Étalons à traits.* — Suite à la demande faite par le CCDM lors de sa 4<sup>e</sup> session en 1970, le BIPM a préparé une comparaison internationale d'étalons à traits. Cette comparaison porte sur deux règles divisées, l'une de 1 m, l'autre de 500 mm, qui circulent entre plusieurs laboratoires nationaux. La comparaison a commencé en 1976. Huit laboratoires nationaux ont exprimé leur désir d'y prendre part : Australie, Canada, Japon, République Démocratique Allemande, République Fédérale d'Allemagne, Royaume-Uni, URSS, USA. Bien que les premiers résultats aient été très encourageants pour la règle de 1 m, les résultats obtenus pour la règle de 500 mm ont montré une dispersion trop grande pour être acceptable. Comme la cause de cette dispersion demeure obscure, il a été décidé de retirer cette règle de la circulation. Trois autres laboratoires nationaux (Italie, Rép. Pop. de Chine, Suisse) ont maintenant demandé à prendre part à cette comparaison et participeront au dernier circuit.

On a utilisé le comparateur photoélectrique et interférentiel de façon régulière pour l'étalonnage d'un ou plusieurs étalons à traits appartenant à huit États membres (France, Inde, Norvège, Pologne, Rép. Pop. de Chine, Roumanie, Suisse et Tchécoslovaquie), au Nigéria et à l'Euratom. De plus, trois Mètres prototypes N° 3 (Norvège), N° 29 (Suède) et VIL-100 (URSS) ont été mesurés après que leurs traits de définition aient été gravés à nouveau ; pour deux de ces prototypes on a aussi déterminé à nouveau leur coefficient de dilatation thermique.

On a amélioré sur un certain nombre de points le fonctionnement du comparateur photoélectrique et interférentiel. L'enregistrement et la conservation des résultats sont maintenant effectués de façon automatique, sur rubans magnétiques et sous une forme directement utilisable par l'ordinateur. Le système de mesure de la température a été entièrement refait avec des thermocouples neufs et l'on a apporté une attention particulière à conserver l'isolation mécanique afin d'être sûr que la poutre principale ne subisse aucune déformation pendant le mouvement du chariot qui supporte la règle à mesurer.

*Étalons à bouts.* — On a utilisé l'interféromètre Tsugami pour étalonner des calibres étalons appartenant à la Belgique, la France, la Norvège, la Rép. Pop. de Chine, la Suisse et la Tchécoslovaquie. On a mesuré, en utilisant le comparateur interférentiel, d'autres calibres (plus longs) appartenant à la Rép. Pop. de Chine et à la Tchécoslovaquie ainsi que quelques étalons à bouts spéciaux, de forme cylindrique, appartenant à une société américaine, qui ont été mesurés aussi au NBS, au NPL et à la PTB.

Pour mesurer un étalon à bouts de 828 mm en « Zerodur » que le BIPM utilise pour ses travaux sur  $g$ , on a employé le comparateur photoélectrique et interférentiel et l'interféromètre de Michelson sous vide en utilisant tour à tour la lumière d'une lampe à krypton, d'un laser asservi sur le Lamb-dip et d'un laser asservi sur l'iode. Les résultats ont aussi donné une valeur pour le coefficient de compressibilité de l'étalon et pour son coefficient de dilatation thermique. La mesure du coefficient de dilatation thermique

est un élément très important de l'étalonnage des étalons à traits ou à bouts; les recherches se poursuivent pour la mise au point d'un équipement mieux adapté à cette mesure.

*Étalons de longueur géodésiques.* — On a maintenant achevé la réinstallation complète de la base de 50 m et du dilatomètre de 24 m, réinstallation consécutive aux travaux de bâtiment entrepris pour installer un drainage efficace dans le sous-sol de l'Observatoire. La demande d'étalonnages des fils et rubans provenant d'États membres continue à être forte en dépit de l'utilisation croissante de télémètres électro-optiques.

*Lasers étalons de longueurs d'onde et de fréquence.* — Conformément à la Résolution 1 de la 15<sup>e</sup> Conférence Générale des Poids et Mesures, le BIPM a poursuivi activement ses travaux de recherches sur l'utilisation de radiations émises par des lasers asservis comme étalons de longueur; il a effectué un certain nombre de comparaisons de lasers de ce type avec des lasers appartenant à des laboratoires nationaux. La plupart des efforts ont été consacrés à la construction et à la mise au point de lasers à He-Ne asservis sur l'absorption saturée du méthane ( $\lambda = 3,39 \mu\text{m}$ ) et à l'emploi du comptage réversible des battements pour déterminer les différences de fréquence entre des lasers à He-Ne asservis sur l'absorption saturée de l'iode ou du méthane. Une importante partie de ce travail consiste à améliorer les asservissements électroniques de ces lasers.

Les premières activités dans le domaine de la métrologie des lasers étaient consacrées à l'utilisation des lasers à He-Ne asservis sur l'iode. On a fait maintenant des progrès considérables dans leur construction et leur fonctionnement; on utilise par exemple maintenant des lasers dont la cellule à iode est chauffée et les différents isotopes,  $^{127}\text{I}_2$  et  $^{129}\text{I}_2$ , en combinaison avec des lasers à He- $^{20}\text{Ne}$  ou à He- $^{22}\text{Ne}$ . On a fait des déterminations précises des différences de fréquences que l'on peut ainsi obtenir entre certaines des composantes hyperfines de l'iode. De plus, on a construit des lasers asservis sur l'iode, à fréquence décalée; l'absence de modulation de fréquence dans ces lasers est très prometteuse en vue de leur emploi pour les mesures de fréquence de battements. En utilisant des lasers asservis sur l'iode on a effectué des comparaisons des fréquences de lasers provenant de France, Italie, Japon, Rép. Féd. d'Allemagne, Royaume-Uni, URSS et USA.

Les lasers asservis sur l'absorption saturée du méthane semblent être supérieurs aux lasers asservis sur l'iode en ce qui concerne la reproductibilité et la stabilité à long terme. On a construit trois lasers à He-Ne asservis sur le méthane, avec leur système d'asservissement électronique, plus un laser qui fonctionne comme laser esclave à fréquence décalée. On a effectué des comparaisons avec des lasers provenant du NPL et semblablement asservis sur le méthane; elles ont donné des résultats très satisfaisants, les différences de fréquence relatives étaient comprises entre  $0,7$  et  $2,6 \times 10^{-11}$ .

En utilisant l'interféromètre de Michelson sous vide on a effectué des mesures de longueurs d'onde de la radiation de trois lasers: un laser à argon ionisé asservi sur une raie de l'iode dans le vert ( $\lambda = 0,515 \mu\text{m}$ ), construit à la PTB, et deux lasers asservis sur l'iode dans l'orange ( $\lambda = 0,612 \mu\text{m}$ ); l'un de ces lasers avait été construit par le Laboratoire de l'Horloge Atomique (France) et l'autre par le BIPM. Pour ces mesures, la référence était la longueur d'onde recommandée par le CCDM en 1973 pour le laser asservi sur l'iode à une longueur d'onde voisine de  $0,633 \mu\text{m}$ . De plus, on a fait une mesure de la fréquence des battements entre les deux lasers dans l'orange, mesure qui a confirmé que leurs fréquences relatives différaient de moins de  $1 \times 10^{-11}$ . L'éventuelle nouvelle définition du mètre, qu'elle se réfère à la vitesse de la lumière ou à la longueur d'onde d'une transition moléculaire particulière, exigera du BIPM une grande aptitude à effectuer des mesures précises de longueurs d'onde et de fréquences.

## 2. MASSES ET MASSE VOLUMIQUE

Onze pays (France, Ile Maurice, Nigéria, Rép. Féd. d'Allemagne, Rép. Pop. de Chine, Roumanie, Royaume-Uni, Suisse, Tchécoslovaquie, URSS, USA) et l'Agence Internationale de l'Énergie Atomique ont demandé au BIPM d'effectuer l'étalonnage d'un ou plusieurs étalons de masse.

Le fonctionnement de la balance la plus précise du BIPM, NBS-2, a été amélioré et il est maintenant possible de déterminer la masse d'un Kilogramme en platine iridié par rapport à la moyenne de deux étalons de travail avec un écart-type inférieur à 1 microgramme. Toutefois, il convient de se rappeler que la masse de ces étalons de travail n'est elle-même actuellement connue qu'avec un écart-type de 8 microgrammes, d'après la dernière comparaison avec le Kilogramme Prototype International effectuée il y a trente-trois ans.

Des améliorations sont en cours sur la balance Rueprecht de 1 kg ; on installe sur cette balance un système d'asservissement du fléau et on change le mode de pesée pour utiliser la pesée par substitution de Borda. Deux autres balances Rueprecht, celle de 20 g et celle de 50 g, ont été révisées par la Société Chyo Balance Corporation (Japon).

Pour répondre au vœu exprimé dans la Résolution 3 de la 15<sup>e</sup> Conférence Générale des Poids et Mesures qui demandait au BIPM d'accroître ses activités dans le domaine de la métrologie des masses, le BIPM a organisé une réunion en novembre 1976. Les discussions ont porté surtout sur l'accroissement des travaux de recherches effectués par les laboratoires nationaux dans ce domaine, dans certains cas après un laps de temps de plusieurs décennies, et sur la meilleure façon de les coordonner. Trois Groupes de travail ont été créés. Le Groupe 1 est chargé d'établir une formule pour le calcul de la masse volumique de l'air nécessaire pour évaluer la correction due à la poussée de l'air lorsque l'on compare entre eux des étalons de masse dont les masses volumiques sont différentes ; le Groupe 2 est chargé d'étudier les méthodes expérimentales de mesure de la masse volumique de l'air et le Groupe 3 les problèmes de la conservation des étalons de masse.

La vérification occasionnelle et individuelle des étalons nationaux du kilogramme doit continuer à se faire lorsque cela s'avère nécessaire, mais il a été convenu de reporter la troisième vérification périodique des Kilogrammes Prototypes nationaux jusqu'à ce que davantage de progrès aient été faits dans plusieurs domaines importants des recherches sur les masses.

Des études sont en cours sur l'usinage, la finition de surface des étalons de masse en platine iridié, et les effets de l'humidité et de la pression sur leur stabilité. L'accumulation à long terme de la poussière sur les Kilogrammes en platine iridié et en acier inoxydable, conservés dans des boîtiers fermés et munis de filtres, fait l'objet d'une étude suivie. Le but est de recueillir des informations qui pourront être utilisées comme base pour faire des recommandations sur la conservation des étalons de masse.

Les recherches se sont poursuivies sur la détermination de la variation de la masse volumique de l'eau pure en fonction à la fois de sa composition isotopique et de sa teneur en gaz atmosphériques dissous.

### 3. THERMOMÉTRIE

Pour répondre aux demandes faites au BIPM d'étendre le domaine de ses étalonnages de thermomètres à résistance de platine au-dessous de 0 °C, les installations nécessaires ont été réalisées ; on peut maintenant étalonner au point triple de l'argon (83,798 K) aussi bien des thermomètres capsules que des thermomètres à longue tige. L'essentiel des efforts en thermométrie a porté sur les cellules scellées dans lesquelles on peut réaliser les points triples de l'argon et du méthane (90,686 K) avec une reproductibilité très élevée, pour l'étalonnage des thermomètres capsules. Le BIPM prend part à une comparaison internationale de cellules scellées de ce type qui se déroule sous les auspices du CCT.

Les travaux continuent sur la comparaison des cellules à point triple de l'eau qui sont couramment fabriquées dans divers pays. Le but est d'établir dans quelle mesure les points fixes réalisés dans des cellules de ce genre sont comparables entre eux.

Les étalonnages de thermomètres à résistance de platine et de thermocouples Pt-10 % Rh/Pt sont maintenant effectués à l'aide de ponts en courant alternatif entièrement automatiques, et de voltmètres numériques équipés d'une installation appropriée de traitement des résultats, ce qui rend tout le processus bien plus efficace qu'auparavant.

Les recherches sur la détermination radiométrique des intervalles de température thermodynamique seront prochainement étendues vers des températures plus basses, dans le domaine de 419 °C à 630 °C.

### 4. ÉTALONS ÉLECTRIQUES

Depuis le 1<sup>er</sup> janvier 1976, en application de la Recommandation E 2 (1975) du CCE approuvée par le Comité International (1975), le BIPM conserve sa tension de référence au moyen de l'effet Josephson. Le groupe de piles Weston étalons que l'on utilise maintenant comme référence courante est contrôlé à intervalles réguliers par comparaison à une tension Josephson, ce qui permet de déterminer sa dérive. Pour éviter toute confusion avec la tension de référence précédemment conservée, qui était fondée sur la valeur moyenne d'un précédent groupe de piles et que l'on appelait  $V_{69-B1}$ , la nouvelle tension de référence du BIPM fondée sur l'effet Josephson est appelée  $V_{76-B1}$ .

Des comparaisons de  $V_{76-BI}$  avec des tensions conservées aussi au moyen de l'effet Josephson ont été faites à la PTB, et plus récemment au NPL, en transportant l'équipement Josephson du BIPM ; c'est la première fois que l'on a effectué une comparaison de cette façon. Les résultats laissent à penser qu'il existe une différence systématique, d'origine inconnue, entre  $V_{76-BI}$  et les tensions conservées par les deux autres laboratoires ; cette différence atteint environ 70 nV, soit deux fois la valeur de l'écart-type des mesures. Avec l'introduction de  $V_{76-BI}$  et la possibilité de contrôler la dérive du groupe de piles étalons, il n'est plus nécessaire d'effectuer des comparaisons internationales à grande échelle, comme celles qui avaient lieu dans le passé et qui réunissaient toutes à la fois les piles représentant les tensions de référence nationales. Pour remplacer ces comparaisons, chaque pays envoie maintenant au BIPM ses piles voyageuses de référence lorsque cela s'avère nécessaire et, de temps en temps, on effectue des comparaisons entre un groupe relativement restreint de pays.

On a comparé la valeur de référence de l'ohm conservé par le BIPM,  $\Omega_{69-BI}$ , avec l'ohm réalisé au moyen du condensateur calculable Thompson-Lampard du LCIE (France), de l'ETL (Japon), du NML (Australie) et du NBS (USA). De ces comparaisons on a déduit que  $\Omega_{69-BI}$  est plus petit que l'ohm du SI, tel qu'il est réalisé au moyen du condensateur Thompson-Lampard, d'environ  $1,2 \mu\Omega$  et qu'il décroît d'environ  $0,07 \mu\Omega$  par an. Lors de sa session de 1978, le CCE a recommandé que le BIPM s'équipe, le moment venu, d'un condensateur calculable du type Thompson-Lampard avec les installations nécessaires pour assurer de cette façon la réalisation permanente de l'ohm du SI. En attendant, les États continuent à faire fréquemment appel à l'ohm de référence  $\Omega_{69-BI}$  conservé par le BIPM, en demandant la vérification d'étalons de résistance s'échelonnant de  $1 \Omega$  à  $10^4 \Omega$ . Des étalonnages d'étalons de résistance et de tension ont été faits pour 18 pays : Autriche, Belgique, Brésil, Bulgarie, Égypte, Finlande, France, Hongrie, Iran, Norvège, Pays-Bas, Rép. Dém. Allemande, Rép. Pop. de Chine, Roumanie, Suède, Suisse, Tchécoslovaquie, Yougoslavie.

La conservation des étalons électriques en courant alternatif a pris une importance croissante au cours des dernières années. Cela est dû non seulement à l'utilisation du condensateur calculable pour réaliser l'ohm, mais aussi à la nécessité d'avoir des étalons reliés à l'étalon fondamental sur une large gamme de fréquences. Le CCE a souligné l'importance du rôle futur du BIPM dans le domaine des mesures électriques en courant alternatif et l'on a déjà commencé à prendre les dispositions nécessaires pour lui permettre de jouer ce rôle.

## 5. ÉTALONS PHOTOMÉTRIQUES

Après une interruption d'une quinzaine de mois, due à des travaux d'entretien des bâtiments dans le sous-sol des laboratoires, l'installation d'étalonnage des lampes étalons photométriques est à nouveau en état de fonctionnement. On dispose de quatre photomètres photoélectriques utilisant divers photodétecteurs et l'on a fait des essais pour confirmer leur linéarité. De plus, on s'est procuré un nouveau détecteur au silicium dont on a réglé la réponse spectrale globale, au moyen d'une mosaïque de filtres, afin que cette réponse soit voisine de la fonction  $V(\lambda)$ . On a étalonné plus d'une centaine de lampes à incandescence, étalons d'intensité lumineuse, de flux lumineux ou de température de répartition pour 11 pays : Afrique du Sud, Hongrie, Italie, Pologne, Rép. Féd. d'Allemagne, Rép. Pop. de Chine, Royaume-Uni, Suède, Suisse, Tchécoslovaquie, Yougoslavie.

Pour le moment, le BIPM n'est pas équipé pour effectuer des recherches dans les domaines de la radiométrie absolue et de la spectroradiométrie. Pour tenir compte de l'évolution des méthodes utilisées pour établir les références photométriques dans les laboratoires nationaux, le Comité International est d'avis que le BIPM doit commencer à travailler dans ces domaines dès que sa situation financière le permettra.

## 6. ÉTALONS DE PRESSION

Le manobaromètre interférentiel installé au BIPM depuis 1966 a été complètement révisé par son constructeur (Jaeger) et on a profité de cette occasion pour améliorer et moderniser son équipement annexe et son environnement. L'une des principales difficultés rencontrées pour faire des comparaisons très précises d'étalons de pression a été l'absence d'instrument de transfert convenable. Pour suppléer la jauge à piston tournant, on a étudié les possibilités du point triple de l'argon comme référence de pression transportable au voisinage de 69 kPa. Les résultats préliminaires ont été encourageants et les recherches se poursuivent.

En réponse aux nombreuses demandes des laboratoires nationaux et après avoir diffusé un questionnaire préliminaire, le BIPM a convoqué une réunion en 1978 pour discuter des besoins de coordination internationale des étalons de pression. Des experts sont venus de 14 pays : Argentine, Australie, Autriche, Bulgarie, France, Italie, Rép. Féd. d'Allemagne, Rép. Pop. de Chine, Royaume-Uni, Suède, Suisse, Tchécoslovaquie, URSS et USA. On s'est mis d'accord pour créer quatre Groupes de travail pour étudier les besoins et faire des recommandations sur les comparaisons internationales d'étalons de pression dans quatre domaines de pressions. De plus, il a été demandé aux Groupes de travail d'examiner les améliorations qu'il pourrait être nécessaire d'apporter aux instruments de transfert dans ces différents domaines.

Toutes ces études seront coordonnées par le nouveau comité consultatif dont j'ai parlé précédemment.

## 7. FORCES. GRAVIMÉTRIE

En utilisant le gravimètre enregistreur à ressort du BIPM, on a continué d'observer les marées gravimétriques à « Sèvres point M 1 » et le traitement des observations a été fait en liaison avec le Centre International des Marées Terrestres, en Belgique. Le fonctionnement du gravimètre à ressort utilisé à cet effet a dépassé toute attente et il a même été si bon que l'on a envisagé de l'utiliser éventuellement pour d'autres mesures très précises de forces.

Le gravimètre absolu transportable construit par l'Istituto di Metrologia « G. Colonnetti » (IMGC, Italie) en liaison étroite avec le BIPM a continué de donner d'excellents résultats partout dans le monde. En collaboration avec Jaeger (France), le BIPM s'est lancé dans la construction de ce que l'on espère être une version très améliorée du gravimètre absolu transportable. On met au point une nouvelle méthode de mesure dans laquelle la position dans l'espace d'un trièdre lancé vers le haut est contrôlée et enregistrée de façon continue en utilisant un interféromètre à laser. La multitude de données expérimentales ainsi obtenue est enregistrée par un microprocesseur incorporé au gravimètre qui l'utilise ensuite pour calculer la valeur de  $g$ .

L'intérêt que le monde entier porte à la gravimétrie dans des buts variés, géophysique, prospection ou autres, ne présente aucun signe de diminution et par conséquent le travail effectué au BIPM dans ce domaine garde son importance. Le nouveau gravimètre absolu transportable en cours de construction devrait simplifier la tâche qui consiste à conserver « Sèvres point A » comme le point de référence le plus précis pour le Réseau Gravimétrique International Unifié (IGSN) tout en mettant à la disposition des autres utilisateurs des mesures absolues très précises.

## 8. RAYONS X ET $\gamma$

Des comparaisons entre les étalons d'exposition de plusieurs pays et les étalons du BIPM ont été faites pour plusieurs types de rayonnements (rayons X de 10 à 50 kV et de 100 à 250 kV, et rayons  $\gamma$  du cobalt 60), ainsi que des étalonnages de chambres d'ionisation qui constituent les étalons secondaires d'exposition dans les pays qui ne sont pas pourvus d'étalons primaires. L'Afrique du Sud, l'Australie, la Hongrie, le Royaume-Uni et la Suède ont pris part à des comparaisons ou à des étalonnages de ce genre. On a uniformisé la correction d'humidité de l'air. Lors de sa quatrième réunion, en 1977, la Section I du CCEMRI a recommandé des courbes fondées sur des mesures faites au BIPM et dans les laboratoires nationaux de France, des Pays-Bas et de Pologne.

L'introduction des unités SI en dosimétrie a amené la Section I à recommander, en 1977, l'étude des facteurs de conversion que l'on doit appliquer lorsqu'on utilise les étalons d'exposition actuels comme étalons de kerma dans l'air. Le BIPM a commencé ce travail.

Il est maintenant possible de mesurer au BIPM la dose absorbée avec une très bonne reproductibilité, en utilisant la source de cobalt de 170 TBq achetée à des conditions très avantageuses grâce au NBS. On a mis au point l'étalon ionométrique de dose absorbée dans le graphite du BIPM et on l'a comparé aux étalons calorimétriques de la France, des Pays-Bas, de la Rép. Féd. d'Allemagne et des USA. Des bons résultats obtenus, il a été possible de déduire une valeur pour l'énergie d'ionisation de l'air,  $W$ . On a tenu compte de cette valeur pour déterminer la nouvelle valeur de  $W$  recommandée par l'International Commission on Radiation Units and Measurements.

On a besoin de mesures de plus en plus précises de dose absorbée dans l'eau, c'est là une nécessité fondamentale pour la radiothérapie ; le BIPM s'est donc intéressé à la détermination de cette grandeur et aux facteurs de conversion qui sont nécessaires pour la déduire des autres grandeurs telles que l'exposition et la dose absorbée dans le graphite.

#### 9. RADIONUCLÉIDES

Des comparaisons internationales, à grande échelle, de mesures d'activité de radionucléides sont de nouveau en cours après une période d'interruption d'environ neuf ans pendant laquelle aucune comparaison de ce genre n'a été faite pour permettre d'étudier convenablement de nombreux problèmes fondamentaux.

Une comparaison de mesures de l'activité d'une solution de  $^{139}\text{Ce}$  entre vingt-deux laboratoires a fait apparaître une dispersion des résultats à peine supérieure à un pour cent. Dans une autre grande comparaison internationale de  $^{134}\text{Cs}$  touchant vingt-trois laboratoires, la dispersion n'était que de 0,7 %. On peut considérer que cela signifie que les principaux problèmes liés à la normalisation de l'extrapolation de l'efficacité des détecteurs utilisés avec les radionucléides qui ont un schéma de décroissance relativement simple sont maintenant résolus. Une petite comparaison pilote de  $^{137}\text{Cs}$  entre neuf laboratoires est en cours.

Le système international de référence pour la mesure de l'activité des émetteurs de rayonnement  $\gamma$  est maintenant bien établi et les résultats des trois premières années de fonctionnement sont déjà très utiles. Des comparaisons satisfaisantes ont été faites avec le système analogue de l'Agence Internationale de l'Énergie Atomique (Vienne).

L'utilisation de la méthode des coïncidences  $4\pi\beta\gamma$  à des taux de comptage élevés a conduit à une réévaluation importante des termes correctifs liés au temps mort et au temps de résolution des coïncidences. Les résultats théoriques obtenus au BIPM, en particulier pour les temps morts étendus, ont été confirmés par des mesures expérimentales effectuées à des taux de comptage élevés.

Compte tenu du grand nombre de résultats nouveaux obtenus dans divers laboratoires depuis que fut publié le premier catalogue de valeurs recommandées d'énergie et d'intensité de rayonnements alpha, une édition augmentée de ce catalogue a été soumise par le BIPM pour publication.

#### 10. NEUTRONS

Neuf laboratoires ont pris part à une importante comparaison de mesures de débits de fluence de neutrons monocinétiques rapides (Canada, Euratom, France, Japon, Rép. Féd. d'Allemagne, Royaume-Uni, URSS et USA). En dépit de résultats par ailleurs excellents, l'une des conclusions que l'on a tirées de cette comparaison a été que la sphère en polyéthylène avec compteur à  $\text{BF}_3$  ne constitue pas un instrument de transfert convenable à cause de sa grande sensibilité aux neutrons diffusés. Il reste encore à trouver un meilleur instrument de transfert. On a mis au point une seconde source de neutrons monocinétiques d'énergie 14,68 MeV en plus de l'ancienne source de neutrons au voisinage de 2,5 MeV. On a fait une mesure du rapport des sections efficaces pour l'absorption des neutrons thermiques par l'hydrogène et le manganèse. Ce rapport est un facteur important dans l'étalonnage de sources par la méthode du bain de manganèse. Le résultat est en excellent accord avec celui qui a été obtenu au NPL.

L'étalonnage d'une source de neutrons de  $^{252}\text{Cf}$  a été effectué dans le cadre d'une comparaison internationale entre onze laboratoires nationaux des pays mentionnés plus haut auxquels il faut ajouter l'Italie et la Rép. Dém. Allemande. Afin d'être en mesure de participer aux comparaisons d'étalons de dosimétrie neutronique que demandent les laboratoires nationaux et d'assumer le rôle central que l'on attend de lui, le BIPM aurait besoin d'une source de neutrons de 14 MeV, environ 100 fois supérieure en intensité à celle qu'il possède actuellement. Le CCEMRI a par conséquent demandé au Comité International d'équiper le BIPM avec une source de ce type malgré le gros investissement que cela entraînerait.

#### 11. TEMPS ATOMIQUE INTERNATIONAL

Comme suite à la Résolution 2 de la 14<sup>e</sup> Conférence Générale (1971), reprise par la Résolution 4 de la 15<sup>e</sup> Conférence Générale (1975), le Comité International a instauré en 1972 la collaboration entre le

Bureau International de l'Heure et le BIPM pour établir le Temps Atomique International (TAI) et suivre le Temps Universel Coordonné (UTC). La stabilité du TAI est assurée par un nombre croissant d'horloges à césium, actuellement plus de 100, qui sont comparées entre elles au moyen des réseaux du Loran-C et de la télévision. Dans ces comparaisons l'incertitude est inférieure à  $0,2 \mu\text{s}$ . L'exactitude du TAI continue à être garantie par trois étalons primaires à césium, ceux du NBS, du NRC et de la PTB, qui réalisent la seconde du SI de façon indépendante. Pour maintenir l'intervalle unitaire du TAI en conformité avec la seconde du SI, on utilise l'information provenant de ces trois étalons primaires pour effectuer des ajustements occasionnels de la fréquence du TAI. Le 1<sup>er</sup> janvier 1977, l'intervalle unitaire du TAI a été augmenté de  $10^{-12}$  s. Depuis lors, TAI est établi suivant les recommandations du CCDS (Recommandation S 1 (1977)), c'est-à-dire en passant par l'intermédiaire de l'Échelle Atomique Libre (EAL) et en utilisant une méthode de pilotage. En pratique, cela conduit à des changements relatifs de la fréquence du TAI par rapport à celle de EAL, par des sauts de  $2 \times 10^{-14}$  effectués à intervalles de deux mois ou plus. De cette façon, EAL est utilisée comme référence pour les étalons primaires dont la fréquence peut être comparée à celle de EAL par satellite avec une exactitude d'environ 10 ns, ce qui est une dizaine de fois mieux que ce que l'on peut faire au moyen du Loran-C ou de la télévision. L'usage plus répandu des liaisons par satellite devrait conduire à une amélioration considérable aussi bien de l'établissement que de la diffusion du TAI ; des expériences sont déjà en cours qui utilisent les satellites NTS-1 (USA) et Symphonie (Franco-Canadien).

## 12. PUBLICATIONS DU BIPM

Depuis mai 1975, le Bureau International des Poids et Mesures a publié :

- *Comptes rendus des séances de la 15<sup>e</sup> Conférence Générale* (1975), 151 pages.
- *Procès-Verbaux des séances du Comité International des Poids et Mesures* : Tomes 42 (63<sup>e</sup> session, 1974), 184 pages, 43 (64<sup>e</sup> session, 1975), 89 pages, 44 (65<sup>e</sup> session, 1976), 178 pages, 45 (66<sup>e</sup> session, 1977), 215 pages, 46 (67<sup>e</sup> session, 1978), 178 pages.
- *Comité Consultatif d'Électricité*, 14<sup>e</sup> session (1975), 144 pages.
- *Comité Consultatif de Photométrie et Radiométrie* : 8<sup>e</sup> session (1975), 112 pages, 9<sup>e</sup> session (1977), 147 pages.
- *Comité Consultatif de Thermométrie* : 10<sup>e</sup> session (1974), 170 pages, 11<sup>e</sup> session (1976), 212 pages.
- *Comité Consultatif pour la Définition de la Seconde* : 7<sup>e</sup> session (1974), 132 pages, 8<sup>e</sup> session (1977), 105 pages.
- *Comité Consultatif pour les Étalons de Mesure des Rayonnements Ionisants* : 6<sup>e</sup> session (1975), 34 pages, 7<sup>e</sup> session (1977), 42 pages.
  - Section I (Rayons X et  $\gamma$ , électrons), 3<sup>e</sup> réunion (1975), 89 pages, 4<sup>e</sup> réunion (1977), 74 pages.
  - Section II (Mesure des radionucléides), 3<sup>e</sup> réunion (1975), 44 pages, 4<sup>e</sup> réunion (1977), 65 pages.
  - Section III (Mesures neutroniques), 2<sup>e</sup> réunion (1974), 21 pages, 3<sup>e</sup> réunion (1977), 23 pages.
- *Comité Consultatif des Unités* : 4<sup>e</sup> session (1974), 41 pages, 5<sup>e</sup> session (1976), 41 pages, 6<sup>e</sup> session (1978), 61 pages.
- *Recueil de Travaux du BIPM* : Vol. 4 (1973-1974), 34 articles, Vol. 5 (1975-1976), 34 articles, Vol. 6 (1977-1978), 39 articles.
- *Le Système International d'Unités (SI)*, 3<sup>e</sup> édition (1977), 44 pages.

A ces 28 publications <sup>(1)</sup> s'ajoutent une cinquantaine de Rapports internes et 2 Monographies qui constituent essentiellement des documents de travail et peuvent être obtenus sur demande adressée au BIPM. Certains de ces rapports et les monographies, ainsi que la plupart des articles publiés par le personnel du BIPM dans des revues diverses, figurent dans le *Recueil de Travaux du BIPM*. Toujours plus important est le supplément annuel qui paraît dans *Metrologia*, généralement dans le numéro de janvier, sous le titre « News from the BIPM ». Le directeur y donne les grandes lignes des activités du Comité International, des Comités Consultatifs et du BIPM au cours de l'année qui précède. Nous souhaiterions voir reproduire avec la permission du directeur, tout ou partie des « News from the BIPM » dans des revues spécialisées dans le monde entier ; cela constituerait une nouvelle étape dans la tâche essentielle de faire connaître nos travaux.

<sup>(1)</sup> *Note du BIPM*. – Ces publications étaient exposées à l'entrée de la salle des séances de la Conférence Générale.



C'est du reste dans le but d'assurer une diffusion aussi large que possible de ses travaux que le BIPM prie chaque délégation de bien vouloir répondre au document qui lui a été remis concernant l'envoi des publications du BIPM.

\*

#### FINANCEMENT DU BIPM

En ce qui concerne les travaux métrologiques du Bureau International, les délibérations des Comités Consultatifs font apparaître très clairement les domaines dans lesquels des progrès très rapides interviennent. En particulier, l'activité nouvelle sur les masses et les grandeurs qui s'y rapportent, les rapides progrès dans les mesures de longueur d'onde et de fréquence des lasers, le passage aux réalisations radiométriques des unités photométriques et l'introduction de nouvelles méthodes fondamentales pour réaliser les unités électriques, tout cela a des implications importantes qu'il convient de ne pas perdre de vue en développant les compétences du personnel du BIPM. Ces diverses perspectives techniques ont été étudiées par le Comité International et se traduisent dans les propositions que le Comité vous a présentées pour le budget couvrant la période de quatre ans entre 1981 et 1984.

Il y a d'autres problèmes qui obligent à gérer les ressources financières du BIPM dans un esprit de très stricte économie. Le taux d'inflation qui continue à être élevé affecte tout particulièrement le genre de travaux que nous faisons, tandis que l'alimentation de la Caisse de retraites est une source croissante de préoccupation. Il y a également à l'heure actuelle des dépenses imprévues pour l'entretien des bâtiments anciens du Pavillon de Breteuil. Il était évident depuis un certain temps que des travaux de rénovation étaient nécessaires pour moderniser ces bâtiments ; certains travaux étaient nécessaires pour des raisons de sécurité, par exemple la réfection de l'installation électrique et de l'alarme en cas d'incendie, et il fallait réaménager l'atelier de mécanique. Malheureusement, lorsqu'on a commencé les travaux, on a découvert un sérieux délabrement du gros œuvre et cela a entraîné de lourdes dépenses pour le BIPM. Il faudra plusieurs années pour que ces travaux soient achevés, non seulement pour pouvoir répartir la charge financière mais aussi pour réduire la gêne que cela apporte aux travaux scientifiques du Bureau International.

Sur cette question des finances et conformément à l'usage, le Comité International a suggéré que la Conférence Générale constitue un « Groupe de travail pour la dotation financière du BIPM » dont la présidence serait confiée au Secrétaire de la Conférence.

\*

#### DÉPART EN RETRAITE DE Mr J. TERRIEN

Depuis la précédente Conférence Générale, des changements sont intervenus dans la direction du BIPM : départ en retraite de Mr J. Terrien du poste de directeur le 31 décembre 1977 et nomination de Mr P. Giacomo, précédemment sous-directeur, pour le remplacer ; Mr Quinn a en même temps été nommé sous-directeur. Le changement s'est effectué sans heurt, dans une grande mesure grâce à la prévoyance méticuleuse de Mr Terrien.

Au cours d'une séance spéciale tenue en septembre 1977 et à laquelle assistaient une cinquantaine de personnalités invitées, le Comité International a rendu hommage à Mr Terrien ; il est aujourd'hui parmi nous et je vous demande de vous lever pour le remercier sincèrement, de façon traditionnelle, pour sa longue carrière au BIPM et pour les seize années pendant lesquelles il a été un directeur dévoué et efficace.

Tous les délégués debout expriment par leurs applaudissements leur sympathie à Mr Terrien qui, très touché, remercie sincèrement la Conférence de cette marque d'estime.

En liaison avec la partie finale du rapport du Président du CIPM, la Délégation de la Pologne intervient comme suit :

« En mai 1975, la précédente Conférence Générale a célébré le centenaire de la Convention du Mètre et du Bureau International des Poids et Mesures. La présente Conférence nous donne l'occasion de commémorer une période de seize années — 1962 à 1977 — pendant laquelle le BIPM a été dirigé par le Dr Jean Terrien qui a pris sa retraite voilà deux ans.

« Ces seize années ont été marquées par un développement explosif de la science et de la technique dans le monde entier. La métrologie en général et le BIPM en particulier se sont trouvés en face de nouveaux problèmes à résoudre, de nouveaux devoirs et de nouvelles tâches. Sous l'excellente direction du Dr Terrien, le BIPM a poursuivi sa mission avec succès, contribuant ainsi d'une façon remarquable au progrès de la métrologie qui est à la base du progrès mondial en général.

« Ce succès du BIPM, il faut le reconnaître aussi en tant que succès personnel de son directeur, le Dr Terrien. C'est pourquoi nous voulons aujourd'hui le féliciter pour ces résultats et le remercier sincèrement pour son travail fructueux dont nous citerons quelques exemples :

- développement de la section des rayonnements ionisants,
- succès obtenus dans le domaine de la gravimétrie,
- modernisation des méthodes utilisées pour la conservation et la comparaison des étalons des unités électriques, en particulier l'utilisation de l'effet Josephson pour la référence du volt,
- perfectionnement de l'Échelle Internationale Pratique de Température,
- travaux en interférométrie (lasers) et adoption d'une valeur pour la vitesse de la lumière,
- perfectionnement des définitions des unités SI de base, mise en œuvre et introduction du SI dans la pratique sur le plan mondial,
- développement de la coopération du BIPM avec d'autres organisations internationales.

« Ces travaux du BIPM ont été réalisés grâce à l'initiative et à l'expérience, en tant que savant et organisateur, du Dr Terrien. Nous espérons que les liens profonds qui existent entre le Dr Terrien d'une part, et le BIPM et les autres organes de la Convention du Mètre d'autre part, ne seront pas rompus et que nous le retrouverons toujours parmi nous, aussi actif, pour contribuer au progrès de la métrologie mondiale basée sur le Système Métrique. »

Le PRÉSIDENT remercie la Délégation polonaise pour cet hommage rendu au directeur honoraire J. Terrien, hommage auquel il associe toute la Conférence.

Sur la proposition du PRÉSIDENT, la Conférence constitue un « Groupe de travail pour la dotation du BIPM », Groupe pour lequel Mr DE BOER suggère une composition identique à celle du Groupe constitué lors de la 15<sup>e</sup> Conférence Générale, à savoir un représentant de chacune des neuf Délégations suivantes : Rép. Féd. d'Allemagne, Brésil, Bulgarie, Espagne, États-Unis d'Amérique, France, Japon, Royaume-Uni, U.R.S.S. Des représentants des Délégations de l'Italie, de la République Populaire de Chine et de la Roumanie sont ajoutés à ce Groupe, ainsi que le directeur et le sous-directeur du BIPM. La présidence du Groupe de travail est confiée à Mr DE BOER, secrétaire de la Conférence.

La séance est levée à 12 h 15 min.

---

---

## DEUXIÈME SÉANCE

### DE LA CONFÉRENCE GÉNÉRALE DES POIDS ET MESURES

TENUE AU CENTRE DE CONFÉRENCES INTERNATIONALES  
DU MINISTÈRE DES AFFAIRES ÉTRANGÈRES

19, avenue Kléber, Paris

LE LUNDI 8 OCTOBRE 1979, A 15 h 5 min

---

Le PRÉSIDENT indique que l'Ordre du jour appelle l'examen des rapports préparés par les présidents des sept Comités Consultatifs auprès du CIPM, rapports dont les textes ont été distribués aux délégués.

#### 7. Définition du mètre

Mr KIND, président du *Comité Consultatif pour la Définition du Mètre (CCDM)*, présente un résumé du rapport suivant :

En 1975, la 15<sup>e</sup> Conférence Générale des Poids et Mesures (CGPM) a adopté deux résolutions (N<sup>os</sup> 1 et 2) qui concernent le Comité Consultatif pour la Définition du Mètre (CCDM) :

- les recherches sur les lasers stabilisés doivent être poursuivies en vue d'un éventuel changement de la définition du mètre ;
- la valeur à utiliser pour la vitesse de la lumière dans le vide est  $c = 299\,792\,458$  m/s.

Ces deux recommandations constituent des objectifs précis pour le CCDM. Par ailleurs, des progrès ont été effectués dans le domaine des mesures pratiques de longueur.

Depuis sa 5<sup>e</sup> session en 1973, le CCDM a tenu sa 6<sup>e</sup> session les 5, 6 et 7 juin 1979. Le bref rapport ci-après s'appuie sur celui de W. R. C. Rowley, rapporteur du CCDM ; c'est un résumé des résultats les plus importants qui ont été présentés et discutés au cours de cette dernière session.

##### 1. Comparaison internationale d'étalons à bouts, de règles divisées et d'étalons d'angles

Le Bureau International des Poids et Mesures (BIPM) a rendu compte des mesures faites sur six étalons de forme cylindrique, à bouts plans, en acier, que le fabricant a fait circuler entre le BIPM, le National Bureau of Standards (NBS), États-Unis d'Amérique, le National Physical Laboratory (NPL), Royaume-Uni et la Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB), Rép. Féd. d'Allemagne. Les résultats ont été satisfaisants et concordent dans la limite des incertitudes des mesures indiquées par chaque laboratoire. Le CCDM n'a pas jugé nécessaire d'organiser dans un proche avenir une comparaison internationale d'étalons à bouts, bien qu'il faille encourager l'échange d'étalons de ce type entre de petits groupes de laboratoires pour des comparaisons restreintes non officielles.

Deux règles divisées ont circulé depuis juillet 1976 dans un certain nombre de laboratoires. Le BIPM a fait un rapport préliminaire sur les résultats obtenus jusqu'ici : ces résultats sont assez décevants,

même pour la meilleure règle. Il se peut que cela soit en partie dû à la médiocre planéité de cette règle, mais comme la dispersion des résultats est forte même pour les intervalles de courte longueur, il semble que les problèmes soient essentiellement liés à la qualité des traits et aux méthodes employées pour leur observation.

Compte tenu de l'importance que les règles divisées continuent à avoir pour la métrologie des longueurs, on a reconnu souhaitable de poursuivre les recherches, en particulier en ce qui concerne la qualité des traits et de la surface sur laquelle ils sont gravés. On a proposé que le BIPM prenne contact avec les fabricants de règles divisées pour encourager les améliorations. Il a été suggéré que des règles de courte longueur pourraient suffire pour effectuer des comparaisons destinées à étudier la reproductibilité des mesures. Des règles de ce type seraient plus faciles à transporter et demanderaient un moins grand nombre d'observations.

On a discuté de l'opportunité, pour le CCDM, d'accepter la responsabilité de certaines études sur les étalons d'angles. On s'est accordé pour dire que les étalons d'angles sont assez semblables aux cales étalons et que, par conséquent, le CCDM pourrait inclure les mesures d'angles dans ses activités. La première opération à entreprendre concernant les étalons d'angles devrait être une comparaison internationale. Onze laboratoires ont exprimé l'intérêt qu'ils portent à une telle comparaison. Cette comparaison, dont le BIPM assurera le secrétariat, sera organisée par le National Research Laboratory of Metrology (NRLM), Japon, très probablement en utilisant un polygone fourni par l'Institut de Métrologie D. I. Mendéléev (IMM), U.R.S.S.

## 2. Progrès effectués sur l'asservissement des lasers

Avant et pendant la session de 1979 du CCDM, les participants ont reçu une quantité considérable de renseignements détaillés portant sur les caractéristiques des lasers asservis et les mesures de leur fréquence ou de leur longueur d'onde.

De nombreux documents décrivaient le fonctionnement des lasers à He-Ne asservis sur l'absorption saturée de l'iode à 633 nm, pour lesquels on obtient couramment des reproductibilités de  $\pm 2 \times 10^{-11}$ . Pour les lasers à He-Ne asservis sur l'absorption saturée du méthane à 3,39  $\mu\text{m}$ , les reproductibilités indiquées étaient comprises entre  $\pm 3 \times 10^{-11}$  et  $\pm 1 \times 10^{-14}$ .

Pour les lasers à  $\text{CO}_2$  dans le domaine de 9 à 11  $\mu\text{m}$ , on a mentionné les stabilités de  $1,4 \times 10^{-9}$  (NRLM) et  $1 \times 10^{-10}$  (Conseil National de Recherches (NRC), Canada) pour des lasers asservis sur la fluorescence saturée de  $\text{CO}_2$ . L'IMM a fait état d'une stabilité de  $2 \times 10^{-13}$  pour un intervalle de temps de une seconde avec asservissement sur l'hexafluorure de soufre et d'une reproductibilité de  $2 \times 10^{-11}$  pour des lasers asservis sur le tétraoxyde d'osmium.

Du point de vue de la métrologie pratique, la radiation visible à 515 nm du laser à argon ionisé asservi sur l'iode est très intéressante. On obtient une stabilité de  $1 \times 10^{-11}$  sur un intervalle de temps de une seconde dans un système à cellule externe, avec une reproductibilité de  $\pm 2 \times 10^{-11}$  (PTB). Au Laboratoire de Physique des Lasers (France), un système plus complexe d'asservissement a permis d'obtenir une stabilité de  $3 \times 10^{-14}$  avec une reproductibilité d'environ  $1,5 \times 10^{-12}$ . De la même façon, le laser à He-Ne asservi sur l'absorption saturée de l'iode à 612 nm donne déjà une reproductibilité de  $\pm 2 \times 10^{-11}$ .

Plusieurs autres types de lasers asservis sont en cours d'étude, mais on ne dispose pas encore de résultats détaillés. Il y a, entre autres, le laser à mercure pompé optiquement, les lasers à dimères pompés optiquement et les lasers à colorant réglables. On étudie ou on envisage aussi d'autres modes d'asservissement. Il est évident qu'on doit s'attendre à des améliorations de la stabilité et de la reproductibilité des étalons de longueur d'onde optique, que les sources dont on dispose actuellement seront améliorées et que de nouveaux dispositifs apparaîtront.

## 3. Mesures de fréquence et de longueur d'onde

On a mesuré, au NPL et au NRC, la fréquence de la radiation à 88 THz (3,39  $\mu\text{m}$ ) du laser à He-Ne asservi sur le méthane par rapport à la fréquence de la radiation du laser à  $\text{CO}_2$  à 30 THz. Les résultats sont en excellent accord ; ils concordent aussi avec la valeur donnée par le NBS en 1973 : la dispersion

totale de ces trois résultats n'est que de  $2 \times 10^{-10}$ . Ainsi, les nouveaux résultats confirment la valeur de la fréquence que l'on a utilisée en 1973 comme base de la valeur recommandée de la vitesse de la lumière.

Dans plusieurs laboratoires, on entreprend d'autres mesures de fréquences optiques. Au NPL et à la PTB, de nouvelles mesures de la chaîne des fréquences allant du césium au méthane (88 THz) sont en cours. Le NBS a réussi à mesurer les fréquences de la radiation du xénon à  $2,03 \mu\text{m}$  et des radiations du laser à He-Ne à  $1,52 \mu\text{m}$  et  $1,15 \mu\text{m}$ . En collaboration avec le NRC, il vient également de doubler, dans un cristal non linéaire, la fréquence de la radiation à  $1,15 \mu\text{m}$  afin de mesurer les fréquences des composantes hyperfines de l'iode dans le visible. Au NRC, la possibilité de passage des basses fréquences à la fréquence du  $\text{CO}_2$  en utilisant les combinaisons de quatre radiations du  $\text{CO}_2$  a été démontrée. On espère pouvoir déterminer une fréquence du  $\text{CO}_2$  avec une exactitude de  $2 \times 10^{-9}$ .

En mesurant par une méthode interférométrique le rapport des longueurs d'onde des radiations du laser à  $\text{CO}_2$  et du laser à  $633 \text{ nm}$  et en combinant ce rapport avec la fréquence mesurée du  $\text{CO}_2$ , le NPL a déterminé la fréquence de l'une des composantes hyperfines de l'iode à  $633 \text{ nm}$  avec une incertitude de  $\pm 6 \times 10^{-10}$ . La valeur obtenue diffère de  $13 \times 10^{-10}$  d'une valeur correspondante obtenue au NBS.

Trois laboratoires ont rendu compte de mesures de la longueur d'onde de la radiation du laser à He-Ne asservi sur l'iode à  $633 \text{ nm}$  par comparaison à celle de l'étalon du krypton 86 (NRLM, National Measurement Laboratory (NML) Australie, IMM). Les trois résultats sont en accord avec la valeur recommandée en 1973, avec une incertitude de  $4 \times 10^{-9}$ . De plus, la PTB a rendu compte de plusieurs valeurs de la longueur d'onde de la radiation du laser asservi sur le méthane à  $3,39 \mu\text{m}$ , mesurée à l'aide d'un interféromètre de Michelson. Ces valeurs concordent avec celle qui a été recommandée en 1973 dans la limite des incertitudes indiquées. Enfin, le rapport des longueurs d'onde des radiations à  $3,39 \mu\text{m}$  et  $633 \text{ nm}$  a été mesuré avec une incertitude relative de  $\pm 2 \times 10^{-9}$ . Un certain nombre de mesures de longueur d'onde ont été faites avec la radiation du laser à argon ionisé asservi sur l'iode à  $515 \text{ nm}$ . Les quatre mesures de précision les plus récentes présentent un excellent accord entre elles.

Des mesures précises de longueur d'onde ont aussi été faites par le BIPM sur deux lasers à He-Ne asservis sur l'iode à  $612 \text{ nm}$ . Ces mesures sont confirmées par des valeurs non publiées, de moindre exactitude, obtenues au Laboratoire de l'Horloge Atomique (LHA) France, et au NPL.

Il est vraisemblable que les radiations de lasers dans le visible seront de plus en plus utilisées en tant qu'étalons de longueur d'onde pour les mesures de longueurs et les mesures spectroscopiques ; on a donc pensé qu'il serait judicieux de conseiller des valeurs pour les longueurs d'onde obtenues avec ces sources. Toutefois, eu égard à une éventuelle redéfinition du mètre dans les quelques années à venir et aux changements qui deviendraient par conséquent nécessaires dans la spécification des étalons de longueur d'onde, on a estimé inopportun pour le moment de recommander officiellement l'adoption de nouveaux étalons secondaires. En conséquence, dans une déclaration officielle, le CCDM s'est mis d'accord pour suggérer « que la radiation  $\lambda = 515 \text{ nm}$  du laser à argon asservi et la radiation  $\lambda = 612 \text{ nm}$  du laser à He-Ne asservi soient considérées comme longueurs d'onde de référence pour les mesures de longueur, en plus des radiations  $\lambda = 3,39 \mu\text{m}$  et  $\lambda = 633 \text{ nm}$  recommandées en 1973 ».

#### 4. Définition du mètre

En ce qui concerne le problème de savoir si une nouvelle définition du mètre serait nécessaire et de quel type elle devrait être, les réponses au questionnaire envoyé par le BIPM en octobre 1977 n'étaient pas concluantes. En vue d'une éventuelle proposition d'une nouvelle définition à soumettre à la CGPM de 1979, le BIPM avait sollicité l'avis du CCDM par une lettre-questionnaire envoyée en mars 1978. La majorité des douze réponses étaient en faveur d'une nouvelle définition qui ferait appel à la fréquence des radiations et à une valeur de la vitesse de la lumière adoptée par convention, permettant ainsi de déterminer longueurs d'onde et longueurs, mais elles considéraient qu'il était prématuré de proposer une nouvelle définition de ce type à la CGPM en 1979.

La nécessité de changer la définition du mètre dans un proche avenir ne provient pas principalement des besoins de la métrologie des longueurs ; en effet, pour ces besoins, la réalisation pratique du mètre au moyen du  $^{86}\text{Kr}$  reste suffisamment précise et le laser asservi à  $633 \text{ nm}$  fournit un étalon secondaire bien adapté. Cette nécessité provient surtout du besoin de conserver l'intégrité de l'unité SI ; en plus de la

réalisation du mètre au moyen du  $^{86}\text{Kr}$ , il existe à l'heure actuelle trois autres valeurs de référence recommandées qui sont spécifiées avec la même exactitude. Ce sont : la vitesse de la lumière  $c$ , la longueur d'onde du laser asservi sur le méthane à  $3,39\text{ }\mu\text{m}$  et la longueur d'onde à  $633\text{ nm}$  du laser asservi sur l'iode. Les progrès des techniques pour la mesure des fréquences des radiations visibles et les reproductibilités des étalons lasers dans le visible sont tels

a) qu'il est reconnu que la reproductibilité des longueurs d'onde de ces étalons est plus de cent fois supérieure à la reproductibilité de l'étalon du  $^{86}\text{Kr}$  ;

b) que l'on peut obtenir les valeurs de leur longueur d'onde de différentes façons, ce qui peut conduire à des résultats cohérents dans la limite des incertitudes actuelles de  $\pm 4 \times 10^{-9}$  mais dont les écarts sont supérieurs aux incertitudes expérimentales.

Cette situation risque de conduire à des incohérences et à une certaine confusion dans la spécification des longueurs d'onde des transitions spectroscopiques et des étalons de longueur d'onde. Des incohérences peuvent aussi apparaître entre des mesures de longueurs extraterrestres qui sont couramment fondées sur des observations de temps de vol et sur la valeur de la vitesse de la lumière, et des mesures terrestres qui sont généralement fondées sur des étalons de longueur d'onde.

Il ne peut être apporté de solution satisfaisante à ces problèmes qu'en changeant la définition du mètre de telle sorte que :

1° ou bien l'on choisit un étalon unique de longueur d'onde, offrant une reproductibilité appropriée, comme nouvel étalon primaire de longueur et de longueur d'onde,

2° ou bien l'on opte pour une formulation qui, en fait, fonde le mètre sur une valeur de  $c$  adoptée conventionnellement. Le nombre de types de lasers asservis susceptibles d'être utilisés comme étalon primaire de longueur d'onde pour définir le mètre croît continuellement ; il est vraisemblable qu'aucun d'entre eux ne se révélera si nettement supérieur aux autres qu'on puisse espérer le voir demeurer longtemps sans rival. D'un autre côté, on peut penser qu'une nouvelle définition fondée sur une valeur fixe de  $c$  restera inchangée dans l'avenir prévisible. C'est la raison pour laquelle le choix se porte sur une définition de ce type.

Un facteur important fait hésiter le CCDM à recommander l'adoption immédiate d'une définition de ce type : l'exactitude avec laquelle on peut réaliser des étalons de longueur d'onde dans le visible au moyen d'un laser asservi, bien que plusieurs fois supérieure à l'exactitude que l'on peut atteindre avec le  $^{86}\text{Kr}$ , est encore à l'heure actuelle quelque peu en deçà de la reproductibilité de la fréquence de ces étalons.

En même temps que l'on recommandera une nouvelle définition, il sera nécessaire de préciser la façon dont on pourra réaliser le mètre au laboratoire. Le CCDM devra indiquer quelles radiations de lasers asservis doivent être adoptées comme étalons de longueur d'onde et spécifier la valeur de leurs longueurs d'onde.

Ayant décidé de ne faire aucune recommandation en vue de l'adoption d'une nouvelle définition du mètre en 1979, le CCDM envisage la possibilité de recommander une nouvelle définition avant la CGPM qui doit avoir lieu en 1983. En conséquence, il est proposé de réunir le CCDM en 1982 pour étudier à nouveau la situation. Entre-temps, il serait nécessaire que les laboratoires intensifient leurs recherches sur les lasers asservis et la détermination de la fréquence de ceux-ci afin que l'on puisse sélectionner des étalons de travail convenables pour la réalisation pratique du mètre selon la nouvelle définition qui sera proposée.

On a pensé que le Comité International des Poids et Mesures (CIPM) souhaiterait étudier soigneusement la formulation de la nouvelle définition et qu'il convenait de proposer dès maintenant une formulation afin qu'il reste suffisamment de temps pour la discuter et, si nécessaire, la modifier. On s'est mis d'accord pour dire que toute formulation suffisamment précise serait interprétée de façon correcte par les spécialistes, et qu'il était par conséquent préférable d'avoir une formulation qui, tout en restant précise, serait suffisamment simple pour être largement comprise. On a fait remarquer que le rôle du CCDM est de donner son avis sur la définition du mètre plutôt que de spécifier les constantes fondamentales de la physique ; il vaut donc mieux ne pas mentionner de façon explicite, dans la définition, que  $c$  est une constante dont la valeur est désormais fixée par définition.

En conclusion, le CCDM a adopté une recommandation dans laquelle il demande au CIPM d'envisager une nouvelle définition du mètre qui serait soumise à l'approbation de la 17<sup>e</sup> CGPM en 1983. Le CCDM recommande :

- que les laboratoires poursuivent les recherches en vue d'améliorer les étalons de fréquence optiques et d'obtenir des déterminations plus exactes de leur fréquence afin de disposer d'étalons de travail qui puissent être recommandés par le CCDM pour la mise en pratique de la nouvelle définition du mètre proposée ;

- que le CIPM prenne en considération la nouvelle définition du mètre suivante :

« Le mètre est la longueur du trajet parcouru dans le vide par les ondes électromagnétiques planes pendant une durée de  $1/299\,792\,458$  de seconde »

en vue de la proposer à la CGPM en 1983.

D'ici à la prochaine CGPM, tous les organismes et tous les scientifiques concernés devraient se familiariser avec cette nouvelle définition du mètre telle qu'elle est proposée. Le CCDM espère que l'on pourra alors obtenir un accord unanime sur ce changement fondamental.

Le PRÉSIDENT remercie Mr Kind de son exposé et ouvre la discussion.

Mr GRIVET (France) demande : 1° la raison de la préférence donnée au domaine visible, plutôt qu'à celui de l'infrarouge, pour les deux nouvelles longueurs d'onde de référence ; 2° si l'on a fait un choix entre l'iode 127 et l'iode 129 pour l'asservissement des radiations de laser.

Mr KIND répond que pour les mesures interférentielles pratiques les longueurs d'onde dans le visible sont préférées ; quant à l'asservissement sur l'iode, les deux isotopes 127 et 129 continuent à faire l'objet de recherches mais d'autres solutions actuellement inconnues peuvent survenir.

Mr GIACOMO (BIPM) ajoute que l'intérêt pour le domaine visible résulte d'une constatation expérimentale. Les lasers à He-Ne asservis sur l'absorption saturée du méthane dans l'infrarouge sont les premiers qui ont été mis au point ; les lasers asservis sur l'iode dans le domaine visible ne sont apparus que plus tard, cependant il existe maintenant beaucoup plus de lasers asservis sur l'iode, dans de nombreux laboratoires.

## 8. Étalons du kilogramme

Mr GIACOMO (BIPM) présente le rapport suivant :

Les mesures de masse ont très peu évolué depuis la fondation du Bureau International ; on peut même dire qu'elles n'ont guère évolué depuis l'antiquité. C'est pourquoi le Comité International n'avait pas jugé nécessaire, jusqu'ici, de créer un comité consultatif qui s'occupe des étalons de masse.

Les étalons de masse jouent cependant un rôle particulièrement important. Le kilogramme est la seule unité de base du SI qui reste définie à partir d'un Prototype international, objet unique conservé au Pavillon de Breteuil ; pour autant qu'on puisse prévoir, ce Prototype ne risque pas avant longtemps d'être détrôné par quelque étalon atomique. L'unité de masse elle-même est probablement la plus utilisée, dans le monde entier, pour les usages commerciaux. Elle sert aussi à définir les unités dérivées de nombreuses grandeurs d'une importance pratique considérable : masse volumique, force, pression, travail, puissance, etc. ; les mesures les plus précises de ces grandeurs font nécessairement appel directement ou indirectement à des mesures de masse. De plus, la masse intervient dans la définition de la mole, unité fondamentale de la chimie, et, par l'intermédiaire d'une force, dans celle de l'ampère, unité fondamentale de l'électricité.

En 1975, la 15<sup>e</sup> Conférence Générale des Poids et Mesures reconnaissant dans sa Résolution 3 l'importance particulière des étalons de masse « demande au BIPM et aux laboratoires nationaux de poursuivre les études visant à améliorer la précision des comparaisons d'étalons de masse et charge le BIPM d'organiser ensuite une vérification des étalons nationaux de masse ».

Le BIPM a, dès 1974, diffusé auprès des laboratoires nationaux un questionnaire pour faire un inventaire des problèmes à résoudre. Ces problèmes se sont révélés nombreux et quelquefois urgents. Cela est dû pour une bonne part à l'absence presque totale de recherches consacrées aux masses ou aux pesées dans la plupart des laboratoires nationaux, et cela depuis de nombreuses années.

En l'absence d'un comité consultatif compétent, le BIPM a pris ensuite l'initiative de convoquer en 1976 une réunion d'experts représentant les laboratoires nationaux. Au préalable, les réponses au questionnaire du BIPM avaient été distribuées à tous ces laboratoires. Des documents complémentaires ont encore été envoyés par les laboratoires et distribués avant la réunion.

Les différents documents et les discussions ont fait ressortir l'existence de nombreux problèmes, liés entre eux, concernant les étalons de masse.

*Conservation.* — On a mis en évidence l'importance de la pollution par les agents atmosphériques, même dans les conditions de conservation des laboratoires spécialisés. Il y a même une influence de la pression et de l'état hygrométrique de l'atmosphère ambiante sur la masse des étalons. On ne sait pas si cette influence se poursuit à long terme. Des recherches mettant en jeu les méthodes modernes d'analyse seront probablement nécessaires pour étudier, par exemple, la sorption des gaz atmosphériques.

*Nettoyage.* — On manque totalement d'expériences systématiques et concluantes sur ce sujet. Il s'agit pourtant d'une opération tout à la fois indispensable et dangereuse pour la bonne conservation à long terme des étalons. Ici encore, les méthodes modernes d'étude des surfaces devront probablement être mises en œuvre pour améliorer nos connaissances sur la propreté superficielle des étalons.

*Correction de poussée de l'air.* — On doit souvent comparer entre eux des étalons de masse volumique différente, donc de volume différent, par exemple un étalon en acier inoxydable et un étalon en platine iridié. On doit alors appliquer une correction pour tenir compte de la différence de poussée hydrostatique exercée par l'air ambiant sur chacun des étalons. L'évaluation de cette correction est la cause principale d'incertitude sur les résultats des pesées. Des différences significatives entre laboratoires ont même pu être attribuées à la détermination de cette correction.

*Balances.* — Des études sont en cours dans plusieurs laboratoires pour améliorer la fidélité des balances et rendre les pesées plus rapides. On peut par exemple espérer obtenir des améliorations substantielles des balances à l'aide d'asservissements électroniques. De telles améliorations sont l'une des conditions nécessaires pour faire progresser nos connaissances sur tout ce qui concerne l'exactitude des mesures de masse.

D'autres études encore sont considérées comme nécessaires ; elles concernent notamment les matériaux les mieux adaptés, l'influence de l'état de poli des surfaces, les procédés de polissage, les pesées en atmosphère artificielle ou sous vide.

Pour faire le point immédiatement sur les problèmes qui apparaissent comme les plus urgents, trois Groupes de travail ont été constitués. Leurs centres d'intérêt respectifs sont : la recherche d'une formule commune pour le calcul de la masse volumique de l'air, les mesures directes de la poussée de l'air, les conditions de conservation et la stabilité à long terme des étalons de masse.

Le premier Groupe de travail est déjà parvenu à un résultat tangible. Il a rédigé un document sur le calcul de la masse volumique de l'air ; ce document devrait contribuer à améliorer l'uniformité des mesures de masse.

Les deux autres Groupes de travail ont entrepris un travail d'échanges d'informations qui ne pourra porter ses fruits qu'à plus long terme.

Le BIPM participe à ces Groupes de travail. Il a entrepris quelques travaux expérimentaux concernant la conservation, le nettoyage, la mesure du volume des étalons, l'influence des conditions atmosphériques (pression, humidité) sur leur masse, l'amélioration des balances.



En tenant compte de toutes les informations que le BIPM a pu ainsi rassembler, deux conclusions immédiates s'imposent :

— À la précision maintenant accessible, qui est de l'ordre de 1 microgramme sur 1 kilogramme et qui serait suffisante pour tous les besoins pratiques, on ignore tout de la conservation à long terme des étalons de masse ; on a tout lieu de penser que les étalons en platine iridié présentent à cet égard plus de garanties que les étalons en acier inoxydable, mais les informations quantitatives dans ce domaine sont presque inexistantes.

— Lorsqu'on compare entre eux des étalons de masse dont le volume diffère nettement, on perd en exactitude un facteur largement supérieur à dix faute de connaître la poussée de l'air avec une exactitude suffisante ; même si l'on n'utilisait que des étalons en platine iridié, on retrouverait ce problème lors des pesées d'autres objets ; on préfère le plus souvent utiliser des étalons de travail en acier inoxydable, plus économiques mais très probablement moins stables à long terme et dont l'étalonnage est toujours entaché d'une incertitude considérable due à la poussée de l'air.

Il faut donc développer les recherches tendant à améliorer non seulement la précision des comparaisons d'étalons de masse, mais aussi, et plus fondamentalement, la conservation de ces étalons.

En conséquence, le CIPM présente aujourd'hui à l'approbation de la Conférence Générale le projet de résolution A, qui complète et précise la Résolution 3 de 1975.

Le Bureau International, pour sa part, a l'intention d'accentuer son effort pour s'assurer

1° que le Prototype international du kilogramme est conservé dans des conditions qui garantissent sa conservation à long terme,

2° qu'il pourra utiliser le Prototype international, pour la prochaine vérification des Kilogrammes étalons nationaux, sans lui faire courir des risques incompatibles avec l'exactitude que l'on peut espérer atteindre actuellement.

Après la présentation de ce rapport, Mr GIACOMO donne lecture du projet de résolution A (p. 15) concernant la poursuite des études dans le domaine des masses.

Mr SZAMOTULSKI (Pologne) propose que dans ce projet de résolution A on remplace trois fois les mots « étalons de masse » par « étalons de l'unité de masse ».

Mr GIACOMO considère que cet amendement rédactionnel risque d'être trop restrictif ; il faut aussi penser aux multiples et sous-multiples de l'unité de masse.

Mr DENÈGRE (France) demande ce qui se passerait si l'on constatait une instabilité dans le temps du Kilogramme international et des étalons nationaux ; comment tiendrait-on compte de cette situation qui se répercuterait aussi sur les multiples et sous-multiples de l'unité ?

Mr GIACOMO répond qu'on ne peut évidemment prévoir ce qui peut se passer ; jusqu'ici, il n'existe aucun signe d'incohérence. Les variations de masse dont il s'agit sont très faibles et même difficiles à mettre en évidence. C'est un problème à long terme dont il n'est peut-être pas utile de prévoir dès maintenant les conséquences. Si les étalons donnent des signes d'évolution, il sera toujours possible de les conserver dans des conditions ambiantes normalisées et invariables afin de réduire les risques d'évolution à long terme.

Pour Mr DUNWORTH, ces questions seront à examiner par le nouveau comité consultatif pour les masses dont la création vient d'être décidée par le CIPM.

Le vote sur le projet de résolution A est reporté à la 3<sup>e</sup> séance (p. 76).

## 9. Seconde ; échelle de Temps Atomique International

Mr GUINOT, président du *Comité Consultatif pour la Définition de la Seconde* (CCDS), donne lecture du rapport suivant :

### *Définition et réalisation de la seconde*

En 1967, la 13<sup>e</sup> Conférence Générale des Poids et Mesures (CGPM) a remplacé la définition astronomique de la seconde par une définition basée sur une transition atomique du césium 133.

Depuis lors, les recherches sur les étalons de temps et de fréquence ont été activement poursuivies dans les laboratoires nationaux. L'étalon à jet de césium, constamment amélioré, permet de réaliser la seconde avec une incertitude de l'ordre de  $1 \times 10^{-13}$  s et n'a pas encore atteint son exactitude ultime. D'autres types d'étalons sont supérieurs à l'étalon à jet de césium dans des domaines d'application particuliers. Ainsi, les masers à hydrogène, très stables à court et moyen terme, sont des instruments essentiels pour certaines recherches astronomiques et spatiales et il en existe un assez grand nombre d'exemplaires. Mais il n'apparaît aucun instrument qui présente des qualités d'exactitude et de reproductibilité nettement supérieures à celles de l'étalon à jet de césium. Un changement de la définition de la seconde n'est donc pas envisageable dans un avenir proche. Comme il existe une fabrication industrielle d'étalons à césium d'une exactitude suffisante pour la quasi-totalité des applications techniques les plus exigeantes, le Comité Consultatif pour la Définition de la Seconde (CCDS) semble avoir accompli sa tâche.

### *Le Temps Atomique International*

Cependant, la métrologie du temps ne se limite pas à la définition et à la réalisation de l'unité de temps. Beaucoup de travaux scientifiques et d'applications techniques demandent que l'on puisse dater les événements dans une échelle de temps commune, uniforme et ayant la seconde pour intervalle unitaire. Une telle échelle peut servir de base à la diffusion coordonnée de signaux horaires et de fréquences étalons, par des méthodes radioélectriques qui permettent l'unification mondiale de l'heure et la distribution de la seconde.

Ainsi, plus que toute autre grandeur, le temps exige une coopération internationale étroite et permanente. Déjà les échelles de temps astronomiques étaient définies après ententes internationales. De telles ententes sont encore plus nécessaires pour les échelles de temps construites à partir des étalons atomiques de temps et de fréquence, communément appelées « temps atomiques », car on a le libre choix des critères à satisfaire et des instruments à utiliser. Il était donc essentiel de choisir une échelle de référence particulière qui devienne la référence de temps officielle : cela fut accompli par la 14<sup>e</sup> CGPM (1971) qui adopta le Temps Atomique International (TAI), jusque-là établi expérimentalement par le Bureau International de l'Heure (BIH), et qui conclut des arrangements pour que le BIH puisse poursuivre cette tâche en coopération avec le BIPM.

Les problèmes relatifs au temps et aux fréquences sont d'un intérêt extrêmement général et bien des organisations internationales s'en occupent, notamment l'Union Astronomique Internationale (UAI), l'Union Radioscientifique Internationale et le Comité Consultatif International des Radiocommunications (CCIR). Les problèmes du ressort du CIPM et du CCDS sont particulièrement ceux qui se rapportent aux qualités métrologiques du TAI ; ils ont été examinés depuis la précédente CGPM à la 8<sup>e</sup> session du CCDS (1977).

Le TAI est établi en deux étapes. A partir des données d'horloges, qui peuvent être de tous types, on construit une échelle de temps intermédiaire aussi stable que possible, c'est-à-dire dont l'intervalle unitaire reste aussi constant que possible. Le BIH utilise à cette fin un algorithme de stabilité. Ce procédé ne garantit pas que l'intervalle unitaire soit égal à la seconde, ni même qu'il soit invariable sur des durées de quelques années (stabilité à très long terme), car les horloges peuvent avoir des dérives de fréquence. Il faut donc asservir l'échelle intermédiaire de façon à assurer l'accord avec les meilleurs étalons de fréquence à césium, selon un procédé de *pilotage* (ce terme imagé rappelle que, comme dans le pilotage d'un véhicule, il faut assurer l'exactitude de la trajectoire en évitant les corrections brutales et les embardées).

Jusqu'en 1977, le pilotage, déjà prévu par le CCDS (Recommandation S 4 (1974)), n'avait pas pu être mis en œuvre, car il existait une inexactitude excessive de la fréquence du TAI qu'il fallait d'abord corriger. Suivant une recommandation de l'UAI, la fréquence du TAI a été rendue très proche de celle des meilleurs étalons primaires par une correction de  $1 \times 10^{-12}$ , le 1<sup>er</sup> janvier 1977. Le pilotage est devenu effectivement nécessaire dès avril 1977.

On donne ci-après quelques indications sur les deux étapes de l'établissement du TAI.

*a. Stabilité du TAI.* — Les horloges qui contribuent au TAI doivent être régulièrement comparées entre elles avec précision. Elles comprennent actuellement un maser à hydrogène, trois horloges à césium construites par des laboratoires de recherche et une centaine d'horloges à césium de fabrication industrielle. Ces horloges, réparties dans 26 laboratoires, garantissent au TAI une pérennité suffisante.

Cependant, la situation est loin d'être satisfaisante. Le manque de précision des comparaisons de temps ne permet pas l'usage optimal des horloges et des étalons de fréquence. Leur couverture géographique restreinte, avec une précision acceptable, limite la participation aux laboratoires d'une partie de l'Europe, de l'Amérique du Nord et de l'Afrique du Nord. En outre, le TAI apparaît en premier lieu comme une table de correction aux lectures des horloges : la précision avec laquelle il est accessible est donc celle des comparaisons de temps. En 1979, les incertitudes sont de quelques dixièmes de microseconde dans les régions précitées, mais elles atteignent quelques microsecondes ailleurs. Le CCDS a donc accordé une grande attention aux comparaisons de temps.

*b. Exactitude du TAI.* — Le pilotage du TAI est un problème très délicat, car les corrections intentionnelles de fréquence peuvent avoir des inconvénients. Il convient donc de les rendre aussi petites que possible et surtout d'éviter les corrections intempestives.

Le CCDS a précisé les modalités du pilotage (Recommandation S 1 (1977)). Les corrections de fréquence volontairement appliquées au TAI doivent rester petites par rapport au bruit de fréquence du TAI et elles ne doivent être introduites que lorsque l'inexactitude de la fréquence du TAI excède une tolérance déterminée.

Le CCDS a constitué un Groupe de travail, comprenant les représentants des laboratoires où se trouvent les étalons de fréquence, chargé de conseiller le BIH en ce qui concerne le niveau de confiance dans les mesures et les méthodes de pilotage. Ce Groupe de travail s'est réuni plusieurs fois. Son action doit se poursuivre, car la nécessité du pilotage est permanente et aussi parce que de nouveaux problèmes sont apparus, tels des fluctuations saisonnières affectant la fréquence des horloges et les comparaisons de temps.

On peut estimer que, grâce au pilotage, la fréquence du TAI est exacte à  $1 \times 10^{-13}$  près. Ceci caractérise aussi l'exactitude avec laquelle la seconde est diffusée par les méthodes radioélectriques. De plus, le BIH publie une évaluation de la fréquence du TAI établie à partir des données des étalons primaires et qui peut donner une exactitude encore supérieure, mais avec retard.

#### *Le Temps Universel Coordonné*

Le TAI n'est pas directement diffusé. La base pratique de synchronisation des horloges, tant pour les travaux de précision que pour les usages courants, est le Temps Universel Coordonné (UTC) qui se déduit du TAI suivant des règles simples. Le UTC a la même marche que le TAI, mais il comporte des sauts d'une seconde de façon à rester approximativement en accord avec l'échelle de temps astronomique appelée « Temps Universel ». Ainsi le UTC satisfait à la fois les utilisateurs du TAI, de la seconde et la plupart des utilisateurs du Temps Universel.

La 15<sup>e</sup> CGPM (1975) avait recommandé que le UTC soit la base des temps légaux. Plusieurs pays ont déjà suivi cette recommandation.

#### *Activités futures du CCDS*

Durant les dix dernières années, les qualités des meilleures horloges qui pouvaient contribuer au TAI et celles des techniques courantes pour les comparer à distance n'ont guère évolué. Les principaux problèmes ont été posés par l'amélioration des étalons primaires de fréquence.

Mais on assiste maintenant à de rapides progrès dans divers domaines. Il apparaît des étalons

primaires de fréquence fonctionnant en permanence qui constituent des horloges dont la très grande stabilité à long terme est d'un intérêt majeur pour le TAI. D'autres types d'horloges ont des qualités prometteuses (étalons passifs à hydrogène). D'autre part, les comparaisons de temps par l'intermédiaire de satellites artificiels, dont la précision et l'exactitude ont déjà été démontrées par de nombreuses expériences, sont sur le point d'entrer en exploitation courante.

Ces améliorations entraîneront d'importants changements dans l'établissement et la diffusion du TAI et du UTC. On peut donc s'attendre à ce que le CCDS ait une activité accrue, dans le domaine des échelles de temps, durant les prochaines années.

Mr GRIVET (France) remarque qu'il existe un certain flou dans la définition de l'origine du TAI ; cette origine est-elle astronomique ? Il s'étonne que l'on ait une si grande précision pour l'unité de temps, alors qu'elle est plus faible pour l'origine. Cette situation est-elle satisfaisante ?

Mr GUINOT ne voit pas de gêne dans cette situation. L'origine n'a pas d'importance ; ce qui compte ce sont des intervalles de temps comptés depuis une origine arbitraire, c'est-à-dire une « échelle de comptage ». Aucun événement astronomique n'est suffisamment bien défini pour servir d'origine ; au 1<sup>er</sup> janvier 1958 le Temps Atomique International et le Temps Universel étaient à peu près en coïncidence, à quelques millièmes de seconde près, et cela suffit pour tous les besoins.

## 10. Étalons électriques

En l'absence de Mr Lehany, président du *Comité Consultatif d'Électricité* (CCE), Mr Giacomo donne lecture du rapport suivant :

Depuis la 15<sup>e</sup> Conférence Générale des Poids et Mesures en 1975 il y a eu une réunion du Comité Consultatif d'Électricité (CCE) en septembre 1978 et une réunion du Groupe de travail pour la mesure des grandeurs aux radiofréquences en juillet 1978.

### *Étalons fondamentaux*

Plusieurs laboratoires nationaux sont maintenant en mesure de conserver les étalons fondamentaux de résistance et de différence de potentiel avec une précision de  $1 \times 10^{-7}$  au moyen du condensateur calculable et de l'effet Josephson.

Dans le cas des résistances, on s'accorde généralement pour reconnaître que l'exactitude est du même ordre que la précision.

Dans le cas du volt, l'exactitude est inférieure à la précision d'au moins un ordre de grandeur, parce que la valeur de  $e/h$  adoptée par le CCE pour être utilisée avec la méthode Josephson est fondée sur les diverses déterminations absolues de l'ampère. D'autres types d'expériences ont donné pour  $e/h$  des résultats dont les différences, entre eux et par rapport à la valeur adoptée par le CCE, excèdent les incertitudes individuelles estimées pour chacun d'eux. L'adoption d'une meilleure valeur de  $e/h$  dépend de l'explication expérimentale préalable de ces divergences. De nombreuses expériences dans ce sens sont en cours mais il risque de s'écouler plusieurs années avant qu'elles ne soient achevées.

Des comparaisons internationales limitées d'étalons de capacité, de résistance et de force électromotrice ont été entreprises.

Les étalons voyageurs de capacité ont une valeur nominale de 10 pF et ils peuvent être étalonnés directement par rapport à un condensateur calculable. Ils se sont révélés très stables et les résultats de la comparaison ont montré un accord très étroit entre les différents condensateurs calculables.

La comparaison des étalons de résistance ne s'est pas aussi bien déroulée et le manque de stabilité des étalons voyageurs s'est avéré être un facteur limitatif. Toutefois, quelques étalons expérimentaux de un ohm ont fait preuve d'une stabilité nettement meilleure et des dispositions sont actuellement prises pour en fabriquer un nombre suffisant afin de permettre d'effectuer de meilleures comparaisons entre un bon nombre de laboratoires.

Par ailleurs, les piles étalons ne laissent pas espérer d'améliorations notables mais une comparaison, prometteuse, de force électromotrice a eu lieu entre deux laboratoires au moyen d'une installation Josephson transportable.

Le CCE a organisé plusieurs comparaisons internationales d'étalons pour les unités dérivées en courant continu et à basses fréquences.

#### *Groupe de travail pour les grandeurs électriques aux radiofréquences*

La principale activité de ce Groupe de travail consiste à organiser et à suivre un grand nombre de comparaisons internationales couvrant la mesure des grandeurs électriques et autres à plusieurs fréquences discrètes. Cinq comparaisons ont été achevées depuis la précédente réunion du Groupe de travail en 1975. Une trentaine de comparaisons sont actuellement en cours et quinze ont été proposées pour l'avenir.

Les principaux problèmes sont la durée plus longue que prévue de telles comparaisons, l'instabilité éventuelle des étalons voyageurs et les dommages qu'ils peuvent subir. Ces problèmes expliquent le nombre relativement faible de comparaisons qui ont été achevées. Toutefois, les comparaisons jouent un rôle essentiel et unique pour l'uniformité internationale des étalons de mesure dans des domaines particulièrement difficiles de la technologie. Le Groupe de travail apporte un soin particulier à réduire la durée des comparaisons, à assurer la conservation en bon état des étalons voyageurs, et à garantir une méthode commune pour déterminer et exprimer l'exactitude des résultats expérimentaux.

Lecture est ensuite donnée du projet de résolution B (p. 16) recommandant la poursuite et l'intensification des recherches pour la réalisation des unités électriques.

Mr GRIVET (France) demande si l'on envisage de définir l'ampère, unité SI de base, par le coefficient gyromagnétique du proton.

Mr GIACOMO répond que la définition de cette unité électrique fondamentale par une constante universelle n'apporterait pas actuellement un bénéfice appréciable en exactitude.

Dans le projet de résolution B, la Délégation de la Pologne n'approuve pas la classification des méthodes en « directes » et « indirectes », classification qu'elle estime artificielle ; il n'y a pas de méthode sans constante physique. Elle propose de dire simplement « différentes méthodes », sans les mentionner.

Mr GIACOMO répond que l'idée du CCE était de spécifier essentiellement des déterminations de constantes physiques. Il n'est pas évident pour tout le monde que l'on inclut la mesure de la charge élémentaire  $e$  et celle de la constante de Planck  $h$  dans le mot « méthode ». On ne voulait pas, en outre, établir une priorité en faveur de l'une ou l'autre méthode. Il faut une rédaction qui ne se prête pas à une interprétation restrictive.

Mr SCHRADER (Rép. Féd. d'Allemagne) se prononce contre tout changement de rédaction du projet B.

La suite de la discussion et le vote sur le projet de résolution B sont reportés à la 3<sup>e</sup> séance (p. 76).

### 11. Thermométrie. Échelle Internationale Pratique de Température

Mr PRESTON-THOMAS, président du *Comité Consultatif de Thermométrie* (CCT), indique que les travaux du CCT depuis 1975 et le programme pour les prochaines années sont exposés dans le rapport (*voir* le texte ci-après) remis à chaque Délévation.

S'abstenant de reprendre les détails de ce rapport, Mr PRESTON-THOMAS présente un bref historique des échelles pratiques de température adoptées depuis 1887. Il conclut que la prochaine nouvelle « Échelle Internationale Pratique de Température » sera probablement la dernière et que le rôle futur du CCT et de ses Groupes de travail deviendra beaucoup plus celui d'un conseiller pour les mesures de température, plutôt que celui d'un inventeur d'échelles de température. Les Groupes de travail, dans leurs domaines respectifs, seront chargés de coordonner les recherches et d'exploiter les nouvelles connaissances telles que l'étude de nouveaux points de congélation comme repères de température, par exemple la proposition concernant le point de congélation du sodium qui a été soumise aujourd'hui au président du CCT par la Délévation de la Pologne.

#### *Rapport du président du CCT*

Les récents travaux du Comité Consultatif de Thermométrie (CCT) sont la suite logique des travaux dont il a été rendu compte à la 15<sup>e</sup> Conférence Générale des Poids et Mesures. Le rapport du CCT devant cette 15<sup>e</sup> Conférence comportait :

1<sup>o</sup> Un bref historique de l'Échelle Internationale Pratique de Température de 1968 (EIP-68); les grandes lignes des insuffisances et des erreurs de l'EIP-68; une proposition tendant à faire adopter par cette Conférence Générale une version amendée mais comportant les mêmes valeurs numériques, l'EIP-68 (édition amendée de 1975).

2<sup>o</sup> Un exposé raisonné en vue du remplacement, d'ici à 1987, de l'EIP-68 par une nouvelle échelle et en vue de proposer, au cours de la même période, une échelle secondaire facilement réalisable et qui serait utile pour les mesures de moins grande précision.

3<sup>o</sup> Un exposé du mode de fonctionnement du CCT qui repose maintenant très largement sur les travaux de cinq Groupes de travail. Chacun de ces Groupes de travail est limité à un maximum de quatre membres; ils présentent un rapport tous les deux ans; leur rôle consiste à la fois à fournir des renseignements et à rassembler les résultats scientifiques obtenus dans le domaine qui leur incombe.

Depuis la 15<sup>e</sup> Conférence Générale des Poids et Mesures, le Comité Consultatif de Thermométrie s'est réuni en 1976 et en 1978. Comme à l'accoutumée, ces réunions ont permis aux membres du CCT de passer en revue les progrès récents et les besoins courants de la thermométrie, et de faire des suggestions sur les recherches futures.

Parmi les travaux effectivement accomplis par le CCT, il faut citer :

1<sup>o</sup> élaboration et mise au point de l'Échelle Provisoire de Température de 1976 entre 0,5 K et 30 K (EPT-76);

2<sup>o</sup> travaux préliminaires et programme en vue d'établir une nouvelle Échelle Internationale Pratique de Température, provisoirement appelée EIP-87;

3<sup>o</sup> organisation d'une comparaison entre les laboratoires nationaux par circulation d'un certain nombre de cellules à point triple qui constituent des étalons de température dans le domaine compris entre 14 K et 216 K. Cette comparaison est en cours.

Des comptes rendus très détaillés de ces deux réunions sont publiés par le BIPM sous forme de rapport des 11<sup>e</sup> et 12<sup>e</sup> sessions du CCT. Le rapport de cette dernière session comporte le texte de l'EPT-76.

On trouvera le texte en langue anglaise de l'EPT-76 dans *Metrologia*, 15, 1979, p. 65 ; dans le même numéro de *Metrologia*, (15, 1979, p. 58) figure un rapport sur l'élaboration et la mise au point de cette échelle. Ce travail a été entrepris à la suite d'incohérences et d'inexactitudes qui se sont révélées dans les comptes rendus d'expériences importantes pour lesquelles les résultats étaient donnés dans les anciennes échelles de basses températures.

En dépit du travail intense et efficace fourni par les membres du Groupe de travail 4, sous la direction de M. Durieux, la rédaction de l'EPT-76 a pris beaucoup plus de temps que ce qui avait été prévu à l'origine ; en conséquence, bien que dans le titre figure l'année où l'échelle a été autorisée et où les principes généraux de son obtention ont été édictés, cette échelle n'a été effectivement achevée qu'en 1978 et n'a été publiée qu'en 1979.

On pense que l'EPT-76 correspond aux températures thermodynamiques à  $\pm 1$  mK près au-dessous de 10 K. Aux températures plus élevées, par suite de la nécessité d'une jonction lisse avec l'EIPT-68 à 27 K, l'EPT-76 donne des valeurs numériques qui sont probablement, de façon systématique, supérieures aux températures thermodynamiques correspondantes ; l'écart entre les unes et les autres atteint 4 mK au voisinage de 27,1 K.

Comme indiqué plus haut, une proposition pour le remplacement éventuel de l'EIPT-68 a été présentée à la 15<sup>e</sup> Conférence Générale des Poids et Mesures. Cette Conférence Générale a demandé au Comité Consultatif de Thermométrie de poursuivre la préparation de cette échelle et c'est ce qui a été fait lors des sessions ultérieures du CCT. Les travaux faits pour l'EPT-76 seront incorporés pour une large part dans la nouvelle EIPT. Le programme de préparation de la nouvelle EIPT est le suivant, les dates correspondant à celles qui ont été provisoirement envisagées pour les réunions du CCT.

- 1980 Adoption de la structure fondamentale de la nouvelle échelle (par exemple choix d'une température de jonction entre le domaine du thermomètre à résistance de platine et celui du pyromètre optique ; changements éventuels des instruments d'interpolation pour des domaines particuliers de température).
- 1982 Présentation au CCT d'un projet d'échelle pour servir de base aux discussions, provoquer les critiques et susciter des améliorations.
- 1984 Présentation au CCT d'une échelle complète pour discussions limitées aux améliorations de détails.
- 1986 Approbation d'un texte définitif et présentation au CIPM.
- 1987 Présentation pour approbation par la 18<sup>e</sup> Conférence Générale des Poids et Mesures.

En parallèle avec ce programme, le CCT espère mettre sur pied ou susciter la mise sur pied d'une documentation complémentaire à l'usage des thermométristes qui travaillent à divers niveaux d'exactitude. Cette documentation comportera des renseignements tels que : listes complètes et soigneusement établies de points fixes secondaires thermométriques (Groupe de travail 2) ; détails sur l'obtention et la mise au point de l'EIPT-87 ; renseignements complémentaires concernant la réalisation pratique de l'EIPT-87 (Groupe de travail 1) et ses relations avec les températures thermodynamiques (Groupes de travail 3 et 4) ; manuels ou monographies traitant des échelles secondaires de température recommandées (Groupes de travail 1, 2 et 5).

Ainsi qu'on peut le voir d'après ce qui précède, le fonctionnement du CCT dépend de façon cruciale du bon fonctionnement de ses cinq Groupes de travail. Ces petits Groupes effectuent une grande partie du travail préparatoire préalable aux réunions du CCT ; ils préparent des rapports et des recommandations qui sont soumis à l'ensemble du Comité pour discussion ou approbation. Le fait que les membres du CCT soient nombreux s'avère très utile ; cela permet de diffuser les informations dans le monde entier et de confronter une grande variété de points de vue ; toutefois, la discussion détaillée et la solution de problèmes techniques épineux y seraient malcommodes. Il s'ensuit qu'après une brève discussion initiale, les points difficiles sont toujours soumis à nouveau au Groupe de travail approprié. Ce système fonctionne avec beaucoup de succès depuis huit ans et je tiens à exprimer ici ma profonde appréciation des travaux effectués par ces Groupes de travail et par leur président. Leur tâche ne sera

certainement pas moins lourde d'ici à la date d'achèvement de l'Échelle Internationale Pratique de Température de 1987.

L'exposé et le rapport de Mr Preston-Thomas ne donnent lieu à aucun commentaire.

## 12. Photométrie, radiométrie et définition de la candela

Mr TERRIEN, président par intérim du *Comité Consultatif de Photométrie et Radiométrie* (CCPR), donne de larges extraits du rapport suivant qu'il a préparé en introduction à la proposition de changement de définition de la candela.

Le Comité International des Poids et Mesures (CIPM) vous propose d'adopter une nouvelle définition de la candela, l'une des unités de base du Système International d'Unités. Pour bien faire comprendre la signification de ce changement de définition, je crois bon de rappeler la nature de la grandeur dont la candela est l'unité. Cette grandeur est l'intensité lumineuse, l'une des grandeurs photométriques telles que le flux lumineux, l'éclairement, etc., qui dérivent les unes des autres par des facteurs purement géométriques tels que l'angle solide ou l'aire d'une surface.

### *Les grandeurs photométriques*

Toutes ces grandeurs forment l'ensemble des grandeurs photométriques qui ont été définies par la Commission Internationale de l'Éclairage ; cette Commission fait toujours autorité en cette matière, et elle est en liaison étroite avec le Comité Consultatif de Photométrie et Radiométrie (CCPR). Les grandeurs photométriques sont fondées actuellement sur une modélisation extrêmement simplifiée des processus visuels, car on admet dans ce modèle que les rayonnements agissent d'une façon linéaire et additive, quelle que soit la composition spectrale de ces rayonnements. On sait que les phénomènes visuels sont beaucoup plus complexes ; néanmoins, les conventions actuelles des définitions des grandeurs photométriques rendent de grands services, grâce à leur simplicité, et à l'usage universel qui en est fait.

La définition des grandeurs photométriques comporte deux éléments ; l'un est de nature physique ; l'autre élément est une fonction, adoptée par convention, qui est censée représenter une propriété de l'œil humain. Ainsi, le flux lumineux d'une radiation monochromatique de longueur d'onde  $\lambda$  est, à un facteur près, le produit de la puissance de cette radiation par un facteur d'efficacité conventionnel appelé  $V(\lambda)$ . Le flux lumineux d'un rayonnement complexe est la somme des flux de ses composantes monochromatiques. Ce facteur  $V(\lambda)$  est l'efficacité lumineuse relative spectrale ; il résulte d'une moyenne établie d'après un certain nombre d'observateurs humains, sa valeur maximale est 1 pour une longueur d'onde voisine de 555 nm. Si l'on connaît la répartition spectrale d'un rayonnement, c'est-à-dire sa puissance dans chaque bande élémentaire de longueur d'onde, un simple calcul utilisant  $V(\lambda)$  donne le flux lumineux (toujours à un facteur près). On peut donc, par des mesures purement physiques et sans faire intervenir un œil humain, constater l'égalité de deux flux lumineux ou mesurer leur rapport, quelle que soit la composition spectrale ou la couleur de ces rayonnements.

Il est équivalent de dire que le flux lumineux d'un rayonnement est proportionnel à la puissance transmise par un filtre idéal qui serait parfaitement transparent à la longueur d'onde 555 nm, et dont le facteur de transmission spectral serait  $V(\lambda)$ , cette puissance transmise étant multipliée par un facteur conventionnel. Il semblerait logique d'attribuer à ce dernier facteur la valeur 1. Pour des raisons historiques, la valeur que vous propose le CIPM, et que l'on représente par le symbole  $K_m$ , est 683 lumens par watt, ce qui nous ramène aux unités.

### *Les unités photométriques*

En effet, comme je l'ai dit, la définition des grandeurs photométriques suffit pour rendre possible la mesure du rapport de deux grandeurs de même espèce, deux intensités ou deux flux lumineux par



exemple, ou le passage de l'une à l'autre. Historiquement, les unités furent définies par l'intensité lumineuse attribuée à des sources de lumière étalon spécifiées, la dernière en date étant le radiateur de Planck ou corps noir à la température de congélation du platine. On a donné des noms aux unités ainsi définies : lumen pour le flux lumineux ; bougie, bougie nouvelle, enfin candela (ou lumen par stéradian) pour l'intensité lumineuse ; lux (ou lumen par mètre carré) pour l'éclairement.

Deux raisons motivent le désir de changer la définition des unités photométriques.

D'abord, la réalisation du corps noir se heurte à des difficultés expérimentales : il faut fondre du platine très pur et le maintenir pur dans son creuset ; le tube de thorine habituellement utilisé n'est qu'une approximation du radiateur de Planck ; sa température ne peut pas être parfaitement uniforme ; il faut mesurer un angle solide par la mesure d'une distance et de l'aire de l'ouverture d'un petit diaphragme, mesurer la transmission d'une lentille et la transmission d'un prisme à réflexion totale qui rend horizontal le faisceau sortant du corps noir, enfin tenir compte de la diffraction et de l'absorption de l'air et des vapeurs. Peu de laboratoires ont fait cet effort et peu l'ont répété. Les résultats, comparés au Bureau International des Poids et Mesures, présentent des divergences voisines de  $\pm 1\%$ . Le BIPM a assigné à ses étalons des valeurs qui résultent de la moyenne des lampes étalons envoyées par les Laboratoires nationaux lors de la comparaison internationale de l'année 1952. Les lampes étalons du BIPM constituent une référence internationale dont la précision est voisine de 1 pour mille, mais il y a peu d'espoir d'obtenir, avec la définition actuelle de la candela, une exactitude nettement meilleure que 1 %.

La deuxième raison est le progrès réalisé, et qui s'améliore encore, dans les mesures radiométriques, c'est-à-dire les mesures de la puissance transportée par les rayonnements. On reçoit ces rayonnements sur une cible absorbante qui transforme leur énergie en chaleur, puis on mesure l'énergie électrique qui produit la même élévation de température au moyen d'un fil résistant incorporé à l'absorbeur. De telles mesures sont utiles dans plusieurs domaines, y compris l'étude des lasers. Un test d'exactitude est la mesure de la constante de Stefan  $\sigma$  qui relie la puissance du rayonnement émis par un radiateur de Planck à la 4<sup>e</sup> puissance de sa température. La mesure de  $\sigma$  en Australie, publiée dans *Metrologia* dès 1971, s'accorde à 1 pour mille avec la valeur théorique. La précision et l'exactitude des mesures énergétiques de rayonnement atteignent et surpasseront celles des mesures photométriques telles qu'elles sont pratiquées jusqu'à présent dans la plupart des laboratoires.

Dans le passé, on utilisait des procédés où n'intervenaient pas de mesures d'énergie, et qui ne nécessitaient pas la connaissance de la valeur du facteur  $K_m$  qui relie les grandeurs énergétiques aux grandeurs photométriques. Cette valeur est maintenant connue grâce aux mesures radiométriques récentes, et les laboratoires compétents ont reconnu que la valeur  $K_m = 683$  lumens par watt est celle qui s'accorde le mieux avec les étalons photométriques en usage actuellement. Adopter la nouvelle définition proposée signifie que l'on adopte cette valeur, par convention, par définition, et non plus comme un résultat expérimental. On s'est assuré aussi que l'abandon du corps noir ne provoquera pas de changement significatif dans les résultats des mesures photométriques.

Un avantage de la nouvelle définition est que la relation entre grandeurs photométriques et radiométriques se trouve ainsi fixée d'une façon invariable par définition. Il y a encore d'autres avantages : l'adoption d'une relation simple entre les unités photométriques et les unités bien connues de la physique telles que le watt permet d'envisager des méthodes expérimentales diverses qui seront un contrôle de l'exactitude des résultats.

#### *Les grandeurs scotopiques et mésopiques*

Il me faut maintenant revenir sur les grandeurs photométriques, car je n'ai parlé que des grandeurs photopiques, celles qui sont le plus couramment utilisées et qui sont définies avec les efficacités  $V(\lambda)$  valables pour l'œil humain adapté à la lumière. Il existe un ensemble parallèle de grandeurs scotopiques, définies de la même façon mais avec des efficacités différentes  $V'(\lambda)$ , valables pour l'œil d'un sujet jeune adapté à l'obscurité. Les grandeurs scotopiques ont les mêmes unités, la candela, le lumen, etc., avec les mêmes définitions. Par un hasard heureux, le flux lumineux scotopique d'un rayonnement monochromatique prend la même valeur en lumens que le flux lumineux photopique pour la longueur d'onde 555,8 nm, très voisine de la longueur d'onde 555 nm. Si l'on adopte la convention de définition que le flux scotopique d'un rayonnement monochromatique à  $\lambda = 555$  nm est 683 lumens pour une puissance

de 1 watt, les valeurs scotopiques se trouveront changées de 3 % par rapport aux résultats antérieurs ; cette différence est acceptable pour les grandeurs scotopiques qui requièrent rarement une meilleure précision. La nouvelle définition de la candela convient donc aux deux types de grandeurs photométriques, photopique et scotopique.

On peut admettre que l'œil humain est adapté à la lumière (vision photopique) lorsque la luminance de ce qu'il voit est  $10 \text{ cd/m}^2$  ou davantage, et qu'il est adapté à l'obscurité (vision scotopique) après un séjour prolongé en présence de luminances inférieures à  $0,1 \text{ cd/m}^2$ . Dans le domaine intermédiaire de luminances, la vision est dite mésopique. Il n'existe pas encore d'accord international sur la façon de définir des grandeurs mésopiques qui seraient valables pour ce type de vision pourtant important (par exemple, le conducteur d'une voiture automobile circulant la nuit est le plus souvent en état de vision mésopique). On est cependant d'accord pour que le choix de ces définitions, lorsqu'on aura trouvé le moyen de leur donner une forme relativement simple, permette d'utiliser encore la même unité de base, la candela, avec la même définition et les mêmes unités dérivées.

#### *Autres Recommandations du CCPR*

Pour vous informer plus complètement sur les travaux du CCPR et ses Recommandations, trois points sont encore à signaler.

Les efficacités  $V(\lambda)$  et  $V'(\lambda)$  sont des fonctions de la longueur d'onde lumineuse, longueur d'onde dans l'air selon l'usage à l'époque où ces fonctions furent adoptées. Il est plus logique d'utiliser la fréquence qui ne dépend pas de l'indice de réfraction de l'air. La fréquence de la radiation de longueur d'onde 555 nm, au maximum de  $V(\lambda)$ , est 540 THz avec une excellente approximation.

La grandeur photométrique flux lumineux est celle qui dérive le plus directement de la puissance du rayonnement. C'est pourquoi le CCPR a exprimé sa préférence pour l'unité de base le lumen, qui, selon lui, devrait remplacer la candela. Mais le Comité Consultatif des Unités (CCU) et le CIPM ont estimé qu'un changement dans la liste des unités de base du SI aurait trop d'inconvénients et qu'il fallait conserver la candela comme unité de base de la photométrie.

Le troisième et dernier point concerne les grandeurs dont la définition comporte une composante photobiologique. Parmi ces grandeurs, les plus connues sont les grandeurs photométriques, qui sont définies depuis longtemps avec les fonctions photobiologiques  $V(\lambda)$  et  $V'(\lambda)$  et qui ont leurs unités photométriques propres ; mais on peut envisager aussi une quinzaine de grandeurs considérées par les photobiologistes afin d'évaluer des effets des rayonnements tels que la production d'érythèmes, les actions antirachitiques, bactéricides, la photosynthèse, etc. Si toutes ces grandeurs étaient définies sur le modèle des définitions photométriques, on serait amené à adopter une unité de base spéciale pour chacune de ces grandeurs. Pour éviter une telle prolifération des unités de base, le CCPR a recommandé « qu'on étudie attentivement la possibilité de choisir une unité SI existante. Par exemple, pour une grandeur résultant de la pondération d'une répartition spectrale de puissance énergétique par une fonction spectrale photobiologique, la fonction de pondération pourrait être choisie sans dimension et en conséquence la grandeur serait exprimée en watts ». Si cette Recommandation était appliquée aux grandeurs photopiques, le facteur  $K_m$  ne serait plus 683 lumens par watt, mais simplement 1, et l'unité de flux lumineux serait le watt. Il ne semble pas que l'on puisse envisager dès maintenant un tel changement en photométrie, mais il faut espérer que les autres grandeurs actuellement à l'étude et de caractère photobiologique seront définies selon cette Recommandation du CCPR approuvée par le CCU et le CIPM.

Les explications que je viens d'exposer étaient destinées à vous faire sentir que le progrès des techniques et l'évolution des idées rendent nécessaire maintenant un changement de la définition de la candela, 33 ans après que cette unité ait reçu sa définition primitive. Plusieurs laboratoires nationaux déclarent qu'ils sont déjà prêts à mettre en œuvre la nouvelle définition de la candela, ou qu'ils ont déjà entrepris les travaux nécessaires. Ce changement a été étudié et préparé depuis plusieurs années au cours des réunions du CCPR qui ont été présidées pour la plupart par le professeur André Maréchal, directeur de l'Institut d'Optique à Paris, et au cours des réunions du CCU sous la présidence du professeur J. de Boer. Vous connaissez le projet de résolution C présenté par le CIPM ; ce projet de résolution est maintenant soumis à votre décision.

Lecture est ensuite donnée du projet de résolution C (p. 17).

La discussion est reportée à la 3<sup>e</sup> séance (p. 62) et la séance est levée à 17 h.

\*  
\* \*

A 18 h, Mr J. FRANÇOIS-PONCET, ministre des Affaires Étrangères de la République Française, a offert aux délégués et à leurs épouses une réception dans le Salon de l'Horloge du Ministère des Affaires Étrangères.

---

---

## VISITE DU BUREAU INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES ET DU DÉPÔT DES PROTOTYPES MÉTRIQUES

MARDI 9 OCTOBRE 1979, A 15 h

---

La visite des laboratoires du BIPM a permis aux délégués de voir les installations anciennes ou nouvelles et de s'informer sur les travaux en cours dans les divers domaines d'activité du BIPM.

Les sections suivantes ont plus particulièrement retenu l'attention :

- mesure des masses : salle des balances dont certaines ont été rénovées ; études en cours sur la finition de surface des étalons et la protection contre les poussières ;
- mesure des longueurs à traits et à bouts : ensemble du comparateur photoélectrique et interférentiel et de son appareillage pour l'enregistrement des données sur ruban magnétique en vue de leur traitement automatique ;
- lasers : nouvelle salle en sous-sol affectée en partie à l'étude et à la comparaison de lasers à He-Ne asservis sur l'absorption saturée de l'iode 127 ( $\lambda = 612$  nm et 633 nm) et sur l'absorption saturée du méthane ( $\lambda = 3,39$   $\mu$ m) ;
- mesures électriques : installations pour la comparaison des étalons de résistance électrique ou de force électromotrice et la mise en œuvre de l'effet Josephson ; appareil pour la détermination du coefficient de pression des étalons de résistance ; nouvelles enceintes thermorégulées pour la conservation des piles étalons ;
- thermométrie : installations cryogéniques (regroupées dans une salle réaménagée) pour la réalisation des points triples de l'argon et du méthane ; points fixes entre 0 et 1 064 °C ;
- gravimétrie : installations pour la mesure absolue de  $g$  et l'enregistrement permanent des marées terrestres ; gravimètre absolu transportable en cours de réalisation ;
- rayonnements ionisants : nouveaux systèmes de mesure automatiques permettant l'enregistrement des données sur ruban magnétique ; source intense de  $^{60}\text{Co}$  (170 TBq) pour la comparaison d'étalons calorimétriques de dose absorbée ; installation pour la mesure de  $W$  (énergie nécessaire pour créer une paire d'ions) ; chambre d'ionisation  $4\pi\gamma$  utilisée pour l'établissement du système international de référence des émetteurs de rayons  $\gamma$  ; spectromètre pour particules  $\alpha$  ; installations pour les mesures neutroniques ; projet d'installation d'une source de neutrons de 14 MeV pour la dosimétrie.

A 16 h 30 min a eu lieu la visite du dépôt des Prototypes métriques (procès-verbal ci-dessous).

Une visite des ateliers de la Manufacture Nationale de Porcelaine de Sèvres avait été organisée à l'intention des dames pendant la visite des laboratoires du BIPM.

Ces visites ont été suivies à 17 h d'une réception au Pavillon de Breteuil offerte par le Président du Comité International des Poids et Mesures et le Directeur du Bureau International.

\*  
\* \*

### PROCÈS-VERBAL DE LA VISITE DU DÉPÔT DES PROTOTYPES MÉTRIQUES

Le 9 octobre 1979, à 16 h 30, en présence des Délégués à la Seizième Conférence Générale des Poids et Mesures, des Membres du Comité International et du personnel scientifique du Bureau, il a été procédé à la visite du Dépôt des Prototypes métriques internationaux du Pavillon de Breteuil.

On avait réuni les trois clefs qui ouvrent le dépôt : celle qui est confiée au Directeur du Bureau, celle qui est déposée aux Archives Nationales, à Paris, et que Madame J. Morin avait apportée, celle enfin dont le Président du Comité International a la garde.

Les deux portes de fer du caveau ayant été ouvertes ainsi que le coffre-fort, on a constaté dans ce dernier la présence des Prototypes et de leurs témoins.

On a relevé les indications suivantes sur les instruments de mesure placés dans le coffre-fort :

Température actuelle .....	21,8 °C
» maximale .....	24,3
» minimale .....	21,3
État hygrométrique .....	79 %

On a alors refermé le coffre-fort, ainsi que les portes du caveau.

*Le Directeur  
du Bureau,  
P. GIACOMO*

*Pour le Conservateur en Chef  
des Archives de France,  
J. MORIN*

*Le Président  
du Comité,  
J. V. DUNWORTH*

---

---

## TROISIÈME SÉANCE

### DE LA CONFÉRENCE GÉNÉRALE DES POIDS ET MESURES

TENUE AU CENTRE DE CONFÉRENCES INTERNATIONALES  
DU MINISTÈRE DES AFFAIRES ÉTRANGÈRES

19, avenue Kléber, Paris

LE MERCREDI 10 OCTOBRE 1979, A 15 h 5 min

---

#### 12. Photométrie, radiométrie et définition de la candela (*suite*)

Le PRÉSIDENT ouvre la discussion sur ce point de l'ordre du jour qui a fait l'objet de l'exposé présenté à la fin de la 2<sup>e</sup> séance (p. 56).

Mr STRASHEIM (Afrique du Sud) :

« Comme l'Australie, l'Afrique du Sud a mis au point son propre radiomètre absolu et l'a adopté en 1976 comme étalon national pour les mesures photométriques. Une nouvelle définition de la candela est donc importante pour nous.

« D'après notre expérience, le radiomètre absolu présente plusieurs avantages en tant qu'étalon national de mesure et j'aimerais indiquer quelques-unes des raisons pour lesquelles je suis favorable à une nouvelle définition de la candela.

« a. En tant qu'étalon, le radiomètre absolu prend peu de place et il est facile à utiliser, si bien que nous pouvons étalonner toutes sortes de lampes étalons directement par rapport à l'étalon national et éliminer ainsi les séries intermédiaires de lampes étalons.

« b. Il est économique d'avoir comme étalon photométrique un appareil que l'on peut se procurer dans le commerce. Le corps noir au point de congélation du platine n'est pas fabriqué industriellement, alors que le radiomètre peut l'être facilement.

« c. Il est assez significatif que, bien que le corps noir ait été utilisé pendant quarante ans dans d'autres laboratoires, le BIPM n'en ait pas fait l'acquisition.

« d. La nouvelle définition proposée élimine le lien entre la candela et l'Échelle Internationale Pratique de Température qui résultait de la nécessité de définir la température du corps noir afin de spécifier la répartition énergétique de son rayonnement.

« e. La Commission Internationale de l'Éclairage (CIE), qui est l'organisme le plus important dans le domaine de l'éclairage, est aussi en faveur de la nouvelle définition de la candela, bien que cet organisme eût préféré voir choisir le lumen au lieu de la candela comme unité de base.

« Ce ne sont là que quelques points en faveur d'une nouvelle définition de la candela. Évidemment il y en a d'autres. Si l'on me demandait la raison la plus importante pour laquelle l'Afrique du Sud s'est lancée dans la construction du radiomètre absolu, je dirais que compte tenu des imperfections du corps noir au point de congélation du platine, nous étions convaincus qu'il serait rapidement dépassé. A mon avis, il doit y avoir beaucoup de laboratoires nationaux dans les petits pays comme le mien qui se

réjouissent de l'avènement du radiomètre absolu et des avantages que celui-ci offre pour les mesures photométriques précises.

« La nouvelle définition de la candela, qui ne se rapporte pas au rayonnement du corps noir, est donc appropriée et reçoit l'appui total de l'Afrique du Sud.

« Dans d'autres domaines nous disposons d'exactitudes de l'ordre de  $10^{-9}$ , alors que les ingénieurs se contentent de  $10^{-6}$ .

« Il ne semble pas raisonnable de tenter d'apporter des améliorations pour passer de  $10^{-9}$  à  $10^{-11}$  ou  $10^{-12}$  dans ces mêmes domaines si, en contre-partie, on néglige de répondre à la demande évidente et générale de plus grandes exactitudes dans les mesures photométriques. Je dois souligner tout particulièrement ici que je souhaiterais que le BIPM ait la possibilité de poursuivre ses excellents travaux dans tous les domaines de la métrologie, mais malheureusement, comme nous pouvons tous nous en rendre compte, il ne dispose pas de moyens financiers suffisants. Il faut établir des priorités.

« Je demande donc que le BIPM donne la toute première priorité aux mesures photométriques, même s'il doit y consacrer des sommes prévues à d'autres fins, si cela s'avère nécessaire.

« En ce qui concerne les travaux sur la radiométrie au BIPM, j'ai conscience que les restrictions budgétaires ont fait que l'activité du BIPM en photométrie est bien trop faible.

« Le domaine de la photométrie est vaste et il comporte d'importantes interactions entre l'industrie et la recherche. L'existence même d'une organisation comme la CIE, avec une vaste participation internationale, est une preuve suffisante de l'importance de ce domaine.

« On remarquera que les mesures photométriques dans les laboratoires nationaux ne se font qu'avec des exactitudes de  $10^{-2}$  ou  $10^{-3}$ . C'est à peine suffisant pour répondre à la demande de l'industrie.

« Étant donné l'importance que nous attachons à cette question, le National Physical Research Laboratory de Pretoria a fait don au BIPM d'un radiomètre absolu que nous avons récemment mis au point. J'espère que cela stimulera les efforts du BIPM dans le domaine de la radiométrie. »

Au nom du Bureau International des Poids et Mesures, Mr DUNWORTH remercie vivement l'Afrique du Sud pour ce don.

Mr KIPARENKO (U.R.S.S.) :

« La Délégation soviétique partage l'opinion qu'une nouvelle définition de la candela, fondée sur la méthode radiométrique, représente un pas en avant. Elle permet d'espérer une augmentation de la précision dans la reproduction de l'unité de base photométrique, ainsi que la simplification de l'appareillage de l'étalon.

« Mais nous croyons aussi que le passage à une nouvelle définition exige l'exécution de comparaisons nombreuses et méticuleuses des dispositifs qui reproduisent l'unité par les méthodes photométrique et radiométrique afin de choisir la valeur de  $K_m$  la plus exacte. Ces comparaisons sont malheureusement insuffisantes actuellement, ainsi que le montrent en particulier les divergences importantes entre les différentes déterminations de  $K_m$ .

« Permettez-moi de rappeler que les comparaisons internationales d'étalons de puissance de rayonnement laser organisées par le Comité Consultatif d'Électricité, comparaisons fondées sur la méthode radiométrique, ont fait apparaître des divergences assez grandes (jusqu'à 0,8 %). Des résultats semblables ont été obtenus en U.R.S.S. lors de la comparaison de l'étalon d'État de puissance laser, en fonctionnement depuis 1972, avec l'étalon photométrique de flux lumineux en se basant sur le rayonnement du corps noir.

« C'est pourquoi, afin d'éviter une situation semblable à celle qui a eu lieu après l'adoption de la nouvelle définition du mètre en 1960, la Délégation soviétique propose, en adoptant maintenant la nouvelle définition de la candela :

— de charger le CIPM, son Comité Consultatif de Photométrie et Radiométrie et le BIPM d'organiser, dans le délai le plus court possible, une comparaison internationale des étalons primaires nationaux qui reproduisent la candela sur la base des méthodes photométrique et radiométrique ;

— d'élaborer des recommandations concernant les spécifications des étalons radiométriques de la candela afin d'assurer 1) la continuité des valeurs des unités reproduites par les deux méthodes, 2) le passage planifié à la nouvelle définition dans les divers pays, 3) l'augmentation ultérieure de la précision dans la réalisation de l'unité de base de la photométrie.

« En conclusion, je voudrais noter que la manière dont le président du CCDM a abordé la question d'une nouvelle définition du mètre dans son rapport présenté à la 2<sup>e</sup> séance constitue un bon exemple à suivre dans le cas de la candela. »

#### Mr BLEVIN (Australie) :

« Il convient de rappeler les considérations des années 30 qui ont en fait abouti, en 1948, à la définition de la candela fondée sur le corps noir au point de congélation du platine. Les techniques visuelles de mesure étaient encore prédominantes en photométrie. Il était par conséquent essentiel que le nouvel étalon ait un spectre continu à large bande et donne une couleur étroitement assortie à celle des étalons existants qui, à l'époque, étaient des lampes à incandescence et l'étalon à flamme de Hefner.

« Le corps noir étalon s'est avéré d'une constance et d'une reproductibilité supérieures à celles de ses prédécesseurs et le fait que sa luminance énergétique spectrale soit calculable a été un avantage secondaire important. Toutefois, pendant les 31 ans qui se sont écoulés depuis 1948, l'étalon a été mis en œuvre beaucoup moins souvent qu'il n'eût été désirable, parce qu'il s'est avéré difficile et malcommode à utiliser et qu'il y a peu d'autres utilisations de cette installation. Tandis que certains laboratoires nationaux ont poursuivi leurs efforts pour améliorer cet étalon, d'autres en ont abandonné l'utilisation ou ont choisi de ne pas l'utiliser durant de longues périodes. Certains des laboratoires récents qui ont mis au point de bonnes installations photométriques (et parmi ceux-là j'inclus mon laboratoire) ont choisi de ne pas se lancer dans la réalisation du corps noir étalon, laquelle fait maintenant quelque peu figure de méthode désuète. La similitude du corps noir au point de congélation du platine avec les sources à flamme et les lampes à incandescence pour ce qui est de la chromaticité, de la luminance et de la température de répartition, ne constitue plus un avantage majeur.

« La photométrie moderne a souvent besoin de tenir compte non seulement des grandeurs photométriques mais aussi des grandeurs radiométriques et de leur répartition spectrale. Les raisons en sont, entre autres, la large gamme des sources de lumière modernes qui ont des caractéristiques spectrales très différentes, et les besoins variés des industries telles que celles de la photographie, de la télévision et de l'électro-optique. De plus en plus, la tendance des mesures est de déterminer d'abord la répartition spectrale d'énergie de la source de lumière considérée, et d'évaluer ensuite par le calcul la grandeur photométrique, colorimétrique ou autre dont on a besoin. Il est maintenant hautement désirable d'être en mesure de convertir en unités photométriques des données spectrales exprimées en unités radiométriques (ou vice versa), par le calcul. Toutefois, avec la définition actuelle de la candela, les conversions de ce genre sont entachées d'une incertitude superflue qui résulte de la relation incertaine entre le lumen et le watt.

« La mesure absolue du flux énergétique et de sa répartition spectrale est maintenant activement étudiée dans de nombreux domaines de la physique appliquée tels que la physique de l'espace, la météorologie, l'utilisation de l'énergie solaire, la physique des lasers et la photométrie elle-même. Ceci contraste fortement avec l'intérêt déclinant pour le corps noir au point de congélation du platine. L'exactitude que l'on peut obtenir avec les méthodes radiométriques est maintenant identique à celle que l'on obtient avec les méthodes classiques, et la probabilité d'amélioration ultérieure est nettement plus grande. Au sein du CCPR et du CIPM, l'accord s'est fait pour estimer que le moment est enfin venu de relier les unités photométriques directement au watt.

« Alors que la définition de 1948 de la candela visait à satisfaire les besoins des méthodes de mesure photométriques à large bande spectrale, et en particulier des méthodes visuelles, une définition moderne devrait ouvrir la voie à la spectroradiométrie objective. La nouvelle définition proposée réalise cela en reliant les unités photométriques au watt pour un rayonnement monochromatique plutôt que pour la lumière blanche. Pour l'utilisation pratique, l'ancienne et la nouvelle définition font toutes deux appel aux fonctions  $V(\lambda)$  et  $V'(\lambda)$ .

« Depuis plusieurs décennies, les grandeurs des unités photométriques conservées dans les



laboratoires nationaux présentent des différences atteignant jusqu'à environ 2 %. Lors de sa 8<sup>e</sup> session (1975), le CCPR s'est mis d'accord sur le principe d'une nouvelle définition de l'unité de base. De longues discussions techniques ont eu lieu pour savoir s'il fallait, avant d'adopter la nouvelle définition, attendre que soit effectuée une comparaison internationale complète et laborieuse des étalons fondés aussi bien sur la définition ancienne que sur la définition nouvelle. Au lieu de cela, on est convenu qu'il serait plus pratique et plus utile que chaque laboratoire détermine de façon indépendante et publie la valeur de  $K_m$  qui assure la meilleure continuité avec ses unités photométriques existantes. Les résultats, qui ont été présentés à la 9<sup>e</sup> session (1977) du CCPR, ont été très satisfaisants. Neuf laboratoires ont donné les valeurs qu'ils préféraient. Celles-ci se situaient entre 681 et 684 lm/W, et la valeur moyenne 683 lm/W a été adoptée à l'unanimité. De plus, cette valeur concorde avec la valeur théorique calculée à partir de l'équation de Planck en utilisant pour le point de congélation du platine la meilleure valeur actuelle, soit 2 042 K, adoptée récemment par le Comité Consultatif de Thermométrie.

« La Commission Internationale de l'Éclairage (CIE) a aussi été mêlée aux travaux qui ont abouti à cette nouvelle définition. Cette Commission est déjà très engagée dans la préparation des projets d'une nouvelle édition du « Vocabulaire International de l'Éclairage » et d'un document intitulé « Les bases de la photométrie physique ». Ces deux projets postulent l'adoption de la nouvelle définition par la présente Conférence Générale. En 1975, la CIE a effectué une comparaison internationale des étalons nationaux de répartition spectrale d'énergie. Les résultats pour les huit laboratoires participants ont montré que les unités photométriques fondées sur ces échelles spectroradiométriques auraient différé de 1,7 % au maximum. Lors de sa 19<sup>e</sup> Session (Kyoto, août 1979), la CIE comptait sur l'adoption de la nouvelle définition par la présente Conférence Générale et elle a envisagé, au-delà de cette réforme, l'évolution ultérieure.

« Le changement général de méthode qui consiste à aborder la photométrie par la radiométrie et la spectroradiométrie est un fait de la vie scientifique. Il a entraîné un renouveau encourageant de l'activité dans ce domaine ancien de la métrologie qui touche beaucoup de laboratoires nationaux récents, aussi bien que ceux qui sont établis de longue date. Il existe d'autres techniques, certaines fondées sur des sources et certaines fondées sur des détecteurs, et leur accord est déjà suffisant pour donner une confiance accrue dans ce domaine. Avec la nouvelle définition, le corps noir au point de congélation du platine demeurera une approche valable pour ceux qui le préfèrent.

« L'Australie appuie fortement la nouvelle définition proposée et demande instamment à la Conférence Générale de l'adopter sans plus attendre. »

Mr WERNER (Rép. Dém. Allemande) se déclare d'accord pour une nouvelle définition de la candela qu'il estime nécessaire. Il pense toutefois qu'il serait prudent de s'assurer si tous les pays sont préparés à ce changement de définition.

Après ces interventions, le PRÉSIDENT propose de reporter le vote sur le projet de résolution C après le point 14 (voir p. 77).

### 13. Rayonnements ionisants

Mr AMBLER, président du *Comité Consultatif pour les Étalons de Mesure des Rayonnements Ionisants* (CCEMRI), présente de larges extraits du rapport suivant :

#### *Introduction*

L'utilisation des rayonnements ionisants ne cesse de croître dans les domaines de la médecine (diagnostic et traitement), des réacteurs nucléaires et de l'industrie. Le besoin en étalons de mesure des rayonnements ionisants, tel qu'il est décrit dans mon rapport présenté en 1975, existe toujours et les niveaux d'exactitude donnés précédemment restent valables.

A l'heure actuelle, le Comité Consultatif pour les Étalons de Mesure des Rayonnements Ionisants (CCEMRI) comprend trois Sections : Section I (Rayons X et  $\gamma$ , électrons), Section II (Mesure des

radionucléides) et Section III (Mesures neutroniques). La présentation de ce rapport comporte donc trois parties. Pour chaque partie, on considérera successivement :

- A. Les besoins en étalons.
- B. Les réalisations pendant la période de 1975 à 1979.
- C. Les travaux futurs envisagés (1979-1983).

Les activités du BIPM directement liées aux activités du CCEMRI figurent dans la partie correspondante de ce rapport. On trouvera une discussion plus complète du programme et des activités du CCEMRI pendant les quatre années écoulées dans les Rapports du Président du CCEMRI au CIPM de 1977 et 1979.

## Section I. Rayons X et $\gamma$ , électrons

### A. Besoins en étalons

C'est à trois niveaux très différents de dose absorbée, couvrant un domaine d'environ neuf ordres de grandeur, qu'il existe et se crée continuellement des besoins en étalons pour la mesure des rayonnements ionisants. Ainsi, si l'on s'exprime dans la nouvelle unité SI, le gray (1 gray = 100 rads), on a généralement affaire en protection contre les rayonnements à des doses absorbées de quelques dizaines de micrograys (ou millirads), en radiothérapie à quelques dizaines de grays (ou kilorads) et pour les rayonnements à usage industriel à quelques dizaines de kilograys (ou mégarads).

On se rappellera, d'après le rapport présenté en 1977 à la 7<sup>e</sup> session du CCEMRI, *a*) que depuis de nombreuses années la grandeur adoptée comme étalon de référence pour les faisceaux de photons (X et  $\gamma$ ) est l'exposition, les résultats des mesures étant exprimés avec une unité spéciale, le röntgen (<sup>1</sup>), *b*) que plus récemment certains laboratoires ont mis au point des calorimètres pour mesurer la dose absorbée dans le graphite. Dans les deux cas on a besoin de facteurs de conversion pour exprimer les résultats en termes de « dose absorbée dans l'eau », grandeur de référence appropriée pour la radiothérapie.

Par ailleurs, un problème pratique est apparu à cause de l'introduction du SI dans les mesures de rayonnement. Avec les anciennes unités spéciales pour l'exposition et la dose absorbée, respectivement le röntgen et le rad, il existait à peu près une équivalence numérique, ce qui n'est plus le cas avec les unités SI qui les remplacent, le coulomb par kilogramme et le joule par kilogramme (nom spécial le gray). Les risques qui pourraient en résulter ont amené à proposer l'abandon de la grandeur exposition en faveur d'une autre grandeur telle que le « kerma dans l'air » ou la « dose absorbée dans l'eau », puisque ces grandeurs peuvent aussi être exprimées en joules par kilogramme ou en grays, unité qui intéresse l'utilisateur. Ce problème continue à être une des préoccupations principales de la Section I.

### B. Réalisations pendant la période 1975-1979

Les principaux travaux accomplis durant cette période sont les suivants :

1. *Installation d'une source de <sup>60</sup>Co et étalons de dose absorbée.* Comme proposé en 1975, le BIPM s'est procuré et a installé une nouvelle source intense de <sup>60</sup>Co. A l'aide de l'étalon ionométrique de dose absorbée du BIPM, des comparaisons ont été faites au BIPM avec les étalons calorimétriques de dose absorbée du NBS (États-Unis d'Amérique), du LMRI (France), de la PTB (Rép. Féd. d'Allemagne) et du RIV (Pays-Bas). Les résultats présentent une dispersion de 0,5 %. De plus, on a effectué un étalonnage de deux chambres d'ionisation destinées à devenir les étalons suédois de dose absorbée dans le graphite pour le <sup>60</sup>Co.

2. *Comparaisons.* Dans le domaine de 10 à 50 kV, les étalons d'exposition du NPL (Royaume-Uni) et de l'OMH (Hongrie) ont été comparés avec l'étalon du BIPM. Dans le domaine de 100 à 250 kV, des instruments de transfert du NBS, de l'ISS (Italie), du NAC (Afrique du Sud) et de l'ARL (Australie) ont

(<sup>1</sup>) On trouvera dans le *Système International d'Unités*, 3<sup>e</sup> édition, 1977, la position de la Conférence Générale des Poids et Mesures (CGPM) sur les unités SI d'exposition, de dose absorbée et des autres grandeurs de rayonnement, ainsi que sur l'emploi temporaire autorisé des anciennes unités hors du SI, telles que le röntgen et le rad. Les définitions des grandeurs et unités de rayonnement sont données dans *Radiation Quantities and Units*, International Commission on Radiation Units and Measurements (ICRU) Report 19, 1971.

été comparés au BIPM. Des comparaisons ont été effectuées ailleurs entre les étalons de l'IMM (U.R.S.S.), de l'ASMW (Rép. Dém. Allemande), du PKNM (Pologne) et de trois laboratoires tchécoslovaques, dans trois domaines (10 à 50 kV, 50 à 250 kV et  $^{60}\text{Co}$ ). Les autres comparaisons en cours ailleurs utilisant le rayonnement du  $^{60}\text{Co}$  concernent les étalons de dose absorbée du NBS et du VNIIFTRI (U.R.S.S.), et les systèmes d'étalonnage en termes de dose absorbée dans l'eau entre le NBS et le NRC (Canada).

3. *Étalons de rayonnement  $\beta$* . Des comparaisons d'étalons de dose absorbée pour les rayonnements  $\beta$  dans le domaine de la radioprotection ont été effectuées entre le LMRI et la PTB, et entre la PTB et le NPL; les résultats sont en excellent accord.

4. *Corrections pour l'humidité*. Depuis la dernière réunion du CCEMRI, de nouvelles mesures ont été effectuées par le PKNM pour des chambres à parois d'air et par le RIV pour des chambres à cavité. Les désaccords antérieurs ont été résolus: on s'est mis d'accord sur les facteurs correctifs à appliquer et on les a publiés.

5. Des exposés sur les sujets suivants ont été présentés lors de la réunion de la Section I en mai 1979:

a) La question des grandeurs et des unités en relation avec la dissémination à partir de l'étalon primaire jusqu'aux instruments utilisés en radiothérapie, et la nécessité de prendre des décisions en ce qui concerne les facteurs de conversion entre l'exposition, le kerma dans l'air et la dose absorbée dans des conditions de référence.

b) L'exactitude requise et l'exactitude atteinte pour les mesures de rayonnement pour usage industriel, et la question de la participation éventuelle du BIPM dans ce domaine.

6. Plusieurs laboratoires ont rendu compte de leurs travaux concernant des mesures et des calculs intéressant directement le programme de la Section I. Le BIPM a poursuivi ses travaux sur la détermination ionométrique de la dose absorbée dans le graphite, en particulier le calcul de la correction de perturbation. Une analyse des facteurs de conversion,  $C_x$  et  $C_E$ , permettant le passage de l'exposition à la dose absorbée dans l'eau a également été présentée <sup>(2)</sup>.

#### C. Travaux futurs envisagés (1979-1983)

Les discussions sur les grandeurs et unités à utiliser en radiothérapie, auxquelles on a déjà fait référence dans ce rapport, ont conduit à l'adoption d'une recommandation lors de la réunion de mai 1979, et à la création de deux Groupes de travail chargés de faire des recommandations dans ce domaine. On reconnaît que l'étalonnage en termes de dose absorbée dans l'eau est une nécessité fondamentale en radiothérapie, mais il est notoire que l'on ne connaît pas avec une exactitude comparable à l'exactitude des étalons primaires d'exposition les facteurs dont on a besoin pour passer de l'exposition à la dose absorbée dans l'eau. On a par conséquent créé un Groupe de travail chargé de fournir des valeurs numériques plus exactes pour les facteurs en question et d'étudier les conditions qu'il conviendrait de spécifier pour les étalonnages.

Le deuxième Groupe de travail a été chargé des facteurs de conversion dont on a besoin pour déduire la dose absorbée dans l'eau à partir de mesures calorimétriques dans le graphite, ce qui correspond à une autre façon de relier aux mesures primaires les mesures dont les utilisateurs ont besoin. Ces deux Groupes de travail présenteront un rapport à la prochaine réunion de la Section I qui doit se tenir en 1981.

Par ailleurs, il a été décidé d'organiser entre huit laboratoires une comparaison de leurs systèmes de référence Fricke (dosimètres chimiques au sulfate ferreux). Enfin, plusieurs laboratoires ont exprimé de l'intérêt dans l'étude d'instruments de transfert en vue d'une comparaison des mesures de rayonnement pour usage industriel. Cette question sera reprise en 1981.

En conclusion, il convient d'attirer l'attention sur deux directions de l'évolution des travaux de cette Section. Premièrement, la création de Groupes de travail opérant entre les réunions, ce qui est nouveau pour la Section I; on peut en attendre une avance plus rapide du programme de travail. Deuxièmement,

<sup>(2)</sup>  $C_x$  (ou  $C_E$ ) est le facteur de conversion utilisé pour passer de l'indication d'exposition apparente, donnée par une chambre d'ionisation étalonnée en exposition pour le rayonnement  $\gamma$  du  $^{60}\text{Co}$ , à la dose absorbée dans l'eau pour des photons (ou des électrons) de haute énergie.  $C_E$  et  $C_x$  sont par conséquent fonction de l'énergie des électrons (ou des photons), des caractéristiques physiques de la chambre d'ionisation et de sa position dans l'eau.

certaines questions qui ont été discutées concernant des mesures qui intéressent directement l'utilisateur, plutôt que la comparaison d'étalons entre laboratoires nationaux. Ces deux directions visent à promouvoir l'uniformité mondiale des mesures de rayonnement dans ce domaine.

## Section II. Mesure des radionucléides

### A. Besoins en étalons

On utilise les radionucléides dans de nombreux procédés industriels aussi bien que pour les techniques médicales (diagnostic et thérapie). Inévitablement, ils constituent aussi une partie importante des déchets en provenance des hôpitaux et des industries faisant appel à l'énergie nucléaire, en particulier les centrales nucléaires. La quantité totale des matériaux radioactifs utilisés est grande mais, et c'est peut-être plus important, le nombre des radionucléides est aussi très grand, et si l'on peut répartir ceux-ci en plusieurs classes selon leur schéma de désintégration, les techniques de mesure pour les différentes classes peuvent être très variées. De plus, il peut exister des problèmes chimiques spécifiques qui influencent la méthode de mesure. L'exactitude exigée est aussi très variée, étant en général relativement élevée pour les usages médicaux de la radioactivité, la mesure de flux neutroniques et les produits de déchets des piles atomiques ; elle est moins importante dans le cas des faibles niveaux d'activité rencontrés dans la protection de l'environnement.

### B. Réalisations pendant la période 1975-1979

1. *Comparaisons internationales.* Le rapport définitif sur la comparaison internationale de  $^{139}\text{Ce}$ , qui s'est déroulée en 1976 entre 22 laboratoires, a été publié (Rapport BIPM-77/4) et une version abrégée a paru dans *Nuclear Instruments and Methods*, **157**, 1978, p. 131. L'échantillon pur de  $^{139}\text{Ce}$  avait été fourni par le NAC. L'écart-type des résultats de cette comparaison est de 0,19 %.

On a effectué une expérience de taux de comptage élevés utilisant le  $^{60}\text{Co}$  et un rapport sera publié dans lequel on compare avec les formules précédentes la nouvelle solution de D. R. Cox et V. Isham pour les corrections de temps mort et de temps de résolution. Les résultats semblent indiquer qu'en métrologie des radionucléides on peut atteindre maintenant des taux de comptage de  $10^5 \text{ s}^{-1}$  ou plus, bien qu'il faille davantage faire attention à la nature des temps morts imposés expérimentalement.

La comparaison de  $^{134}\text{Cs}$  s'est achevée avec succès ; 24 laboratoires y ont pris part. Le matériau radioactif a été fourni et purifié par l'AECL (Canada), tandis que le contrôle de la pureté, la mise en ampoules et la distribution ont été assurés par le LMRI. Bien que la plupart des résultats soient parvenus au BIPM, le rapport définitif n'est pas terminé. La répartition des résultats, étudiés de la même manière que ceux des comparaisons précédentes de  $^{60}\text{Co}$  et de  $^{139}\text{Ce}$  (<sup>3</sup>, <sup>4</sup>), fait apparaître un écart-type de 0,15 %. Le tableau 1 montre l'amélioration continue au cours des années ; on peut la considérer comme un vrai succès, en particulier si l'on tient compte du fait que le schéma de désintégration du  $^{134}\text{Cs}$  est nettement plus complexes que celui des deux autres nucléides.

TABLEAU 1

Radionucléide	Date de la comparaison	Écart-type
$^{60}\text{Co}$	1967	0,31 %
$^{139}\text{Ce}$	1976	0,19 %
$^{134}\text{Cs}$	1978	0,15 %

La comparaison de  $^{137}\text{Cs}$  constituait une expérience plus limitée ; sur les dix laboratoires qui y ont participé, huit seulement ont jusqu'à présent adressé leurs résultats au BIPM. C'est le NBS qui a fourni et distribué la solution de  $^{137}\text{Cs}$  qui avait la même composition chimique que la solution utilisée pour la comparaison de  $^{134}\text{Cs}$ , si bien que les laboratoires pouvaient utiliser ce deuxième isotope comme indicateur d'efficacité pour le premier. On doit attendre l'ensemble des résultats avant de pouvoir faire une analyse utile de la comparaison, mais ceux qui sont déjà connus font apparaître une dispersion d'environ 2 %.

(<sup>3</sup>) P. J. Campion. The Work of the BIPM Consultative Committee for Measurements Standards of Ionizing Radiations, Section II. *Nuclear Instruments and Methods*, **112**, 1973, pp. 41-45.

(<sup>4</sup>) Rapport de la Section II au CIPM. *CCEMRI*, Section II, 4<sup>e</sup> réunion, 1977.

La comparaison de  $^{57}\text{Co}$  était aussi à participation restreinte ; six laboratoires seulement y ont pris part ; elle avait pour but de déterminer le degré d'uniformité des mesures de ce nucléide qui joue un rôle dans la détermination absolue de densités de flux de neutrons par la méthode de l'activité associée. Les résultats sont encourageants ; l'écart-type de la distribution des valeurs obtenues est estimé à environ 0,2 %. Il semble donc que l'incertitude sur la mesure de l'activité soit beaucoup plus faible que certaines autres incertitudes concernant les mesures de densité de flux neutroniques par la méthode de l'activité associée.

Le matériau pour la comparaison de  $^{55}\text{Fe}$  a été fourni par le NAC ; le contrôle de pureté a été effectué au LMRI et à la PTB. La comparaison elle-même est achevée mais on ne dispose pas encore de toutes les données. Les résultats provisoires de cinq laboratoires font apparaître une dispersion d'environ 5 %.

2. *Sources de référence de rayonnement  $\gamma$* . Les sources de radionucléides émettant un rayonnement  $\gamma$  deviennent importantes pour l'étalonnage de détecteurs à germanium-lithium et d'autres détecteurs pour lesquels il est souhaitable d'avoir des sources ponctuelles. En conséquence, la PTB a organisé au nom de la Section II une comparaison de sources de ce type. Huit laboratoires y ont participé et ont mesuré des sources de 17 radionucléides différents. La dispersion totale des résultats pour un radionucléide donné était d'environ 2 % mais il faut encore analyser une quantité considérable de résultats. Ceux-ci seront publiés sous forme de rapport BIPM.

3. *Système international de référence pour les émetteurs de rayonnement  $\gamma$* . Le groupe des radionucléides du BIPM a installé et entièrement vérifié un système semi-automatique de mesure du courant. Les courants d'ionisation produits par des solutions émettant un rayonnement  $\gamma$  sont comparés au courant produit par une source de  $^{226}\text{Ra}$  qui est la référence internationale. Quatre sources similaires mais plus faibles et une seconde chambre d'ionisation (identique) permettent de procéder à des contrôles de stabilité. Les résultats relatifs aux échantillons soumis par les laboratoires participants sont rassemblés dans des tables qui constituent et conservent le système international de référence pour la mesure de l'activité des nucléides émetteurs de rayonnement  $\gamma$ . Les participants reçoivent les tables de façon périodique et peuvent suivre l'évolution de cette comparaison pérenne. Au fur et à mesure que davantage de laboratoires contribuent au système, l'utilité de la méthode devient de plus en plus apparente. Par exemple, les résultats de la méthode de la comparaison de  $^{134}\text{Cs}$  sont maintenant « conservés » dans ce système et pourront être comparés à toute future comparaison de ce nucléide. Pour l'instant, 18 laboratoires nationaux ont contribué à l'introduction de 34 radionucléides dans le système.

TABLEAU 2

Rapport final de la Section II (Mesure des radionucléides)  
sur les projets de monographies et autres publications

<i>Groupes de travail</i>	<i>Rapports proposés</i>	<i>Situation</i>
1. Méthodes exactes pour la dilution et l'étalonnage des solutions radioactives.	Procedures for accurately diluting and dispensing radioactive solutions.	Terminé. Monographie BIPM-1.
2. Détection et mesure des impulsions secondaires.	The detection and estimation of spurious pulses.	Terminé. Monographie BIPM-2.
3. Possibilité de comptage par scintillateurs liquides.	Applicability of liquid scintillation counting for metrology.	Projet de monographie BIPM soumis à la Section II.
4. Principes de la méthode de comptage par coïncidences.	Cox and Isham, "A bivariate point process connected with electronic counters".  Smith, Williams and Woods, " $^{60}\text{Co}$ high count rate experiment".	Publié dans <i>Proc. Roy. Soc. London</i> , A 356, 1977, p. 149.  Rapport BIPM-77/7
5. Techniques de chambres d'ionisation $4\pi\gamma$ .	Report on precision ionometric method for the comparison of $\gamma$ -ray emitters.	Rapport en préparation.

4. *Publications dans le domaine de la radioactivité.* Le tableau 2 (p. 69) donne la situation actuelle des monographies et autres publications qui avaient été projetées depuis 1975 dans le domaine de la mesure des radionucléides.

#### C. *Travaux futurs envisagés (1979-1983)*

Durant cette période, l'essentiel des efforts de la Section II portera sur la consolidation des récents progrès indiqués par ailleurs dans ce rapport. Une tâche considérable, par exemple, consiste à analyser dans le détail les résultats de plusieurs comparaisons internationales qui ont eu lieu, ainsi qu'à préparer les divers rapports et monographies pour publication. La monographie sur l'utilisation et le fonctionnement des chambres d'ionisation comme système de référence pour les radionucléides sera particulièrement importante. Le succès évident du système international de référence (SIR) en fait un sujet d'intérêt très actuel, d'autant plus que de nombreux laboratoires nationaux envisagent d'installer leur propre équipement.

Du fait que des comparaisons satisfaisantes sont faites au moyen du SIR, il s'ensuit qu'on a maintenant moins besoin de comparaisons internationales d'émetteurs  $\beta$ - $\gamma$ , sauf dans les cas où ce système révèle des anomalies. Il existe cependant des cas, tels que les radionucléides à capture électronique pure, pour lesquels le SIR ne convient pas. Il faut alors considérer ces classes de radionucléides comme des candidats pour des comparaisons internationales futures. Un petit groupe de travail a été créé pour étudier cette question dans le détail.

### Section III. *Mesures neutroniques*

#### A. *Besoins en étalons*

On a besoin de mesures neutroniques exactes et cohérentes et, par conséquent, d'étalons pour

- le développement de l'énergie nucléaire,
- la protection des travailleurs contre les rayonnements,
- la thérapie du cancer par neutrons,
- diverses autres applications scientifiques et industrielles.

#### B. *Réalisations pendant la période 1975-1979*

1. *Instruments de transfert pour les comparaisons internationales de mesures de débit de fluence de neutrons rapides monocinétiques.* Cette étude a été achevée en 1975. Les instruments de transfert suivants ont été sélectionnés pour la comparaison : une sphère modératrice avec compteur à  $\text{BF}_3$ , un compteur proportionnel à  $^3\text{He}$ , une chambre à fission et des feuilles de fer pour la mesure de l'activité induite par la réaction  $^{56}\text{Fe}(n, p)^{56}\text{Mn}$ .

2. *Comparaison internationale de mesures de débit de fluence de neutrons rapides monocinétiques.* A la demande de la Section III du CCEMRI, le BIPM a organisé et effectué cette comparaison. Neuf laboratoires y ont pris part et les mesures ont été faites à cinq énergies de neutrons : 250 keV, 565 keV, 2,20 MeV, 2,5 MeV et 14,8 MeV. Le BIPM a participé à la comparaison à 2,50 et 14,8 MeV. Les mesures expérimentales ont été achevées en février 1978. Un physicien du BIPM, qui s'est personnellement rendu avec les instruments de transfert dans chaque laboratoire, a présenté en mars 1977 des résultats préliminaires à l'International Specialists Symposium on Neutron Standards and Applications, Washington, D.C. Il a ensuite préparé le rapport final qui a été étudié par les participants avant la réunion de la Section III de 1979 : ce rapport a été soumis à *Metrologia* pour publication.

3. *Mise au point de faisceaux étalonnés de neutrons monocinétiques.* Ainsi que l'avait suggéré la Section III, le BIPM a maintenant mis au point une seconde source de neutrons monocinétiques d'énergie  $(14,68 \pm 0,13)$  MeV, qui s'ajoute à l'ancienne source de neutrons  $\text{D}(d, n)^3\text{He}$  d'environ 2,5 MeV. La nouvelle source est produite par la réaction  $^3\text{H}(d, n)^4\text{He}$  au moyen de deutons incidents de 140 keV avec un courant cible de 20  $\mu\text{A}$  : on obtient un taux d'émission de la source de neutrons de  $1,6 \times 10^9 \text{ s}^{-1}$ .

4. *Analyse de la comparaison internationale de dosimétrie neutronique (INDI).* L'analyse de cette comparaison, effectuée avec le concours du BIPM, a été achevée en 1976 et publiée en 1978 dans *ICRU Report 27* (An International Neutron Dosimetry Intercomparison).

5. *Installation au BIPM d'une source intense de neutrons de 14 MeV.* Cette proposition, faite à la réunion de la Section III du CCEMRI en 1977, a essentiellement pour but de permettre des comparaisons d'instruments de dosimétrie pour la thérapie par neutrons, mais il existe d'autres applications concernant, par exemple, les réacteurs nucléaires à fusion, l'étude des matériaux soumis à des irradiations intenses par neutrons et l'étalonnage de détecteurs. Au cours des années 1977-1979, le BIPM a effectué des études relatives au type d'accélérateur adéquat, aux différents éléments constituant la source ainsi qu'à leur implantation. Ces études ont conduit à recommander l'achat d'un générateur à haute tension, du type Sames TB8, de 300 kV, avec un accélérateur d'ions pressurisé et une source d'ions du type duoplasmatron de 8 mA.

6. *Comparaison internationale de sources de neutrons de  $^{252}\text{Cf}$ .* La comparaison d'une source de neutrons de  $^{252}\text{Cf}$  ayant un taux d'émission d'environ  $10^7 \text{ s}^{-1}$  est en cours. La source qui circule a été fournie par le NBS; elle avait au commencement de la comparaison un taux nominal d'émission d'environ  $4 \times 10^7 \text{ s}^{-1}$ . Dans cette comparaison, on étudie avec un soin tout particulier les facteurs susceptibles d'influer sur les résultats : le NPL a fourni une chambre d'ionisation pressurisée  $4\pi\gamma$  et une source de contrôle de radium pour vérifier la cohérence des mesures d'activité du  $\text{MnSO}_4$ . Des analyses des solutions de  $\text{MnSO}_4$  sont faites non seulement pour détecter les impuretés existant à l'état de traces, mais aussi pour doser  $(\text{NH}_3)_2\text{SO}_4$  et d'autres impuretés de teneurs plus importantes qui peuvent fausser les mesures de concentration en manganèse. Les mesures ont déjà été faites avec la source dans quatre laboratoires sur un total de onze participants.

Un certain intérêt a été manifesté pour la comparaison internationale d'une source très intense de  $^{252}\text{Cf}$  d'environ  $10^9 \text{ s}^{-1}$ . Une source fournie par le NBS circule entre trois laboratoires.

7. *Amélioration des instruments de transfert pour la comparaison de mesures de débit de fluence de neutrons rapides monocinétiques.* Au cours des années 1977-1979, on a étudié les méthodes de transfert suivantes : télescope à proton de recul (PTB, NPL), spectromètre à stilbène (NRC), réaction  $^{115}\text{In}(\text{n}, \text{n}')^{115}\text{In}^{\text{m}}$  (NPL), réaction  $^{115}\text{In}(\text{n}, \gamma)^{116}\text{In}$  avec feuilles d'indium enveloppées de cadmium (NPL), chambre à fission double  $^{235}\text{U}/^{238}\text{U}$  (AERE, Royaume-Uni) et réaction  $^{56}\text{Fe}(\text{n}, \text{p})^{56}\text{Mn}$  (NPL).

L'idée adoptée est d'avoir deux instruments de transfert, l'un fondé sur une méthode d'activation et l'autre sur une méthode directe de comptage pour chacune des énergies choisies : 0,144, 0,565, 2,5, 5,0 et 14,8 MeV. On a adopté comme méthode directe de comptage la chambre double à cinq plaques mise au point par D. B. Gayther de l'AERE; toutefois, on lui a demandé de fabriquer une chambre à fission similaire à une seule plaque  $^{235}\text{U}/^{238}\text{U}$  pour utilisation avec les accélérateurs Van de Graaff. On a choisi la réaction  $^{115}\text{In}(\text{n}, \text{n}')^{115}\text{In}^{\text{m}}$  comme méthode d'activation pour les trois énergies élevées et la réaction  $^{115}\text{In}(\text{n}, \gamma)^{116}\text{In}$  pour les deux énergies faibles.

#### C. Travaux futurs (1979-1983)

1. *Installation au BIPM d'une source de neutrons d'énergie 14 MeV destinée à la dosimétrie neutronique.* En supposant que le financement de cette installation soit acquis à l'automne de 1979, on prévoit deux ans pour modifier les bâtiments, acheter et installer l'accélérateur et préparer l'équipement expérimental nécessaire. Par conséquent, l'installation devrait permettre de commencer les mesures expérimentales à l'automne de 1981.

2. *Comparaison internationale de mesures d'une source de neutrons de  $^{252}\text{Cf}$ .* On prévoit d'achever la comparaison des mesures de la source de neutrons de  $^{252}\text{Cf}$ , de taux nominal d'émission environ  $10^7 \text{ s}^{-1}$ , d'en analyser les résultats et de les publier d'ici à 1983.

3. *Comparaison future de mesures de débit de fluence de neutrons rapides.* Cette comparaison est la suite logique de la comparaison de mesures de débit de fluence de neutrons rapides qui a été couronnée de succès et qui est maintenant terminée. La nouvelle comparaison s'étendra à deux types importants de sources de neutrons, qui n'ont pas été inclus dans des comparaisons antérieures : accélérateurs linéaires et faisceaux filtrés provenant de réacteurs nucléaires (à 144 keV).

TABLEAU 3

Résumé du programme de travail du CCEMRI  
et des réalisations correspondantes (1975-1979)

## Programme de travail envisagé

## Réalisations

SECTION I - Rayons X et  $\gamma$ , électrons

Extension des comparaisons d'étalons d'exposition à d'autres laboratoires nationaux et poursuite de comparaisons périodiques pour tous les laboratoires nationaux.

Comparaisons indirectes au moyen d'instruments de transfert du NBS, du NAC et de l'ARL effectuées dans le domaine de 100 à 250 kV.

Comparaison à l'étalon du BIPM des étalons d'exposition du NPL et de l'OMH dans le domaine de 10 à 50 kV.

Acquisition d'une source intense de  $^{60}\text{Co}$  ; comparaisons des étalons de dose absorbée des laboratoires nationaux avec l'étalon ionométrique du BIPM.

Source installée ; comparaisons effectuées avec le NBS, le LMRI, la PTB et le RIV. Calcul des facteurs de perturbation en fonction de la profondeur pour l'étalon ionométrique.

Poursuite de l'étude des corrections d'humidité à appliquer aux mesures avec chambres d'ionisation.

Nouvelles mesures de correction d'humidité effectuées par le PKNM avec des chambres à parois d'air et par le RIV avec des chambres à cavité. Explication du désaccord et adoption des facteurs de correction à appliquer.

Mise en route de comparaisons d'étalons de dose absorbée entre laboratoires nationaux.

Utilisation d'instruments de transfert pour comparer les étalons de dose absorbée dans le graphite au NBS et au VNIIFTRI, et pour comparer les étalons de dose absorbée dans l'eau au NBS et au NRC.

Etude de grandeurs susceptibles de remplacer l'exposition pour l'étalonnage de faisceaux de photons.

Acceptation par la Section de propositions d'étalonnages en termes de dose absorbée dans l'eau.

SECTION II - Mesure des radionucléides

Achèvement de la série de rapports sur la métrologie des radionucléides.

Voir Tableau 2, p. 69.

Installation et mise en oeuvre de chambres d'ionisation de référence pour comparaison pérenne d'étalons d'activité.

Mise en oeuvre des chambres. Programme bien établi avec participation de 18 laboratoires nationaux.

Comparaison internationale de quelques radionucléides tels que  $^{134}\text{Cs}$  et  $^{139}\text{Ce}$ .

Comparaison internationale à grande échelle de  $^{139}\text{Ce}$  terminée et résultats publiés. Comparaisons restreintes de  $^{137}\text{Cs}$  et  $^{57}\text{Co}$  terminées. Comparaison à grande échelle de  $^{134}\text{Cs}$  terminée ; rapport en préparation. Travail expérimental de la comparaison restreinte de  $^{55}\text{Fe}$  presque terminé.

Achèvement des expériences sur les mesures de taux de comptage élevés ( $^{60}\text{Co}$ ).

Travail expérimental terminé. Rapport en préparation. Poursuite des études théoriques.

Comparaison internationale de sources de référence de rayonnement  $\gamma$ .

Travail expérimental terminé. Rapport en préparation.

SECTION III - Mesures neutroniques

Essais d'instruments de transfert pour une comparaison de mesures de débit de fluence de neutrons rapides monocinétiques.

Terminés.

Comparaison de mesures de débit de fluence de neutrons à cinq énergies (250 keV, 565 keV, 2,2 MeV, 2,5 MeV et 14,8 MeV).

Comparaison terminée, résultats analysés, rapport final soumis à *Metrologia* (BIPM).

Mise en service d'un faisceau étaloné de neutrons monocinétiques à 14,7 MeV.

Achevée.

Analyse de la comparaison internationale de dosimétrie neutronique (ICRU).

Achevée. Rapport ICRU 27 publié en 1978.

Installation au BIPM d'une source intense de neutrons de 14 MeV.

Projet d'installation, proposition de financement.

Comparaison internationale de mesures de sources de neutrons de  $^{252}\text{Cf}$ .

Comparaison organisée avec source de  $10^7 \text{ s}^{-1}$ , à moitié effectuée. Mini-comparaison d'une source intense ( $10^9 \text{ s}^{-1}$ ), en cours.

Amélioration des instruments de transfert pour comparaisons internationales de mesures de débit de fluence de neutrons rapides monocinétiques.

Six méthodes étudiées. Méthodes choisies : chambres à fission ( $^{235}\text{U}$ ,  $^{238}\text{U}$ ), réactions  $^{115}\text{In}(n,n')^{115}\text{In}^m$  et  $^{115}\text{In}(n,\gamma)^{116}\text{In}$ .



Ce rapport ne donne lieu à aucun commentaire et le PRÉSIDENT remercie Mr Ambler de son exposé qui montre l'importance des travaux du CCEMRI et du BIPM dans ce domaine.

#### 14. Système International d'Unités

Mr DE BOER, président du *Comité Consultatif des Unités* (CCU), présente le rapport suivant :

Le développement du Système International d'Unités (SI) fondé sur des principes scientifiques et adapté aux besoins internationaux de la science et de la technologie, est une des tâches les plus importantes du CIPM et de la CGPM. Le Comité Consultatif des Unités (CCU) assume la tâche de renseigner le CIPM sur le SI : les noms et symboles des unités, les règles de combinaison et les préfixes pour former les multiples et les sous-multiples décimaux, le tout formant un système logique pour servir la science et la technologie et contribuer au développement des relations internationales et à la compréhension entre tous les peuples du monde entier.

Pour rendre sa tâche possible, le CCU est constitué de spécialistes et d'experts représentant les autres organisations internationales dans ce domaine, avec lesquelles il existe une coordination des tâches, un accord sur les responsabilités et une collaboration étroite. Ces experts sont entièrement dévoués au perfectionnement du SI et considèrent la CGPM comme la plus haute autorité pour prendre des décisions finales sur les questions fondamentales dans ce domaine.

##### 1. Brochure « Le Système International d'Unités (SI) »

Afin de faciliter le plus possible l'introduction du Système International dans le monde entier, le Bureau International des Poids et Mesures a publié dès 1970 la brochure *Le Système International d'Unités* (SI). Cette brochure, rédigée par le CCU, donne une présentation systématique du SI avec les définitions des unités de base, les symboles et les expressions pour les unités SI de base et dérivées, les préfixes et les règles d'application.

La brochure s'occupe aussi de l'avenir des unités anciennes et incohérentes, en dehors du SI. Pour un premier groupe d'unités — les unités de temps (minute, heure et jour), les unités d'angle (degré, minute et seconde), le litre et la tonne — le CIPM a reconnu la nécessité de les maintenir pour l'usage général avec le SI, quoique la combinaison de ces unités avec les unités SI pour former des unités composées ne doit être pratiquée que dans des cas limités afin de ne pas perdre les avantages de la cohérence des unités SI. Pour un deuxième groupe d'unités en dehors du SI, en raison de la force des usages existants dans certains pays et dans certains domaines, le CIPM a jugé acceptable de les maintenir temporairement jusqu'à ce qu'il estime que leur emploi n'est plus nécessaire. Pour un troisième groupe d'unités, leur emploi est généralement déconseillé. De cette façon le CCU, sous la responsabilité du CIPM, met à exécution sa tâche de promouvoir le plus possible l'usage général du SI et l'abandon des unités en dehors du SI.

Une version anglaise de la brochure a été faite conjointement par le NPL (Teddington) et le NBS (Washington); il existe aussi des traductions dans d'autres langues. Une troisième édition de cette brochure a paru en 1977.

##### 2. Évolution du Système International d'Unités

Bien que le Système International d'Unités sous sa forme actuelle paraisse satisfaisant, le développement de la science et des techniques demandera toujours des modifications plus ou moins importantes pour améliorer le système. Toutefois, l'attitude du CCU vis-à-vis de l'évolution du SI peut s'exprimer dans les principes suivants :

a) Le SI étant un système international dont les principes sont souvent introduits dans les législations, il ne doit être que rarement modifié.

b) Le SI doit néanmoins rester toujours adapté à l'évolution de la science, des techniques et des relations internationales, qui peut conduire à la nécessité de petites retouches ou bien d'extensions dans des domaines nouveaux.

c) Les développements et les extensions qui devront être encore acceptés à l'avenir sous la pression de la science, de la technologie et de leurs applications, doivent conserver la *simplicité du SI*, une des caractéristiques les plus importantes qui garantit son efficacité dans le monde entier.

A la lumière de ces principes, je veux maintenant faire quelques remarques concernant les projets de résolution D et E soumis à l'approbation de la présente Conférence Générale.

### 3. *Projet de résolution D*

Le projet de résolution D porte sur les unités utilisées dans le domaine de la radioprotection et propose l'introduction d'un nom spécial, sievert, pour l'unité SI de la grandeur *équivalent de dose*. L'expression complète pour l'unité SI de cette grandeur est le joule par kilogramme, mais en raison des dangers considérables qui peuvent résulter d'une erreur dans le domaine des mesures de rayonnements ionisants, il importe que les unités SI dans ce domaine soient suffisamment simples et spécifiques pour pouvoir être utilisées sans risque de confusion par un personnel peu expert en métrologie.

La grandeur principale en radiologie, dans la recherche nucléaire médicale, est la *dose absorbée*, mais la grandeur essentielle en radioprotection est l'*équivalent de dose*, qui ne diffère de la dose absorbée que par un facteur numérique de pondération. On pourrait donc exprimer ces deux grandeurs avec la même unité SI : le joule par kilogramme. Cependant, une confusion entre la dose absorbée et l'équivalent de dose pourrait entraîner des erreurs fatales : le danger couru par les personnes irradiées pourrait être sous-estimé d'un facteur vingt.

C'est pourquoi les spécialistes, avant l'introduction du SI en radiologie, utilisaient déjà deux noms spéciaux, rad et rem, pour la même unité, afin de distinguer les deux grandeurs dose absorbée et équivalent de dose respectivement ; le rad et le rem étaient égaux à 0,01 joule par kilogramme. Après le passage au SI, l'urgence subsiste d'utiliser aussi deux noms spéciaux pour l'unité SI. Pour l'unité SI de dose absorbée, la 15<sup>e</sup> Conférence Générale a déjà introduit en 1975 le nom spécial *gray*. Le CIPM recommande à la présente Conférence Générale d'approuver pour l'unité SI d'équivalent de dose le nom spécial *sievert* et le symbole Sv<sup>(1)</sup> : le sievert, ainsi que le gray, est égal au joule par kilogramme.

En général, le CCU n'aime pas recommander l'introduction de noms spéciaux pour les unités SI. Quand il y a un risque de confusion entre deux grandeurs ayant la même unité SI, on devrait toujours mentionner explicitement la grandeur dont il s'agit au lieu d'utiliser deux noms spéciaux pour la même unité. La réalité est cependant souvent différente : des valeurs numériques sont indiquées sans que soit mentionnée la grandeur dont il s'agit ; il existe alors un risque de confusion. En raison des dangers considérables pour la santé humaine qui pourraient résulter d'une erreur dans ce domaine, le CCU a décidé, dans ce cas spécial du domaine de la radioprotection, de faire exception et de recommander dans le domaine des rayonnements ionisants l'usage du nom spécial sievert pour l'unité SI d'équivalent de dose, afin d'éliminer toute confusion possible avec la dose absorbée exprimée en gray. Le CCU a d'ailleurs décidé que dans la prochaine édition de la brochure « Le Système International d'Unités (SI) » les unités becquerel, gray et éventuellement sievert seront classées dans un tableau à part rassemblant les unités SI dérivées ayant un nom spécial en raison de leur utilisation dans des domaines mettant en jeu la santé humaine.

L'attribution de quelques noms spéciaux aux unités SI qui doivent être utilisées dans ce domaine a fait l'objet de longues discussions à la Commission Internationale de Protection Radiologique (ICRP), à la Commission Internationale des Unités et Mesures de Rayonnements (ICRU), au CCU et enfin au CIPM.

Tenant compte de toutes les raisons mentionnées ci-dessus, le CIPM propose à la 16<sup>e</sup> CGPM le projet de résolution D.

### 4. *Projet de résolution E*

Le projet de résolution E concerne le *symbole du litre*. A proprement parler, le litre n'est pas une unité SI, mais une unité non cohérente — égale à 0,001 m<sup>3</sup> — dont l'usage est admis avec le SI. Le symbole l (minuscule) sanctionné pour l'unité litre prête à confusion avec le chiffre 1 dans les textes

---

<sup>(1)</sup> Le nom sievert est choisi d'après le nom du physicien suédois ROLF SIEVERT (1896-1966) qui fut l'un des pionniers de la protection contre les rayonnements.

imprimés et surtout dans les textes dactylographiés, raison pour laquelle on utilise déjà souvent un caractère italique au lieu d'un caractère romain.

La confusion entre le symbole *l* et le chiffre 1 est fortement ressentie aussi dans les pays qui sont en train de se convertir maintenant au SI. Plusieurs de ces pays ont déjà décidé d'utiliser le symbole L (majuscule) au lieu du symbole *l* (minuscule). Le CIPM reconnaît toutefois que le nom litre n'est pas dérivé d'un nom propre — ce qui justifie l'usage d'une lettre minuscule —, que le symbole *l* (minuscule) existe depuis fort longtemps dans de nombreuses législations et que, par conséquent, il ne peut pas être question de remplacer maintenant le symbole *l* (minuscule) par le symbole L (majuscule). Bien que le CIPM reconnaisse aussi que le choix d'un symbole unique serait souhaitable, il estime toutefois que des dérogations aux règles habituelles sont acceptables dans ce cas spécial du symbole d'une unité qui n'est pas une unité SI proprement dite. Le CIPM recommande donc d'adopter, à titre exceptionnel, les deux symboles *l* (minuscule) et L (majuscule) comme symboles utilisables pour l'unité litre, comme proposé dans le projet de résolution E.

#### 5. Questions diverses

Le CCU a tenu sa 5<sup>e</sup> session les 23 et 24 juin 1976 et sa 6<sup>e</sup> session du 17 au 19 mai 1978. Une grande variété de problèmes ont été étudiés concernant l'usage et le perfectionnement du SI et des propositions provenant d'autres organisations internationales.

Le CCU a aussi soigneusement étudié la proposition du Comité Consultatif de Photométrie et de Radiométrie (CCPR) de changer la définition d'une des unités de base du SI, la candela. Des explications et des commentaires détaillés sont donnés dans le rapport de J. Terrien, président par interim du CCPR. Le CCU est entièrement d'accord avec le projet de résolution C, soumis par le CIPM à l'approbation de la 16<sup>e</sup> Conférence Générale. Naturellement, en tenant compte de notre position vis-à-vis de l'évolution du SI, explicitée dans les principes mentionnés plus haut, on comprend qu'il y ait une hésitation à changer la définition d'une de nos unités de base. Mais il est nécessaire de tenir compte du développement scientifique moderne dans ce domaine de la photométrie et de la radiométrie. Les méthodes radiométriques ont maintenant atteint une exactitude meilleure que celle des mesures photométriques et c'est pourquoi le moment est maintenant venu d'abandonner la définition de la candela fondée sur une source lumineuse particulière. L'approbation du projet de résolution C est alors nécessaire pour adapter le SI aux développements de la science et de la technique.

Lecture est ensuite donnée du projet de résolution D sur le nom spécial « sievert » (p. 19) dans lequel les mots « ou d'indice d'équivalent de dose, » sont supprimés dans le dernier alinéa à la demande du CIPM.

Après une pause de 20 minutes, le PRÉSIDENT ouvre la discussion.

Mme HENRION (Belgique) indique que les milieux belges sont satisfaits d'avoir cette unité pour l'équivalent de dose ; ils critiquent toutefois l'expression « est égal au joule par kilogramme » et préféreraient dire « s'exprime en joule par kilogramme ».

Mr DE BOER répond que l'unité étant toujours le joule par kilogramme, le mot « égal » est justifié. Il existe un facteur de pondération dans la grandeur, mais l'unité reste bien la même.

Mr SZAMOTULSKI (Pologne) approuve le rapport du président du CCU et souhaite que les activités futures du CCU aboutissent à l'introduction complète du SI dans la pratique. Il demande en particulier que certaines remarques faites à la 6<sup>e</sup> session (1978) du CCU soient bien mentionnées dans la nouvelle édition de la brochure du BIPM sur le SI, notamment celle qui concerne les unités en dehors du SI maintenues temporairement.

**Projets de résolutions A, B, C, D, E : suite de la discussion et votes**

*Projet A* (p. 15) : Poursuite des études et travaux dans le domaine des masses

A la suite de la remarque faite par la Pologne à la 2<sup>e</sup> séance (p. 49), les mots « étalons de masse » ont été remplacés par « étalons du kilogramme » dans les premier et deuxième alinéas du considérant, et dans le premier alinéa de la recommandation.

Sur une remarque de Mr ROTTER (Autriche) et suivant une proposition de Mr GIACOMO, il est décidé de remplacer les mots « poussée de l'air » par « correction due à la poussée de l'air » dans le deuxième alinéa du considérant et à la fin de la recommandation.

Compte tenu de ces amendements, le projet de résolution A est finalement adopté à l'unanimité (*Résolution 1*, p. 99).

*Projet B* (p. 16) : Poursuite des recherches pour la réalisation des unités électriques

Mr GIACOMO lit un nouveau texte (projet B 1) qui amende le projet B pour tenir compte des remarques faites par la Pologne à la 2<sup>e</sup> séance (p. 53) ; les modifications portent sur les deuxième et troisième alinéas du considérant et sur la recommandation.

*Projet de résolution B 1*

La Seizième Conférence .....

*considérant*

l'importance pour toutes ..... l'ampère,

les progrès récents accomplis dans ces réalisations, progrès qui résultent à la fois de déterminations plus précises des constantes physiques et de l'amélioration des méthodes expérimentales mises en œuvre,

les divergences qui subsistent entre les résultats donnés par les différentes méthodes de réalisation des unités électriques,

la nécessité de ..... divergences,

l'amélioration de ..... unités,

*recommande* de poursuivre et d'intensifier les recherches sur les réalisations des unités électriques pour améliorer l'exactitude des déterminations expérimentales nécessaires aussi bien que celle des déterminations des constantes physiques qui entrent en jeu.

Mr SCHRADER (Rép. Féd. d'Allemagne) n'approuve pas cette nouvelle rédaction qui n'exprime pas clairement les intentions du Comité Consultatif d'Électricité de recommander la poursuite des recherches sur la réalisation des unités électriques par des méthodes directes et indirectes. Il note en outre qu'une seule constante physique, la permittivité du vide, joue un rôle dans la réalisation directe des unités électriques et il ne voit pas en quoi le projet B 1 apporte une amélioration au projet B.

La Délégation de la Pologne considère qu'il s'agit ici d'une question de mots et de terminologie. Pour elle, la méthode directe est une méthode de comparaison entre deux valeurs d'une même grandeur ; la méthode indirecte est celle où la valeur de la

grandeur à mesurer est déterminée à partir de la mesure, par la méthode directe, d'autres grandeurs liées à la grandeur à mesurer par une relation connue. Le partage entre ces deux méthodes n'est donc pas justifié.

Mr BLOUET (France) préfère le projet B.

Plusieurs délégations s'étant prononcées contre le projet B 1, le projet de résolution B est finalement adopté avec 1 voix contre (Pologne) (*Résolution 2*, p. 99).

*Projet D* (p. 19) : Nom spécial « sievert »

Compte tenu de l'amendement mentionné précédemment (p. 75), le projet de résolution D est adopté à l'unanimité (*Résolution 5*, p. 100).

*Projet E* (p. 19) : Symbole du litre

Mme SIMONSGAARD (Danemark) reconnaît que ce projet de résolution était nécessaire étant donné l'emploi qui se généralise des symboles l et L ; elle regrette toutefois que la règle admise pour l'écriture des symboles des noms d'unités qui ne sont pas dérivés de noms propres soit transgressée et elle espère que cette infraction sera la seule. Le PRÉSIDENT note que cette exception est en partie justifiée par le fait que le litre n'est pas une unité SI. Mme SIMONSGAARD souhaite qu'à l'avenir un seul symbole soit retenu et propose en conséquence de compléter le projet E par un texte dont elle donne lecture.

Cette proposition est acceptée par la Conférence ; le vote sur le projet E modifié est reporté à la 4<sup>e</sup> séance (p. 80).

Au sujet de la confusion entre la lettre l et le chiffre 1, Mr SZAMOTULSKI (Pologne) rappelle que le cas du symbole du litre n'est pas le seul ; il cite par exemple : lm (lumen) et 1m, lx (lux) et 1x.

*Projet C* (p. 17) : Définition de la candela

Mr KIPARENKO (U.R.S.S.) demande que le projet C soit revu dans son ensemble pour tenir compte des observations présentées par la Délégation soviétique au début de la séance (p. 63).

Mr GIACOMO estime qu'il serait préférable d'avoir une résolution séparée afin que la nouvelle définition de la candela, qui sera reprise dans les législations nationales, apparaisse clairement dans le projet C en dehors de toute considération annexe. Mr KIPARENKO accepte cette proposition.

MM. JENSEN (Danemark) et FERRO MILONE (Italie) demandent des précisions sur certains points de la rédaction du projet C.

Mme HENRION (Belgique) remarque que les grandeurs photopiques, scotopiques et mésopiques couvrent tout le domaine de la vision ; elle se demande si l'énumération de ces différentes grandeurs est bien nécessaire et si cela n'ajoute pas une complication inutile.

Mr TERRIEN considère qu'il est utile de mentionner les trois sortes de vision et présente quelques suggestions de modification rédactionnelle.

Mr de BOER indique que l'on est ici en présence de trois grandeurs définies par trois fonctions différentes de l'efficacité lumineuse relative spectrale ( $V(\lambda)$ ); il préférerait donc ne rien changer.

La suite de la discussion est reportée à la prochaine séance.

La séance est levée à 17 h 30 min.

\*  
\* \*

A 18 h, la Délégation des États-Unis d'Amérique a offert aux délégués et à leurs épouses une réception chez le Conseiller pour la Science et la Technologie de l'Ambassade.

---

---

## QUATRIÈME SÉANCE

### DE LA CONFÉRENCE GÉNÉRALE DES POIDS ET MESURES

TENUE AU CENTRE DE CONFÉRENCES INTERNATIONALES  
DU MINISTÈRE DES AFFAIRES ÉTRANGÈRES

19, avenue Kléber, Paris

LE JEUDI 11 OCTOBRE 1979, À 15 h 5 min

---

#### 12. Définition de la candela : suite de la discussion et votes des projets de résolutions

Mr DE BOER donne lecture du projet de résolution C 1 (projet C modifié) rédigé par MM. Terrien, Giacomo et Kiparenko. Dans ce projet C 1, seuls ont été conservés sans changement le deuxième alinéa du considérant et les points 1 et 3 de la décision du projet C (p. 17).

##### *Projet de résolution C 1*

La Scizième Conférence Générale des Poids et Mesures.

##### *considérant*

que malgré les efforts méritoires de quelques laboratoires il subsiste des divergences excessives entre les résultats de la réalisation de la candela à l'aide du corps noir étalon primaire actuel,

que les techniques radiométriques se développent rapidement, autorisant des précisions qui sont déjà analogues à celles de la photométrie et que ces techniques sont déjà en usage dans des laboratoires nationaux pour réaliser la candela sans avoir à construire un corps noir,

que la relation entre les grandeurs lumineuses de la photométrie et les grandeurs énergétiques, à savoir la valeur 683 lumens par watt pour l'efficacité lumineuse spectrale de la radiation monochromatique de fréquence  $540 \times 10^{12}$  hertz a été adoptée par le Comité International des Poids et Mesures en 1977,

que cette valeur a été reconnue suffisamment exacte pour le système des grandeurs lumineuses photopiques, qu'elle n'entraîne qu'un changement d'environ 3 % pour le système des grandeurs lumineuses scotopiques et que par conséquent elle assure une continuité satisfaisante,

que le moment est venu de donner à la candela une définition susceptible d'améliorer la facilité d'établissement des étalons photométriques et leur précision, et qui s'applique aux grandeurs photopiques et scotopiques de la photométrie.

##### *décide*

1. La candela est l'intensité lumineuse, dans une direction donnée, d'une source qui émet un rayonnement monochromatique de fréquence  $540 \times 10^{12}$  hertz et dont l'intensité énergétique dans cette direction est 1/683 watt par stéradian.

2. La définition de la candela (à l'époque appelée bougie nouvelle) décidée par le Comité International des Poids et Mesures en 1946 en vertu des pouvoirs conférés par la 8<sup>e</sup> Conférence

Générale des Poids et Mesures (CGPM) en 1933, ratifiée par la 9<sup>e</sup> CGPM en 1948, puis amendée par la 13<sup>e</sup> CGPM en 1967, est abrogée.

Mr BLEVIN (Australie) approuve les améliorations apportées au projet C pour tenir compte des observations de l'U.R.S.S. Dans le dernier alinéa du considérant, il pense que l'on devrait aussi inclure le mode de vision mésopique pour lequel la Commission Internationale de l'Éclairage cherche un accord international pour la définition des grandeurs dans ce domaine. Il suggère de modifier la fin de ce dernier alinéa ainsi : « ... et qui s'applique quel que soit le système de grandeurs photométriques considéré. »

Mr JENSEN (Danemark) accepterait cette proposition, mais il critique l'emploi du mot « système » qui peut conduire à des confusions.

Après une discussion à laquelle participent MM. TERRIEN, BLEVIN, ROTTER (Autriche) et DE BOER, il est finalement décidé de modifier la fin du dernier considérant comme suit :

« ..., et qui s'applique aux grandeurs photopiques et scotopiques de la photométrie et aux grandeurs à définir dans le domaine mésopique. »

Le projet de résolution C 1 ainsi modifié est adopté à l'unanimité (*Résolution 3*, p. 100).

Mr DE BOER donne ensuite lecture du projet de résolution G établi pour donner suite aux propositions présentées par l'U.R.S.S. à la 3<sup>e</sup> séance (p. 63).

#### *Projet de résolution G*

La Seizième Conférence Générale des Poids et Mesures,

*charge* le Comité International des Poids et Mesures d'organiser des comparaisons internationales afin que soit contrôlée l'uniformité des résultats photométriques obtenus avec la nouvelle définition de la candela,

*invite* les laboratoires nationaux à intensifier les travaux destinés à la réalisation de la candela selon la nouvelle définition, ainsi qu'à l'amélioration des procédés d'étalonnage photométrique et des méthodes de comparaison internationale.

Mr KIPARENKO déclare que le projet de résolution G correspond aux désirs de la Délégation soviétique.

Mr SZAMOTULSKI (Pologne) demande qu'à la troisième ligne de ce projet les mots « des mesures » soient ajoutés après « des résultats ». Cette demande est acceptée.

Compte tenu de cette modification rédactionnelle, le projet de résolution G est adopté à l'unanimité (*Résolution 4*, p. 100).

#### **Projet de résolution E 1 : symbole du litre**

Après la proposition de Mme Simonsgaard (Danemark) faite à la 3<sup>e</sup> séance (p. 77), le projet de résolution E modifié (projet E 1) est soumis à l'approbation de la



Conférence. Ce projet E 1 ne diffère du projet E (p. 19) que par l'adjonction des deux alinéas finaux.

*Projet de résolution E 1*

La Seizième Conférence Générale des Poids et Mesures,  
(suivent sans changement les cinq alinéas du projet E)  
*considérant* que dans le futur un seul des deux symboles devrait être retenu,  
*invite* le Comité International des Poids et Mesures à suivre le développement de l'usage des deux symboles et à donner à la 18<sup>e</sup> Conférence Générale des Poids et Mesures son avis sur la possibilité de supprimer l'un d'eux.

Après un amendement rédactionnel au *considérant* qui devient :

« *considérant* en outre que dans l'avenir un seul des deux symboles devrait être retenu »,

le projet de résolution E 1 ainsi modifié est adopté à l'unanimité moins 1 abstention (Rép. Féd. d'Allemagne) (*Résolution* 6, p. 101).

**15. Programme des travaux futurs du BIPM**

Mr GIACOMO se réfère au document « Programme de travail et budget du Bureau International des Poids et Mesures dans les quatre années 1981-1984 » qui a été remis aux Ambassades des États membres de la Convention du Mètre le 22 février 1979 et distribué aux délégués à l'ouverture de la Conférence.

Il résume ce document et en souligne quelques points essentiels. Les projets pour 1981-1984 concernent essentiellement le développement d'activités en cours au BIPM ou dans d'autres laboratoires, en particulier dans le domaine des longueurs (lasers) où, dans l'éventualité d'un changement de la définition du mètre, le BIPM devra pouvoir s'adapter immédiatement à ce changement. En ce qui concerne les étalons du kilogramme, des études et travaux nouveaux devront être entrepris si l'on veut progresser dans la conservation de l'unité de masse. Dans les autres domaines d'activité du BIPM : thermométrie, électricité, photométrie et radiométrie, des choix seront à faire dans le programme envisagé. En gravimétrie, les travaux en cours seront poursuivis. Le BIPM devra aussi apporter sa contribution dans un domaine où son activité a jusqu'ici été très réduite : les mesures de pression. Aucun développement n'est prévu en ce qui concerne les échelles de temps où le BIPM ne participe que d'une façon modeste à l'établissement du Temps Atomique International en liaison avec le Bureau International de l'Heure à Paris. Dans le domaine des rayonnements ionisants, une décision importante concernera les mesures neutroniques : l'acquisition d'une source de neutrons cent fois plus intense que la source dont dispose actuellement le BIPM afin que celui-ci puisse participer aux comparaisons internationales de dosimétrie neutronique.

Mr GIACOMO conclut en notant que des programmes prévus depuis dix ans n'ont pu être réalisés par manque de personnel, notamment dans la section des rayonnements ionisants dont l'effectif est resté stationnaire. Il considère que le

programme proposé doit néanmoins permettre au BIPM de poursuivre sa tâche au mieux des intérêts des États membres de la Convention du Mètre, en reportant à plus tard les projets les plus ambitieux.

Cet exposé et le document présenté ne donnent lieu à aucun commentaire.

**16. Dotation annuelle du BIPM pour la période 1981-1984**

**17. Incidence d'une nouvelle adhésion sur la répartition des contributions**

**19. Proposition de la Délégation espagnole (révision de la Convention du Mètre et de son Règlement annexé).**

Mr DE BOER rappelle qu'à sa 1<sup>re</sup> séance la Conférence a constitué un « Groupe de travail pour la dotation du BIPM » afin d'étudier la situation exposée dans la Convocation (pp. 20 et 21) et de soumettre des propositions à la Conférence Générale. Le rapport suivant résume les discussions qui ont eu lieu.

*Rapport de Mr de Boer, président du Groupe de travail*

Le « Groupe de travail pour la dotation du BIPM » s'est réuni dans la matinée des mardi 9 et mercredi 10 octobre 1979.

Il a étudié avec attention la dotation du BIPM à fixer pour les prochaines années. Comme cela est indiqué dans la Convocation aux points 16 et 17, il y a en effet deux problèmes : l'augmentation annuelle de la dotation à prévoir pour les années 1981 à 1984 (point 16) et la proposition de changement des pourcentages maximal et minimal des contributions des États membres de la Convention du Mètre (point 17).

En relation avec le point 17 (proposition d'une révision des pourcentages maximal et minimal), quelques pays ont demandé d'étudier la répartition des contributions dans son ensemble : en outre, un pays a demandé d'étudier les possibilités de changer la présentation du budget. La plupart des pays étaient d'accord pour approuver l'adoption des pourcentages maximal et minimal proposés par le CIPM et pour se limiter à cela, mais quelques pays subordonnaient leur accord à la condition que soit reconnue l'urgence d'une étude plus approfondie, comme cela a été aussi demandé dans la proposition de l'Espagne.

En ce qui concerne la proposition du CIPM faite dans la Convocation au point 17, une difficulté inattendue résulte d'un fait nouveau : le changement du coefficient ONU pour la République Populaire de Chine, changement qui doit intervenir le 1<sup>er</sup> janvier 1980. Pour cette raison, le Groupe de travail a choisi pour le projet de résolution F une formulation qui est indépendante de la valeur exacte du pourcentage de répartition calculé pour la République Populaire de Chine à partir du coefficient de l'ONU.

En ce qui concerne le point 16 (proposition d'augmentation annuelle de 14 % de la dotation du BIPM, à partir de la dotation de base), le Groupe de travail a pu, après de longues discussions, se mettre d'accord sur un pourcentage d'augmentation annuelle de 12 % ; seul le Royaume-Uni a exprimé son désir de s'abstenir dans le vote sur cette décision.

En conclusion, il semble toutefois utile de mettre encore l'accent sur l'opinion exprimée par quelques pays : l'urgence de créer un groupe de travail *ad hoc* afin de faire une étude approfondie du mode de répartition des contributions, de la présentation du budget et des possibilités de réviser la Convention du Mètre, comme cela a été proposé par la Délégation de l'Espagne.

Lecture est ensuite donnée du projet de résolution F rédigé en conclusion des discussions du Groupe de travail.

*Projet de résolution F*

La Seizième Conférence Générale des Poids et Mesures,

*considérant*

- l'importance des recherches effectuées et des services rendus par le Bureau International des Poids et Mesures dans les dernières années,
- la nécessité d'étendre son activité, d'améliorer constamment ses méthodes de travail et ses équipements ainsi que la qualification et la compétence de son personnel, afin de lui permettre de remplir sa mission de centre mondial de la métrologie scientifique,
- les retards inévitables accumulés depuis plusieurs années en raison d'une conjoncture économique difficile,

*considérant*

que par suite de l'adhésion de la République Populaire de Chine à la Convention du Mètre, la dotation annuelle qui sert de base pour calculer la dotation pour les années 1981-1984 est obtenue en multipliant la dotation annuelle du Bureau International des Poids et Mesures pour l'année 1980, votée par la 15<sup>e</sup> Conférence Générale des Poids et Mesures, par un facteur  $(100 + x)/100$ ,

où  $x$  représente le pourcentage de répartition calculé pour la République Populaire de Chine, à partir du coefficient de l'ONU valable au 1<sup>er</sup> janvier 1980, en appliquant la procédure adoptée par la 11<sup>e</sup> Conférence Générale des Poids et Mesures,

*décide*

que la partie fixe de la dotation annuelle du Bureau International sera augmentée de telle façon que l'ensemble de la partie fixe et de la partie complémentaire (définies à l'Article 6 (1921) du Règlement annexé à la Convention du Mètre), pour les États membres de la Convention du Mètre à l'époque de la 16<sup>e</sup> Conférence Générale des Poids et Mesures, soit obtenu pour les années 1981, 1982, 1983 et 1984 en multipliant la dotation de base par 1,12,  $(1,12)^2$ ,  $(1,12)^3$  et  $(1,12)^4$  respectivement.

*acceptant*

sans avis contraire le principe d'une proposition du CIPM, dûment notifiée à l'avance aux Gouvernements conformément à l'Article 6 (1921), paragraphe 5, du Règlement annexé à la Convention du Mètre de 1875,

*décide*

qu'à partir du 1<sup>er</sup> janvier 1981 les pourcentages de répartition maximal et minimal adoptés par la 11<sup>e</sup> CGPM seront multipliés par un facteur  $100/(100 + x)$ ,

où  $x$  représente le pourcentage de répartition calculé pour la République Populaire de Chine, à partir du coefficient de l'ONU valable au 1<sup>er</sup> janvier 1980, en appliquant la procédure adoptée par la 11<sup>e</sup> Conférence Générale des Poids et Mesures.

Mr DE BOER ajoute quelques explications sur ce projet F.

Dans la Convocation à la Conférence Générale (p. 21), les dotations du BIPM proposées pour 1981 à 1984 ont été établies à partir d'une dotation de base pour 1980 de 8 081 000 francs-or. Cette dotation de base a été obtenue en multipliant la dotation annuelle du BIPM pour 1980, votée par la 15<sup>e</sup> CGPM (c'est-à-dire 7 460 000 francs-or), par le facteur 1,0832 qui résulte de la contribution de la République Populaire de Chine, contribution calculée sur un pourcentage de répartition de 8,32 % d'après le coefficient (5,50) de l'Organisation des Nations Unies (ONU) appliqué actuellement à cet État.

Le coefficient de l'ONU pour la Chine devant être notablement diminué à partir du 1<sup>er</sup> janvier 1980 et le nouveau coefficient n'étant pas encore exactement connu, il

n'est pas possible actuellement de calculer la dotation de base à partir de laquelle on peut obtenir les dotations du BIPM pour 1981 à 1984. Ce fait est à l'origine de la rédaction du deuxième « *considérant* » du projet F.

Comme on l'a déjà mentionné dans le rapport précédent, le Groupe de travail a admis, après de longues discussions, une augmentation de la dotation du BIPM de 12 % par an ; cette conclusion se trouve dans l'alinéa « *décide* » après le deuxième considérant.

Les deux derniers alinéas du projet F sont relatifs au point 17 de l'ordre du jour. Mr DE BOER rappelle à ce sujet les explications données dans la Convocation (p. 21). Le CIPM avait proposé de diviser les pourcentages maximal et minimal des contributions des États par le facteur 1,0832, c'est-à-dire de fixer les nouvelles valeurs à 9,23 % (au lieu de 10 %) pour le maximum et à 0,46 % (au lieu de 0,5 %) pour le minimum afin d'éviter une augmentation anormale et considérable pour les États qui se trouvent au maximum ou au minimum. Du fait du changement du coefficient de l'ONU qui doit intervenir le 1<sup>er</sup> janvier 1980 pour la République Populaire de Chine, les chiffres proposés par le CIPM ne sont plus valables d'où les deux alinéas finaux « *acceptant* » et « *décide* » du projet F. Ces deux alinéas constituent en fait une proposition de modification des dispositions prévues à l'Article 20 (1921) du Règlement annexé à la Convention du Mètre pour la répartition des contributions. Conformément à l'Article 6 (1921) de ce même Règlement, le principe de cette modification a été proposé aux Gouvernements dans la Convocation (p. 21).

Au Groupe de travail, on a fait remarquer qu'il serait préférable de modifier tout le barème des contributions de notre Organisation. Cela ne peut être envisagé dans le présent projet de résolution F. L'étude d'une telle modification devrait être confiée à une commission ou à un groupe de travail chargé de réviser la Convention du Mètre, ainsi que l'ont demandé plusieurs pays.

Après une pause de 20 min, le PRÉSIDENT ouvre la discussion.

Mr DEAN (Royaume-Uni) fait la déclaration suivante :

« Si l'on soumet au vote la proposition d'une augmentation de 12 % par an de la dotation du BIPM pour les années 1981 à 1984 le Royaume-Uni s'abstiendra, et je pense qu'il est normal que la Délégation du Royaume-Uni fasse connaître à la Conférence Générale les raisons de sa position. Bien entendu, la position du Royaume-Uni a été nettement explicitée au cours des discussions qui ont eu lieu au « Groupe de travail pour la dotation du BIPM » mardi et mercredi de cette semaine.

« D'abord, je tiens à préciser que l'augmentation annuelle de 14 % proposée dans la Convocation a été considérée par le Royaume-Uni comme nettement trop élevée — en fait on a eu l'impression que ce chiffre n'était pas réaliste. Le Royaume-Uni était prêt à exprimer un vote positif pour un chiffre de 10 % d'augmentation annuelle pour les années 1981 à 1984 et c'est en fait la proposition que j'ai présentée au Groupe de travail. Au sein de ce Groupe j'ai bien expliqué que le Royaume-Uni ne pouvait voter de façon positive pour une augmentation annuelle de 12 %, mais que, ne voulant pas faire opposition aux avis exprimés par les autres Délégations, nous n'exprimerions pas de vote négatif sur la proposition d'une augmentation annuelle de 12 % — en d'autres termes le Royaume-Uni s'abstiendrait.

« Il n'est en aucun sens dans l'intention du Royaume-Uni de porter préjudice au Bureau International des Poids et Mesures. Au contraire, nous souhaitons et nous espérons que le BIPM

continuera à prospérer dans l'avenir. Il effectue un travail extrêmement important, il le fait bien, et nous avons toute confiance en son directeur et en son personnel. Je tiens à souligner ce point — le BIPM a la grande chance d'avoir Mr Giacomo et son personnel, comme il a eu la grande chance dans le passé d'avoir Mr Terrien comme directeur. Notre confiance se traduit par le fait que le Royaume-Uni a contribué aux travaux du BIPM de diverses façons — outre notre contribution annuelle. Nous avons par exemple envoyé récemment un expert métrologiste pour travailler pendant un an au BIPM. Ainsi le Royaume-Uni a une attitude très positive et, je l'espère, utile à l'égard des travaux du Bureau International et, comme je l'ai déjà dit, nous espérons voir le BIPM continuer à prospérer dans l'avenir.

« J'ai employé le mot « prospérer » de façon délibérée, car le Bureau International se trouve dans une situation financière aisée. Les quinze dernières années environ ont été une période de croissance active tant des activités du BIPM que des ressources financières à sa disposition, en valeur effective. Depuis 1965 le personnel du BIPM a nettement augmenté, les dépenses annuelles ont augmenté de 124 % en valeur effective — c'est-à-dire qu'elles ont plus que doublé, non pas en chiffres mais en termes de pouvoir d'achat réel et les réserves du BIPM sont passées de 31 % des dépenses de 1965 à 113 % des dépenses pour 1978. Si l'on se souvient que les dépenses annuelles du BIPM ont elles-mêmes augmenté en valeur effective, on peut voir que les réserves ont vraiment augmenté d'un facteur très élevé en valeur effective. Aussi, bien qu'il soit exact qu'il y ait eu quelques fluctuations d'une année sur l'autre pendant cette période, l'image générale est celle d'une croissance active et soutenue, et d'une situation financière aisée.

« Je pense que tous les pays représentés ici sont satisfaits, en fait heureux, que cette croissance du BIPM ait eu lieu et, de plus, ait eu lieu avec un arrière-plan de récession mondiale de l'activité scientifique. Mais il est important que nous soyons tous conscients de l'image et de la situation actuelles des finances du BIPM par rapport à ce qu'elles étaient au milieu des années 60. Ceci uniquement afin de mettre les choses au point avant de prendre des décisions importantes pour l'avenir.

« Compte tenu de ce qui précède, la position du Royaume-Uni est de considérer qu'un accroissement du budget de 10 % pour chacune des quatre années 1981 à 1984 n'est pas déraisonnable et qu'une augmentation de cet ordre ne peut nullement nuire au BIPM — en particulier compte tenu du haut niveau de ses réserves. Nous avons l'impression que 14 % aurait été déraisonnablement élevé. Une augmentation de 12 % par an, comme nous l'avons déjà dit, est un niveau auquel le Royaume-Uni n'opposera pas son veto, mais il exprimera son mécontentement en s'abstenant. Nous devons nous rappeler que nous ne parlons que d'une différence de 2 % par an — ou au pire 4 % par an — de la dotation du BIPM, et cela représente une somme qui, pendant la période qui nous intéresse, peut être trouvée sans aucun problème dans les réserves du BIPM.

« Bien entendu, la Délégation du Royaume-Uni comprend tous les arguments liés aux conséquences de l'inflation. Personne ne peut dire ce que sera l'inflation en 1983 et 1984 ni même, à vrai dire, ce qu'elle sera en 1981. Je pense que c'est là le fond de notre problème. Nous ne pouvons prévoir les dotations qu'il faudrait voter au BIPM afin qu'il effectue son programme sur les cinq années à venir. Nous comprenons tous la réticence des Gouvernements à engager des frais si longtemps à l'avance en tenant compte d'estimations d'inflation qui peuvent s'avérer très exagérément élevées. En ce qui concerne le Royaume-Uni, c'est à l'heure actuelle un des problèmes auxquels nous sommes particulièrement attentifs car notre Gouvernement a l'intention de procéder à des réductions substantielles des dépenses publiques.

« L'autre problème, lié au fait que l'on discute la dotation du BIPM à longue échéance, est celui de la responsabilité financière. Une fois la dotation votée par cette Conférence, le Royaume-Uni, ainsi que de nombreux autres pays, n'aura aucun contrôle formel de la façon dont cet argent est dépensé — et cela jusqu'à la fin de 1984. C'est une situation que nous ne trouvons pas satisfaisante.

« Finalement, pour résumer, nous avons le sentiment que le Royaume-Uni ne suscite aucune difficulté au BIPM en essayant de se départir un petit peu du chiffre irréaliste de 14 % d'augmentation annuelle avancé dans la Convocation. Si nous n'avions proposé aucune augmentation annuelle, cela aurait été une autre affaire. Mais de façon positive nous avançons 10 % et, en fait, nous ne nous opposerons pas à 12 %; aussi je pense que, compte tenu de la situation financière saine du BIPM, cela ne créera aucun problème.

« Je vous remercie, Monsieur le Président, de m'avoir permis d'exposer la position du Royaume-Uni. Me permettez-vous de terminer par une question au Président du Comité International ? C'est celle-ci.

A la page 21 de la Convocation, cinquième alinéa, il est dit que les ressources du BIPM sont demeurées pratiquement les mêmes pendant plus de dix ans. J'ai indiqué, et donne des chiffres détaillés à l'appui, qu'il n'en a pas été ainsi. Le Président du Comité International voudrait-il bien faire des commentaires ? »

Mr DUNWORTH fait observer que si une croissance a effectivement eu lieu pendant quelques années à partir de 1965, elle était due aux nouvelles activités du BIPM dans le domaine des rayonnements ionisants. Il a en revanche le sentiment que depuis 1965 les autres domaines d'activité du BIPM n'ont pas été développés comme ils auraient dû l'être.

Mr DEAN répond qu'une croissance considérable est intervenue durant la période de dix ans à laquelle il est fait allusion dans la Convocation et qu'il a le détail des chiffres pour appuyer son point de vue.

Mr DUNWORTH fait encore observer que dans l'accroissement des dépenses du BIPM il faut tenir compte du « facteur de sophistication » qui grève lourdement le coût des travaux scientifiques et des appareils utilisés. Quant au niveau des réserves financières du BIPM, c'est volontairement qu'on a pris des mesures pour faire face à des situations prévues ou imprévues.

Mr CAPUTO (Italie) :

« Le Gouvernement italien confirme son appréciation pour l'activité du Bureau International des Poids et Mesures et souhaite que soit développée dans l'avenir son irremplaçable fonction internationale.

« Toutefois, pour ce qui concerne le règlement annexé à la Convention du Mètre, il est d'avis qu'il mérite — après beaucoup de temps — une révision ou tout au moins une étude pour le mettre à jour.

« La Délégation italienne propose en conséquence la constitution d'un groupe de travail qui aurait pour tâche d'examiner surtout les trois points suivants : 1) structure du budget (budget ordinaire annuel, budget extraordinaire), 2) répartition des quotes-parts des contributions, 3) composition du CIPM

et elle souhaite qu'un tel groupe puisse être constitué d'urgence par cette Conférence, ce soir ou, au plus tard, demain matin. »

Mr JENSEN (Danemark) :

« Parlant au nom de la Délégation danoise, je désire souligner l'importance du BIPM, en particulier pour les petits pays.

« Dans plusieurs domaines de la métrologie, le BIPM est le laboratoire de pointe dans le monde et les comparaisons internationales d'étalons sont pour nous d'une importance fondamentale pour assurer l'uniformité dans l'ensemble du système métrologique.

« Une partie de cette activité ne serait pas possible sans l'existence des laboratoires nationaux dans quelques grands pays. La participation de ceux-ci aux travaux du BIPM constitue une contribution appréciable à l'ensemble du système métrologique dont bénéficient non seulement ces grands pays eux-mêmes mais aussi les pays qui ne possèdent pas de laboratoire national comparable.

« Pour un petit pays comme le Danemark, il est très important que les étalons de recherche et de travail au BIPM soient maintenus au moins au niveau actuel. Tant qu'il en est ainsi, nous pouvons être sûrs de tirer profit de l'expérience la plus élevée d'une institution qui est en partie nôtre.

« C'est pourquoi la Délégation danoise aurait volontiers accepté un accroissement nominal annuel de la dotation de 14 %. Si l'accord paraît pouvoir se faire sur 12 % nous voterons, malgré tout, pour ce

chiffre et nous ne pourrions alors qu'espérer que quelque chose sera fait pour limiter en France l'inflation à 12 % par an jusqu'à la prochaine Conférence Générale. »

Mr DENÈGRE (France) indique qu'un de ses collègues du ministère des Affaires Étrangères avait contesté l'augmentation annuelle moyenne (12,8 %) des traitements du personnel du BIPM, comparée à celle (9,8 %) qui a été accordée aux fonctionnaires français en 1978. Étant donné toutefois que les traitements des fonctionnaires du BIPM ne sont pas calculés sur l'indice des fonctionnaires français, mais d'après l'indice établi, à la demande de l'Organisation de Coopération et de Développement Économiques (OCDE), par l'Institut National de la Statistique et des Études Économiques (INSEE) pour certaines catégories de fonctionnaires des organisations internationales en poste à Paris, la Délégation française accepterait, compte tenu en outre des charges sociales en France, une augmentation annuelle de 12 % de la dotation du BIPM, tout en maintenant sa demande de création d'un groupe de travail.

Mr DENÈGRE ajoute que tout organisme doit évoluer afin d'éviter de se scléroser et souligne que la France est satisfaite du BIPM.

A la suite de cette intervention, Mr DE BOER donne des indications sur les traitements des fonctionnaires du BIPM qui sont calculés en « points-or » indexés sur les indices INSEE/OCDE. Entre le premier trimestre 1974 et le premier trimestre 1978, l'augmentation annuelle moyenne de cet indice a été de 12,14 %.

Mr COSTEA (Roumanie) :

« La Délégation roumaine estime comme particulièrement riche l'activité scientifique poursuivie par le Bureau International des Poids et Mesures et ses laboratoires, mais elle ne peut s'empêcher de remarquer que la dotation du BIPM va en augmentant d'une année à l'autre, arrivant même à doubler en moins de six ans.

« Si nous tenons compte du fait que la dotation qui a été prise comme base pour le calcul des dotations pour la période 1981-1984 contient les contributions du nouvel État membre qui a adhéré à la Convention du Mètre après la 15<sup>e</sup> Conférence, augmentant ainsi la dotation approuvée à cette occasion, il en résulte une augmentation moyenne annuelle non pas de 12 % mais de plus de 15 %.

« Devant cette situation, la Délégation roumaine considère qu'un maintien de l'actuelle augmentation annuelle de 12 % pour la période 1981-1984 est suffisante pour alimenter l'activité du BIPM telle qu'elle est prévue dans le « Programme des travaux futurs. »

Pour Mr DE BOER, le groupe de travail à constituer pour étudier les modifications à apporter à la Convention du Mètre devrait porter son attention sur les points suivants : 1) répartition des contributions des États, 2) modalité de vote de la dotation du BIPM, 3) nombre des membres du CIPM, 4) actualisation du texte de la Convention.

Il rappelle que la question de la révision de la Convention du Mètre a déjà été évoquée à la 9<sup>e</sup> Conférence Générale (1948), puis discutée aux 10<sup>e</sup> et 11<sup>e</sup> Conférences Générales (1954 et 1960) sans qu'un accord général ait pu être obtenu. Une recommandation du CIPM (1961) a constaté cette situation et le statu quo a été maintenu depuis.

Mr DE BOER ne voit toutefois pas d'objection à la constitution d'un « groupe de travail pour la révision de la Convention du Mètre » : ce groupe présenterait des propositions qui pourraient être soumises à la prochaine Conférence Générale.

Avant toute décision sur la création d'un groupe de travail, les Délégations du Canada et des États-Unis d'Amérique interviennent au sujet de la proposition de la Délégation espagnole (p. 23).

Mr PRESTON-THOMAS (Canada) présente les commentaires suivants dont il donne une lecture partielle :

« J'ai examiné soigneusement et avec intérêt la proposition de la Délégation espagnole. Voici la position canadienne sur les quatre points de cette proposition.

1. Proposition de porter le nombre des membres du CIPM à 30, ou bien un par état adhérent, soit 45 à l'heure actuelle. Je suis formellement opposé à cette proposition pour la raison suivante :

« L'article 3 de la Convention du Mètre charge explicitement le CIPM de la direction et de la surveillance du Bureau International, le CIPM lui-même étant placé sous l'autorité de la Conférence Générale des Poids et Mesures. Les articles 3, 4, 10 et 15 du règlement donnent une brève description des principales responsabilités du CIPM avec les articles 17, 18 et 19 qui concernent plusieurs tâches particulières.

« D'après la teneur de ces articles, il est évident que les rédacteurs de la Convention du Mètre désiraient que le CIPM soit un organe exécutif et directeur plutôt que représentatif. Les restrictions qui prévoient de ne pas avoir deux membres de la même nationalité, et que le président du CIPM et le directeur du BIPM ne soient pas de la même nationalité, permettent d'empêcher la prédominance involontaire d'un point de vue qui s'aligne sur les intérêts d'une seule nation quelle qu'elle soit, mais d'assurer plutôt que les propositions du CIPM sont motivées par les intérêts de la métrologie mondiale dans son ensemble.

« L'organe représentatif nécessaire créé par la Convention du Mètre est la Conférence Générale, que l'on peut considérer comme un organe ayant un point de vue *politique*. De plus, à la suite des dispositions prises par le CIPM ces dernières années, les divers Comités Consultatifs ont été encouragés à devenir des organes représentatifs au niveau de la *technique*, leur composition permettant à tous les pays membres qui le souhaitent d'apporter leur participation.

« Comme c'est généralement le cas pour les organes représentatifs, la Conférence Générale est trop nombreuse et trop lourde pour être à l'origine d'actions constructives ayant un caractère détaillé. Elle est toutefois très bien adaptée à la tâche importante qui consiste à exprimer son accord, son désaccord ou apporter des modifications mineures aux propositions que lui fait le CIPM.

« Le nombre des membres du CIPM a été limité (par l'article 8 du Règlement) à un niveau qui permet à ce Comité d'être raisonnablement efficace comme organe de travail. Le CIPM serait probablement déjà trop nombreux pour être efficace, n'était la liberté dont il jouit de choisir son mode de fonctionnement. Il peut ainsi inviter des experts de l'extérieur (par exemple le directeur du Bureau International de l'Heure, les directeurs de divers laboratoires nationaux) à prendre part temporairement à ses délibérations ; il dispose de l'aide inappréciable de Comités Consultatifs hautement qualifiés ; il peut faire appel aux connaissances spécialisées et à l'aide du personnel des laboratoires du BIPM, selon qu'il juge l'une ou l'autre de ces façons de faire nécessaire.

« Le CIPM est néanmoins, à mon avis, à peu près à la limite supérieure en nombre pour un comité efficace. Toute augmentation notable, dans le but superficiellement tentant de le rendre plus représentatif, aurait pour résultat inévitable de l'obliger à modifier son mode de fonctionnement. Un « comité restreint » se créerait ; il comprendrait vraisemblablement le bureau (c'est-à-dire le président, le vice-président, le secrétaire) et un ou deux autres membres ; ce comité restreint présenterait des propositions pour ratification au grand comité. Ainsi, loin d'accroître le caractère représentatif du CIPM (l'augmentation apparente serait une illusion), le caractère assez large de la composition actuelle du CIPM serait réduit à néant. Si compétents que soient ses membres individuels, le CIPM serait remplacé par un comité dont la base serait de beaucoup plus restreinte.



« D'après ce qui précède, ma conclusion est qu'il faut continuer à limiter le CIPM à un maximum de dix-huit membres. De plus, cette disposition ne doit pas être tournée en faisant appel à des membres associés.

« 2. Proposition concernant le vote de la dotation du BIPM à la majorité des deux-tiers, au lieu de la disposition actuelle qui exige l'absence de vote négatif. Quoique cette proposition vise une difficulté qui est bien réelle, je n'y adhère pas.

« La situation actuelle, selon laquelle une proposition budgétaire de la CGPM peut être bloquée par un seul vote négatif, est extrêmement gênante. Il est clair que les rédacteurs de la Convention du Mètre cherchaient à protéger l'institution contre des modifications irresponsables, mais c'était à une époque où la stabilité des (principales) monnaies pouvait de façon plausible être considérée comme permanente. Permettre au BIPM de retrouver quelque chose de grossièrement équivalent à ces conditions du 19<sup>e</sup> siècle nécessiterait une variation automatique des contributions nationales qui serait proportionnelle au taux d'inflation (en francs-or) à Sèvres ; toute autre proposition de variation, que ce soit en plus ou en moins, pourrait se heurter au veto d'une délégation individuelle.

« Des dispositions ainsi modifiées pourraient encore être considérées comme non satisfaisantes, car elles donneraient trop de pouvoir à un seul vote de blocage. Toutefois, l'autre cas extrême, celui d'un pouvoir financier illimité donné à un simple vote de majorité, pourrait conduire à des abus, par exemple à un accroissement controversé de la dotation dont la plus grosse partie devrait être assurée, peut-être contre leur gré, par une petite minorité d'états membres.

« C'est vraisemblablement pour se prémunir contre des actions de majorité qui pourraient être involontairement malencontreuses que la proposition de la Délégation espagnole demande un vote à la majorité des deux-tiers sur les questions budgétaires. Une proposition antérieure, faite à la 11<sup>e</sup> Conférence Générale en 1960, demandait un vote à la majorité des trois-quarts dans ces cas-là. Je pense que même cette dernière disposition ne peut pas constituer une sauvegarde suffisante. Si un changement doit intervenir (et il ne me paraît pas évident qu'un changement soit nécessaire), je préférerais voir une disposition prévoyant soit une majorité à 80 % (c'est-à-dire pas plus de 9 oppositions sur 45 votes), soit des majorités simples à la fois du nombre d'adhérents et du montant des francs-or. Actuellement, cette dernière disposition demanderait 23 votes positifs et des votes positifs s'élevant à plus de 50 % dans la colonne « Pourcentage de répartition » du tableau habituel des « Parts contributives. »

« Il est probablement utile de rappeler à ce sujet que le bon fonctionnement du BIPM dépend essentiellement d'un nombre relativement petit d'états membres, non seulement à cause de leur contribution financière directe (67 % de la dotation du BIPM sont assurés par 9 états membres), mais aussi à cause de l'apport non monétaire extrêmement substantiel des grands laboratoires nationaux.

« Une très grosse partie des recherches qui conduisent à des progrès dans le SI sont effectuées dans ces laboratoires, le rôle du BIPM étant essentiellement un rôle de coordination. Il est donc doublement essentiel de conserver l'appui enthousiaste manifesté en faveur de la Convention du Mètre par les pays qui ont un grand laboratoire national. Cet appui pourrait être compromis par des propositions financières bien intentionnées, mais peut-être mal étudiées, votées par une majorité qui n'aurait qu'une expérience limitée de la mise en œuvre de systèmes métrologiques complexes.

« 3. Proposition de révision des pourcentages de répartition des contributions.

Je ne vois aucune nécessité à cela.

« 4. Proposition de création par la Conférence Générale d'une commission chargée de préparer des recommandations spécifiques, conformément aux points 1, 2, 3 ci-dessus en vue de changements à apporter à la Convention du Mètre.

« D'autres propositions antérieures pour apporter des modifications au traité ont été présentées aux 4<sup>e</sup>, 7<sup>e</sup> et 11<sup>e</sup> Conférences Générales par le CIPM (les premières concernaient quelques changements dans le Règlement, les secondes touchaient à la fois la Convention et le Règlement, et les troisièmes n'ont pas eu de suite). Je pense que ces précédents méritent d'être suivis et que si la Conférence Générale estime que le traité doit être modifié sur quelques points précis, le mode opératoire convenable pour elle est de

demander au CIPM de préparer les modifications appropriées pour étude par la Conférence Générale suivante. »

Mr AMBLER (États-Unis d'Amérique) :

« La proposition faite par le Gouvernement espagnol à la présente Conférence Générale de créer une commission spéciale pour étudier d'éventuelles modifications de la Convention du Mètre a été considérée avec beaucoup de soins par mon Gouvernement. Nous aimerions vous faire part de nos réflexions et des conclusions auxquelles nous sommes parvenus.

« Pour commencer, nous nous sommes posé cette question : « La Convention du Mètre a-t-elle fonctionné avec succès ? » Notre réponse à cette question est catégorique : « oui, elle a fonctionné avec succès ». Je vais préciser ce que nous entendons par « avec succès ». Nous voulons dire par là que, travaillant avec les organes créés par la Convention du Mètre, toutes les nations concernées ont pu se mettre d'accord sur un système de mesure perfectionné et détaillé — système qui a été adopté dans le monde entier pour les mesures de base.

« Ce système a été mis au point de façon harmonieuse avec la contribution technique de nombreuses nations. Le fonctionnement des organes de la Convention du Mètre a permis à toutes les nations qui souhaitent apporter leur contribution technique de le faire.

« Examinons les caractéristiques essentielles de la Convention du Mètre qui lui ont permis de fonctionner avec succès. Nous pensons que les rédacteurs de la Convention ont fait preuve de sagesse dans leurs réflexions. Les organes qu'ils ont créés ont résisté à l'épreuve du temps et de l'expérience. Le laboratoire, le comité technique qui oriente les activités de ce laboratoire et cette conférence intergouvernementale qui nous réunit cette semaine, ont tous prouvé qu'ils fonctionnent avec efficacité.

« Mon Gouvernement est convaincu qu'un facteur essentiel de ce succès a été l'orientation technique de tous nos débats. La logique scientifique a prévalu ; les motivations politiques ont très rarement pesé sur les décisions officielles prises par cette conférence.

« Améliorer quelque chose qui fonctionne déjà avec succès est une tâche difficile. Nous reconnaissons qu'à certains égards nos règles de fonctionnement sont inconfortables, mais dans la pratique elles ont rarement conduit à des difficultés. Et lorsque cela a été le cas, les problèmes ont aisément trouvé leur solution.

« Nous ne voyons aucune modification de ce traité qui nous aiderait à travailler avec plus d'efficacité. Nous pensons que des tentatives pour modifier la Convention risquent de se heurter à de nombreux obstacles politiques. De plus, de telles tentatives risqueraient d'introduire de façon permanente dans nos activités quotidiennes des problèmes politiques qui, de par leur nature même, ne peuvent être résolus avec la logique scientifique.

« Mon Gouvernement est convaincu que la Convention du Mètre a fait la preuve de son efficacité. La création d'une commission pour examiner d'éventuelles modifications coûterait du temps et de l'argent ; elle serait inutile et risquerait de mettre en péril le succès futur de nos programmes. Nous demandons instamment à la présente Conférence de ne pas créer de commission spéciale pour examiner d'éventuelles modifications de la Convention du Mètre. »

Après avoir écouté toutes les interventions précédentes, Mr PERLSTAIN (Suisse) constate que le programme des travaux futurs qui a été exposé au point 15 n'a donné lieu à aucune objection ; la présente Conférence doit donc donner au BIPM les moyens de réaliser ce programme et lui permettre de continuer à jouer son rôle qui est important pour les petits pays. Il donne en conséquence son accord pour une augmentation annuelle de 14 %, ou éventuellement de 12 %, de la dotation du BIPM.

En ce qui concerne le groupe de travail envisagé, Mr PERLSTAIN approuve les interventions des Délégations canadienne et américaine et n'est pas favorable à la création d'un tel Groupe.

Mr DE BOER rappelle à la Conférence que durant les discussions au « Groupe de travail pour la dotation du BIPM » deux points importants ont été soulevés par plusieurs pays : la répartition des contributions des États et le nombre des membres du CIPM. Le premier point ne peut toutefois être résolu maintenant, bien que quelques pays en fassent une condition de leur vote de la dotation du BIPM à cette Conférence. Il y a donc intérêt à constituer le groupe de travail proposé pour que le point de vue de ces pays puisse être étudié.

Sur la proposition de Mr DUNWORTH, la suite de la discussion et le vote sur la dotation du BIPM sont reportés à la séance suivante.

La séance est levée à 17 h 30 min.

---

---

## CINQUIÈME SÉANCE

### DE LA CONFÉRENCE GÉNÉRALE DES POIDS ET MESURES

TENUE AU CENTRE DE CONFÉRENCES INTERNATIONALES  
DU MINISTÈRE DES AFFAIRES ÉTRANGÈRES

19, avenue Kléber, Paris

LE VENDREDI 12 OCTOBRE 1979, A 10 h

---

**16. Dotation annuelle du BIPM pour la période 1981-1984 ( suite )**

**17. Incidence d'une nouvelle adhésion sur la répartition des contributions ( suite )**

**19. Proposition de la Délégation espagnole (révision de la Convention du Mètre et de son Règlement annexé) ( suite )**

Mr DE BOER rappelle que si le « Groupe de travail pour la dotation du BIPM » a approuvé sans avis contraire le projet de résolution F, il a néanmoins rencontré des difficultés sérieuses au sujet de la proposition de modifier le mode de répartition des contributions des États. Plusieurs pays ont en effet exprimé le désir que la présente Conférence Générale constitue un autre groupe de travail pour étudier cette question ; d'autres, notamment le Canada, les États-Unis d'Amérique et la Suisse, sont en revanche opposés à la constitution d'un tel groupe.

Quelques pays ont aussi insisté pour que soit examinée la proposition de la Délégation espagnole (p. 23) concernant les modifications à apporter éventuellement à la Convention du Mètre.

Avant de poursuivre la discussion, Mr DE BOER propose un vote *indicatif* sur le projet de résolution F (p. 83). Ce vote, auquel participent 36 États (Mexique et Turquie non présents), donne le résultat suivant :

pour : 30

pour, sous réserve de la création d'un groupe de travail : 1 (France)

abstentions : 5 (Inde, Indonésie, Italie, Royaume-Uni, Thaïlande).

La Délégation de l'Italie précise que dans un vote définitif son abstention serait transformée en vote « contre » si le groupe de travail proposé n'était pas constitué.

Après ce vote indicatif et avant de passer au vote définitif, le PRÉSIDENT ouvre la discussion sur la constitution d'un nouveau groupe de travail pour la dotation du

BIPM et la proposition espagnole dont dépendent l'adoption ou le rejet du projet de résolution F.

Mr RIVAS MARTINEZ (Espagne) expose les différents points de la proposition de la Délégation espagnole et conclut à la nécessité de créer un groupe de travail pour étudier d'ici à 1983 les modifications à apporter au texte actuel de la Convention du Mètre et de son Règlement annexé. Les propositions qui seraient faites devraient être soumises à tous les États membres de la Convention.

Mr CAPUTO (Italie) remarque que les motifs de la Délégation italienne pour la création d'un groupe de travail diffèrent un peu de ceux de l'Espagne. Devant la situation économique mondiale actuelle qui touche toutes les organisations internationales, il estime nécessaire que la dotation du BIPM soit examinée chaque année.

Mr RIVAS MARTINEZ indique que, s'il n'a parlé que des modifications à apporter à la Convention du Mètre, il approuve toutefois la proposition d'inclure la question de la dotation du BIPM et de sa répartition dans le programme du groupe de travail à constituer.

Mr DENÈGRE (France) est en faveur d'un groupe de travail pour étudier les modifications à la Convention du Mètre. Il souhaite toutefois que la question de la dotation du BIPM soit dissociée de celle du Règlement annexé à la Convention du Mètre.

Mr DEAN (Royaume-Uni) :

« Le Royaume-Uni pense que la proposition espagnole soulève des problèmes de la plus haute importance. Bien que nous ne soyons pas d'accord sur les détails de la proposition telle qu'elle est faite, il est toutefois exact qu'un certain nombre de questions fondamentales doivent être posées et qu'une commission ou un groupe de travail doit être créé pour étudier les sujets en question.

« Le Royaume-Uni pense que la question la plus importante est celle de la composition du Comité International. Nous ne pensons pas qu'un Comité nombreux — disons comprenant plus de 18 à 20 membres — soit souhaitable, mais il est important que les règles relatives à la composition du Comité International soient correctes. Il est nécessaire de changer ou modifier les règles actuelles. L'appartenance au Comité International de tous ses membres devrait être reconsidérée de façon régulière.

« Le Royaume-Uni appuie donc la proposition faite de créer un groupe de travail. Mais celui-ci doit avoir une mission bien définie et en quelque sorte limitée. Il devrait présenter un rapport dans un délai nettement inférieur à quatre ans soit à la Conférence Générale elle-même, soit à un corps de représentants nationaux, disons en 1981. »

Mr PODGÓRSKI (Pologne) :

« La Délégation polonaise est d'avis qu'il est nécessaire de traiter séparément le problème de la dotation et celui de la constitution d'un groupe de travail dont la tâche sera d'analyser l'activité de tous les organes de la Convention du Mètre.

« En ce qui concerne ce groupe, elle estime que c'est la tâche principale du Comité International des Poids et Mesures d'analyser l'activité de tous les organes de la Convention. Elle propose donc de charger le CIPM de préparer cette analyse et de présenter ses propositions à la Conférence Générale suivante, le CIPM étant autorisé à créer les groupes de travail nécessaires, mais qui ne seraient pas composés seulement de membres du CIPM.

« La Délégation polonaise considère que cette façon de procéder est conforme à la Convention du Mètre actuelle. »

Le PRÉSIDENT considère que la proposition de la Pologne apporte un point de vue nouveau et constitue une solution de compromis intéressante. La Conférence doit faire tout son possible pour que la dotation du BIPM soit votée sans avis contraire et éviter ainsi la convocation d'une autre session de la Conférence Générale.

Mr RIVAS MARTINEZ estime nécessaire de bien préciser les deux points en discussion : 1° le vote de la dotation du BIPM et la répartition des contributions entre les États ; 2° la proposition espagnole. Il considère que la Conférence doit d'abord traiter le premier point.

La Délégation de la Yougoslavie appuie la proposition de l'Espagne et la création d'un groupe de travail. La Convention du Mètre a joué et continue de jouer un rôle important dans la coopération internationale, et la Conférence doit faire en sorte que ce rôle soit maintenu dans l'avenir compte tenu des transformations rapides qui se produisent dans tous les Pays. Une révision éventuelle de la Convention du Mètre est donc d'une grande importance pour le BIPM.

Mr WERNER (Rép. Dém. Allemande) approuve la proposition de la Délégation polonaise.

Mr DEAN confirme que le Royaume-Uni considère comme importante la création d'un groupe de travail ; la composition de ce groupe devrait toutefois être décidée par la Conférence Générale et non pas laissée à la seule initiative du CIPM dont les membres ne représentent pas leur gouvernement.

Mr PERLSTAIN (Suisse) approuve, suivant la proposition de la Pologne, la création d'un groupe de travail du CIPM élargi à d'autres personnes.

Mr CAPUTO (Italie) accepte les propositions de MM. Podgórski et Dean et propose que les délégués de quatre États fassent partie du groupe de travail que pourrait constituer le CIPM.

En réponse à une question de Mr DENÈGRE sur les modalités de constitution d'un groupe de travail, Mr DE BOER répond que rien ne s'oppose à ce que la Conférence Générale ou le CIPM crée un tel groupe.

Après avoir résumé les différentes propositions en présence, Mr DE BOER propose que la Conférence Générale crée un groupe de travail *ad hoc* ayant pour tâche :

« d'étudier d'une façon générale les principes des propositions faites par l'Espagne et par les Délégations de l'Italie, de la France et du Royaume-Uni ainsi que les remarques faites par d'autres Délégations pendant la présente Conférence :

« de faire un rapport et de formuler des recommandations sur l'opportunité et sur la nécessité de compléter cette étude de principe par des études plus approfondies. »

et que la Conférence Générale charge le CIPM :

« 1° d'étudier le rapport du groupe de travail *ad hoc* ;

« 2° de prendre les mesures possibles sur la base des recommandations et conclusions du groupe de travail *ad hoc* ;

« 3° de présenter un rapport à la prochaine Conférence Générale. »

MM. RIVAS MARTINEZ et DEAN estiment que le groupe de travail *ad hoc* à créer devra présenter son rapport directement à la Conférence Générale ; le CIPM recevra ce rapport pour commentaires.

Mr DE BOER répond que selon le règlement de la Convention du Mètre, le CIPM agit pour la Conférence Générale dans l'intervalle de ses sessions. Il précise sa précédente intervention en déclarant que le rapport du groupe de travail *ad hoc* qui sera établi entre deux Conférences Générales sera aussi remis au CIPM pour étude et commentaires, mais que ce rapport sera présenté *in extenso* à la prochaine Conférence Générale.

Cette proposition reçoit l'assentiment de MM. RIVAS MARTINEZ, CAPUTO et DEAN, ce dernier demandant toutefois que la Conférence Générale déclare que le groupe de travail *ad hoc* lui présentera son rapport de façon formelle, sans dépendre du CIPM. Mr RIVAS MARTINEZ demande en outre que les États qui seront représentés dans ce groupe de travail *ad hoc* le soient par leur chef de délégation.

Mr KIND (Rép. Féd. d'Allemagne) a l'impression, après avoir entendu les interventions précédentes, que la Conférence a affaire à une organisation dont personne n'est satisfait, alors qu'elle lui a exprimé sa satisfaction dans les séances précédentes. Il est important que la dotation du BIPM soit votée, mais un Pays désire une décision sur la création du groupe de travail avant ce vote. Bien que la Délégation de la République Fédérale d'Allemagne ne soit pas en faveur de cette demande, elle se rallie néanmoins à la proposition présentée par plusieurs Pays et propose de passer au vote de la dotation du BIPM.

Mr RIVAS MARTINEZ suggère que le groupe de travail *ad hoc* soit composé des représentants de douze États : quatre du groupe à contribution maximale, quatre du groupe à contribution minimale et quatre du groupe à contributions intermédiaires.

Mr AMBLER (États-Unis d'Amérique) rappelle la position de sa Délégation, exposée à la précédente séance, contre la création d'un groupe de travail. Tout en maintenant cette position, la Délégation des États-Unis constate que d'autres Pays désirent la création d'un tel groupe ; les États-Unis ne s'opposeront donc pas à ce désir et sont disposés à participer aux travaux de ce groupe.

Le PRÉSIDENT constate qu'aucune Délégation ne s'oppose à la création du groupe de travail *ad hoc* proposé par Mr DE BOER et espère qu'après les explications données la dotation du BIPM pourra être votée sans avis contraire.

Mr CAPUTO (Italie) dit qu'il a reçu des instructions formelles de son Gouvernement en ce qui concerne la création du groupe de travail qu'il aurait souhaité voir constituer avant le vote de la dotation. Il prendra néanmoins la responsabilité de s'abstenir dans ce vote.

Le PRÉSIDENT passe au vote définitif du projet de résolution F (p. 83). 37 États participent au vote par appel nominal (Turquie non présente) qui donne le résultat suivant :

pour : 34 ; abstentions : 3 (Inde, Italie, Royaume-Uni).

La dotation du BIPM pour la période 1981 à 1984 est donc adoptée sans avis contraire (*Résolution 7*, p. 101).

Après une interruption de séance de 25 min, le PRÉSIDENT aborde la constitution du groupe de travail *ad hoc*.

Mr DE BOER propose que ce groupe soit composé de représentants des États membres du « Groupe de travail pour la dotation du BIPM » (p. 42) en ajoutant encore deux États à contributions intermédiaires : la République Démocratique Allemande et la Norvège. La liste s'établit donc comme suit <sup>(1)</sup> :

4 États à contribution maximale : Rép. Féd. d'Allemagne, États-Unis d'Amérique, Japon, U.R.S.S.

8 États à contributions intermédiaires : Rép. Dém. Allemande, Brésil, Rép. Pop. de Chine, Espagne, France, Italie, Norvège, Royaume-Uni.

2 États à contribution minimale : Bulgarie, Roumanie.

Il propose aussi que le directeur du BIPM assiste aux réunions de ce Groupe de travail qui auront lieu au Pavillon de Breteuil à Sèvres.

La Conférence Générale approuve à l'unanimité cette composition, ainsi que la proposition de confier la présidence du Groupe de travail à Mr de Boer.

A MM. DEAN (Royaume-Uni) et DENÈGRE (France) qui demandent que soient fixés le mandat et la date du rapport du Groupe de travail, Mr DE BOER répond que ce Groupe sera chargé d'étudier d'une façon générale, ainsi qu'il l'a déjà proposé plus haut, les principes des propositions faites par l'Espagne et par les Délégations de l'Italie, de la France et du Royaume-Uni ainsi que les remarques faites par d'autres Délégations à cette Conférence, et d'établir un rapport pour la prochaine Conférence Générale. Ce rapport sera communiqué au CIPM pour information afin que le CIPM puisse prendre les mesures appropriées et donner en temps utile son avis sur ce rapport à la prochaine Conférence Générale.

Quant à la date à laquelle ce rapport pourra être terminé, Mr de Boer pense qu'un délai de l'ordre de deux ans paraît raisonnable.

#### 18. Progrès du Système métrique et diffusion du Système International d'Unités

Mr GIACOMO indique que de nombreux Pays adoptent progressivement les mesures métriques et il remercie les organismes qui ont envoyé des informations pour l'établissement du rapport « Les récents progrès du Système métrique » préparé par H. Moreau du BIPM. Ce rapport, distribué à tous les Délégués dans sa rédaction provisoire, est reproduit page 103 en tenant compte des informations complémentaires reçues durant ou peu de temps après la Conférence Générale.

La Délégation des États-Unis d'Amérique a déposé sur le bureau de la Conférence

---

<sup>(1)</sup> Par suite d'une regrettable erreur, le Brésil et la Roumanie n'ont pas été mentionnés explicitement dans la liste des États membres du « Groupe de travail pour la dotation du BIPM » qui a été lue en séance.



un document sur la situation de la conversion métrique dans ce Pays; les informations que contient ce document sont incorporées au rapport du BIPM.

### 19. Propositions des Délégations

La proposition de la Délégation de l'Espagne (p. 23) a été discutée avec les points 16 et 17 (*voir* p. 82 et p. 92).

Aucune autre proposition n'a été présentée.

### 20. Renouvellement par moitié du Comité International

Conformément à l'Article 8 (1921) du Règlement annexé à la Convention du Mètre, la Conférence Générale procède au renouvellement par moitié du CIPM. Les neuf membres sortants sont : les six membres (MM. Guinot, Jensen, Kind, Kiparenko, Steinberg, Wang Daheng) cooptés depuis la 15<sup>e</sup> Conférence Générale et trois membres (MM. de Boer, Sakurai, Verma) désignés par le sort. Ces neuf membres sont rééligibles et le CIPM les présente aux suffrages de la Conférence Générale. Aucune autre candidature n'est présentée.

La votation a lieu par État, à bulletin secret. Le scrutin, dépouillé par trois scrutateurs (délégués de la Rép. Féd. d'Allemagne, de la France et de la Hongrie) pendant une interruption de séance, donne le résultat suivant :

Nombre de bulletins de vote : 37. Ont obtenu :

Membres sortants rééligibles		MM. J. DE BOER .....	37 voix
		B. GUINOT .....	36
		H. H. JENSEN .....	37
		D. KIND .....	37
		V. I. KIPARENKO .....	35
		Y. SAKURAI .....	37
		R. STEINBERG .....	36
		A. R. VERMA .....	36
		WANG Daheng .....	34

Les neuf membres présentés par le CIPM sont donc réélus (*applaudissements*).

### 21. Questions diverses

Aucune intervention n'est faite en séance.

Mr FREDERIKSEN, représentant de l'UNESCO, avait prévu de faire une intervention à ce point de l'ordre du jour lors de la sixième et dernière séance de la Conférence fixée le vendredi 12 octobre à 15 h. La Conférence s'étant terminée à la cinquième séance, Mr Frederiksen a remis ultérieurement au BIPM le texte suivant :

« Depuis la 15<sup>e</sup> Conférence Générale des Poids et Mesures, les activités de l'Unesco relatives à l'assistance aux pays en développement dans les domaines de la métrologie, des essais et de l'entretien d'instruments scientifiques se sont largement développées.

« Un nouveau programme d'aide pour l'organisation de séminaires régionaux en métrologie a débuté en décembre 1978 avec un séminaire à Colombo, Sri Lanka. Il est prévu d'ores et déjà l'organisation de séminaires similaires en Amérique latine et dans les pays arabes en 1980. L'organisation de ces séminaires est faite en collaboration avec des organisations régionales telles que l'Organisation des Pays arabes pour la Standardisation et la Métrologie (ASMO) et l'Organisation africaine de Normalisation (ORAN).

« Ce programme est exécuté en coopération avec l'Organisation Internationale de Métrologie Légale, et nous espérons pouvoir l'étendre dans les prochaines années aux organisations internationales concernées, dont le Bureau International des Poids et Mesures.

« Il serait également intéressant de mentionner que l'Unesco a accordé en 1978 et 1979, sous son Programme de Participation, une aide financière substantielle à la Bolivie, au Népal et à la République populaire démocratique de Corée pour l'achat de fournitures destinées à des laboratoires de métrologie. »

\*  
\* \*

Au moment où s'achèvent les travaux de la 16<sup>e</sup> Conférence Générale, Mr DUNWORTH, président du CIPM, exprime sa gratitude au Président P. Jacquinot qui a dirigé avec tact et courtoisie les débats à la satisfaction de tous (*applaudissements*).

Ses remerciements vont aussi au Secrétaire de la Conférence, Mr de Boer, qui, en dehors de ses fonctions au CIPM, a assumé la lourde tâche de présider le « Groupe de travail pour la dotation du BIPM », consacrant ainsi de nombreuses heures à nos problèmes (*applaudissements*).

En conclusion, Mr Dunworth constate que cette Conférence, dont la préparation a demandé beaucoup de travail, se termine sur de bons résultats et il invite les Délégations à s'en réjouir.

Mr RIVAS MARTINEZ intervient, au nom de tous les Délégués, pour féliciter le Président Jacquinot pour la maîtrise avec laquelle il a conduit les discussions, et remercier le président du CIPM, le directeur du BIPM et tout son personnel pour le bon déroulement de la Conférence.

Il exprime des félicitations spéciales et personnelles au Secrétaire, Mr de Boer, pour le résultat obtenu en ce qui concerne la proposition de l'Espagne (*applaudissements*).

A ces remerciements, Mr DEAN ajoute ceux de la Conférence pour les interprètes.

Le PRÉSIDENT remercie tous les Délégués, déclare close la 16<sup>e</sup> Conférence Générale des Poids et Mesures et lève la séance à 12 h 25 min.

---

---

## RÉSOLUTIONS

### ADOPTÉES PAR LA 16<sup>e</sup> CONFÉRENCE GÉNÉRALE \*

#### Étalons du kilogramme (conservation ; correction de poussée de l'air)

##### RÉSOLUTION 1

*La Seizième Conférence Générale des Poids et Mesures,*

**CONSIDÉRANT**

*que l'exactitude des mesures de masse suppose une parfaite conservation des étalons du kilogramme, en particulier des Kilogrammes prototypes en platine iridié,*

*que la transmission de cette exactitude aux étalons du kilogramme constitués d'autres matériaux comme les aciers inoxydables est limitée par une connaissance insuffisante de la correction due à la poussée de l'air,*

*que cette poussée de l'air est le plus souvent calculée à partir des conditions ambiantes, mais qu'il existe des divergences significatives entre les formules utilisées pour ce calcul dans différents laboratoires,*

**RECOMMANDE**

*que les laboratoires étudient l'influence des conditions ambiantes sur les étalons du kilogramme et les moyens d'améliorer leur conservation,*

*que les laboratoires intensifient les travaux en vue d'une meilleure détermination de la correction due à la poussée de l'air.*

#### Étalons électriques (poursuite des recherches sur la réalisation des unités électriques)

##### RÉSOLUTION 2

*La Seizième Conférence Générale des Poids et Mesures,*

**CONSIDÉRANT**

*l'importance pour toutes les applications des mesures électriques d'une réalisation plus exacte des unités SI, en particulier du volt et de l'ampère,*

*les progrès récents accomplis dans ces réalisations, soit par des méthodes directes, soit indirectement par des déterminations de constantes physiques,*

*les divergences qui subsistent entre les résultats donnés par ces différentes méthodes,*

*la nécessité de pouvoir comparer des réalisations indépendantes entre elles pour élucider l'origine de ces divergences,*

*l'amélioration de l'exactitude que l'on obtiendra dès qu'une meilleure cohérence permettra de fixer des valeurs plus exactes pour les différentes réalisations de ces unités.*

**RECOMMANDE** *de poursuivre et d'intensifier les recherches sur la réalisation directe des unités électriques aussi bien que sur leur réalisation indirecte par des déterminations de constantes physiques.*

---

\* Une traduction non officielle en langue anglaise de ces résolutions est publiée dans *Metrologia*, **16**, N° 1, 1980, pp. 55-57.

## Système International d'Unités (SI)

**définition de la candela** (nouvelle définition en fonction du watt ; comparaisons internationales)

## RÉSOLUTION 3

*La Seizième Conférence Générale des Poids et Mesures,*

## CONSIDÉRANT

*que malgré les efforts méritoires de quelques laboratoires il subsiste des divergences excessives entre les résultats de la réalisation de la candela à l'aide du corps noir étalon primaire actuel,*

*que les techniques radiométriques se développent rapidement, autorisant des précisions qui sont déjà analogues à celles de la photométrie et que ces techniques sont déjà en usage dans des laboratoires nationaux pour réaliser la candela sans avoir à construire un corps noir,*

*que la relation entre les grandeurs lumineuses de la photométrie et les grandeurs énergétiques, à savoir la valeur 683 lumens par watt pour l'efficacité lumineuse spectrale de la radiation monochromatique de fréquence  $540 \times 10^{12}$  hertz a été adoptée par le Comité International des Poids et Mesures en 1977,*

*que cette valeur a été reconnue suffisamment exacte pour le système des grandeurs lumineuses photopiques, qu'elle n'entraîne qu'un changement d'environ 3 % pour le système des grandeurs lumineuses scotopiques et que par conséquent elle assure une continuité satisfaisante,*

*que le moment est venu de donner à la candela une définition susceptible d'améliorer la facilité d'établissement des étalons photométriques et leur précision, et qui s'applique aux grandeurs photopiques et scotopiques de la photométrie et aux grandeurs à définir dans le domaine mésopique,*

## DÉCIDE

*1. La candela est l'intensité lumineuse, dans une direction donnée, d'une source qui émet un rayonnement monochromatique de fréquence  $540 \times 10^{12}$  hertz et dont l'intensité énergétique dans cette direction est 1/683 watt par stéradian.*

*2. La définition de la candela (à l'époque appelée bougie nouvelle) décidée par le Comité International des Poids et Mesures en 1946 en vertu des pouvoirs conférés par la 8<sup>e</sup> Conférence Générale des Poids et Mesures (CGPM) en 1933, ratifiée par la 9<sup>e</sup> CGPM en 1948, puis amendée par la 13<sup>e</sup> CGPM en 1967, est abrogée.*

## RÉSOLUTION 4

*La Seizième Conférence Générale des Poids et Mesures,*

*CHARGE le Comité International des Poids et Mesures d'organiser des comparaisons internationales afin que soit contrôlée l'uniformité des résultats des mesures photométriques obtenus avec la nouvelle définition de la candela.*

*INVITE les laboratoires nationaux à intensifier les travaux destinés à la réalisation de la candela selon la nouvelle définition, ainsi qu'à l'amélioration des procédés d'étalonnage photométrique et des méthodes de comparaison internationale.*

**sievert** (nom spécial pour l'unité d'équivalent de dose)

## RÉSOLUTION 5

*La Seizième Conférence Générale des Poids et Mesures,*

## CONSIDÉRANT

*l'effort fait pour introduire les unités SI dans le domaine des rayonnements ionisants,*

*les risques que peuvent encourir des êtres humains soumis à des irradiations sous-estimées, risques qui pourraient résulter de la confusion entre dose absorbée et équivalent de dose,*

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, mais que cette règle peut être transgressée lorsqu'il s'agit de sauvegarder la santé humaine,

ADOpte le nom spécial sievert, symbole Sv, pour l'unité SI d'équivalent de dose dans le domaine de la radioprotection. Le sievert est égal au joule par kilogramme.

#### litre (symboles)

#### RÉSOLUTION 6

*La Seizième Conférence Générale des Poids et Mesures,*

RECONNAISSANT les principes généraux adoptés pour l'écriture des symboles des unités dans la Résolution 7 de la 9<sup>e</sup> Conférence Générale des Poids et Mesures (1948),

CONSIDÉRANT que le symbole l pour l'unité litre a été adopté par le Comité International des Poids et Mesures en 1879 et confirmé dans cette même Résolution de 1948,

CONSIDÉRANT aussi que, afin d'éviter un risque de confusion entre la lettre l et le chiffre 1, plusieurs pays ont adopté le symbole L au lieu de l pour l'unité litre,

CONSIDÉRANT que le nom litre, bien qu'il ne soit pas inclus dans le Système International d'Unités, doit être admis pour l'usage général avec ce Système,

DÉCIDE, à titre exceptionnel, d'adopter les deux symboles l et L comme symboles utilisables pour l'unité litre.

CONSIDÉRANT en outre que dans l'avenir un seul des deux symboles devrait être retenu,

INVITE le Comité International des Poids et Mesures à suivre le développement de l'usage des deux symboles et à donner à la 18<sup>e</sup> Conférence Générale des Poids et Mesures son avis sur la possibilité de supprimer l'un d'eux.

#### Dotation du BIPM pour la période 1981-1984

#### RÉSOLUTION 7

*La Seizième Conférence Générale des Poids et Mesures,*

CONSIDÉRANT

l'importance des recherches effectuées et des services rendus par le Bureau International des Poids et Mesures dans les dernières années,

la nécessité d'étendre son activité, d'améliorer constamment ses méthodes de travail et ses équipements ainsi que la qualification et la compétence de son personnel, afin de lui permettre de remplir sa mission de centre mondial de la métrologie scientifique,

les retards inévitables accumulés depuis plusieurs années en raison d'une conjoncture économique difficile,

CONSIDÉRANT

que par suite de l'adhésion de la République Populaire de Chine à la Convention du Mètre, la dotation annuelle qui sert de base pour calculer la dotation pour les années 1981-1984 est obtenue en multipliant la dotation annuelle du Bureau International des Poids et Mesures pour l'année 1980, votée par la 15<sup>e</sup> Conférence Générale des Poids et Mesures, par un facteur  $(100 + x)/100$ ,

où x représente le pourcentage de répartition calculé pour la République Populaire de Chine, à partir du coefficient de l'ONU valable au 1<sup>er</sup> janvier 1980, en appliquant la procédure adoptée par la 11<sup>e</sup> Conférence Générale des Poids et Mesures,

DÉCIDE que la partie fixe de la dotation annuelle du Bureau International sera augmentée de telle façon que l'ensemble de la partie fixe et de la partie complémentaire (définies à l'Article 6 (1921) du Règlement

*annexé à la Convention du Mètre), pour les États membres de la Convention du Mètre à l'époque de la 16<sup>e</sup> Conférence Générale des Poids et Mesures, soit obtenu pour les années 1981, 1982, 1983 et 1984 en multipliant la dotation de base par 1,12,  $(1,12)^2$ ,  $(1,12)^3$  et  $(1,12)^4$  respectivement.*

ACCEPTANT sans avis contraire le principe d'une proposition du CIPM, dûment notifiée à l'avance aux Gouvernements conformément à l'Article 6 (1921), paragraphe 5, du Règlement annexé à la Convention du Mètre de 1875,

DÉCIDE

*qu'à partir du 1<sup>er</sup> janvier 1981 les pourcentages de répartition maximal et minimal adoptés par la 11<sup>e</sup> CGPM seront multipliés par un facteur  $100/(100 + x)$ ,*

*où x représente le pourcentage de répartition calculé pour la République Populaire de Chine, à partir du coefficient de l'ONU valable au 1<sup>er</sup> janvier 1980, en appliquant la procédure adoptée par la 11<sup>e</sup> Conférence Générale des Poids et Mesures.*

---

---

## ANNEXE

---

### Les récents progrès du Système Métrique \*

par H. MOREAU

Bureau International des Poids et Mesures

---

Depuis le Rapport présenté à la 15<sup>e</sup> Conférence Générale (1975), le Système International d'Unités a été introduit dans la législation métrologique de plusieurs pays métriques et son emploi est recommandé par la plupart des organisations internationales scientifiques et techniques. C'est aussi le système de mesures qui est adopté par les pays où la conversion métrique est achevée ou en cours.

En avril 1976, la Hongrie a célébré le centenaire de la mise en application de la loi du 17 avril 1874 introduisant le système métrique à partir du 1<sup>er</sup> janvier 1876 <sup>(1)</sup>.

En 1977, la République Populaire de Chine a adhéré à la Convention du Mètre.

#### I. Diffusion du Système International d'Unités (SI)

Plusieurs lois, décrets, normes, etc. métrologiques, tous fondés sur le SI, ont été adoptés depuis 1975. La liste suivante complète ou modifie les listes publiées dans les Rapports de 1968, 1971 et 1975.

<i>Rép. Dém. Allemande</i> . . . . .	Norme TGL 31548 (mars 1979)	Norme sur les « Einheiten physikalischer Grössen », obligatoire à partir du 1 <sup>er</sup> janvier 1980. Les unités en dehors du SI temporairement admises doivent être remplacées par celles du SI à cette date dans les relations officielles et commerciales.
<i>Belgique</i> . . . . .	Arrêté royal du 4 octobre 1977	Tableau fixant les unités SI légales avec leurs définitions.

---

\* 10<sup>e</sup> Rapport faisant suite aux Rapports présentés aux Conférences Générales des Poids et Mesures suivantes : 4<sup>e</sup> (1907), 5<sup>e</sup> (1913), 6<sup>e</sup> (1921), 8<sup>e</sup> (1933), 9<sup>e</sup> (1948), 10<sup>e</sup> (1954), 13<sup>e</sup> (1967-68), 14<sup>e</sup> (1971) et 15<sup>e</sup> (1975).

<sup>(1)</sup> *Bull. Organ. Intern. Métrologie Légale*, N° 64, sept. 1976, pp. 34-36.

<i>Brésil</i> .....	Décret N° 81621 du 3 mai 1978	
<i>Bulgarie</i> .....	Norme Comecon 1052-78	(Voir ci-dessous).
<i>Danemark</i> .....	Loi N° 246 du 12 mai 1976 Notification N° 320 du 21 juin 1977 du Minis- tère du Commerce	Cette loi, entrée en vigueur le 1 <sup>er</sup> juillet 1977, amende les lois de 1950 et adopte le SI.
<i>France</i> .....	Décret N° 75-1200 du 4 décembre 1975	Décret modifiant les décrets de 1961 et 1966.
<i>Hongrie</i> .....	Décret N° 8/1976 (IV.27)  Norme Comecon 1052-78	Décret du Conseil des Ministres sur la métrologie légale, entré en vigueur le 1 <sup>er</sup> juillet 1976. L'Annexe I définit les unités SI légales en Hongrie. L'emploi de certaines unités en dehors du SI est toléré jusqu'au 1 <sup>er</sup> janvier 1980. (Voir ci-dessous).
<i>Inde</i> .....	Standards of Weights and Measures Act No. 60 of 1976	L'article 4 de cette loi stipule que les unités de poids et mesures sont fondées sur le système métrique (SI).
<i>Indonésie</i> .....	Legal Metrology Act (1978)	
<i>Norvège</i> .....	Loi N° 69 et arrêté royal du 10 juin 1977	Loi amendant la loi de 1946 sur les unités de mesure et arrêté fixant les unités SI léga- les.
<i>Pologne</i> .....	Norme Comecon 1052-78	(Voir ci-dessous).
<i>Roumanie</i> .....	Loi N° 27 du 3 novembre 1978	Loi sur la métrologie. L'article 7 stipule que le système d'unités de mesure légal et obligatoire est le SI.
<i>Suisse</i> .....	Loi fédérale sur la métro- logie du 9 juin 1977 Ordonnance sur les uni- tés du 23 novembre 1977	Cette loi et cette ordonnance introduisent le SI à partir du 1 <sup>er</sup> janvier 1978. L'emploi de certaines unités en dehors du SI est toléré jusqu'au 31 décembre 1982.
<i>Tchécoslovaquie</i> .....	Norme ČSN 01 1300 (1979)	Cette Norme sur les « Unités de mesure légales » incorpore les unités de la Norme Comecon 1052-78, sauf celles qui ne sont plus utilisées en Tchécoslovaquie.
<i>U.R.S.S.</i> .....	Norme Comecon 1052-78	(Voir ci-dessous).
<i>Yougoslavie</i> .....	Loi sur les unités de mesure du 2 avril 1976	Entrée en vigueur le 1 <sup>er</sup> juillet 1976, cette loi adopte le SI comme système de mesures légal. L'emploi de certaines unités en dehors du SI est admis jusqu'au 31 dé- cembre 1980.

En U.R.S.S., l'utilisation facultative du SI a commencé le 1<sup>er</sup> janvier 1963, date de la mise en vigueur de la Norme d'État GOST 9867-61 sur le « Système International d'Unités ». A



partir de 1970, on commença à utiliser à titre expérimental le projet de la Norme d'État « Unités des grandeurs physiques » élaboré en 1964.

Par la suite, un important travail sur l'unification des unités des grandeurs physiques a été entrepris au Conseil d'Assistance Économique Mutuelle (« Comecon »). Ce travail a abouti à l'adoption en juin 1978, par les États membres du Conseil, de la Norme Comecon 1052-78 (« Métrologie. Unités des grandeurs physiques ») <sup>(2)</sup> fondée sur les unités SI et les décisions des Conférences Générales et du Comité International des Poids et Mesures.

En avril 1979, le Comité d'État des Normes de l'U.R.S.S. a adopté la Résolution N° 113 relative à l'introduction de la Norme Comecon 1052-78 comme Norme d'État à partir du 1<sup>er</sup> janvier 1980 <sup>(3)</sup>. Cette Norme ne s'applique pas aux unités utilisées dans les recherches et les publications scientifiques de caractère fondamental dans le domaine des sciences expérimentales, ni aux unités évaluées d'après des échelles conventionnelles (échelles de dureté par exemple). Elle concerne surtout les domaines scientifique, technique et de l'économie nationale, et comprend les catégories d'unités suivantes : unités SI obligatoires et leurs multiples et sous-multiples décimaux, unités en usage avec le SI, unités utilisées dans des domaines spécialisés, unités admises temporairement jusqu'au 1<sup>er</sup> janvier 1980, ainsi que les indications utiles pour l'écriture correcte des unités, de leurs symboles et les règles de formation des unités SI dérivées.

La République Démocratique Allemande, la Bulgarie, la Hongrie, la Pologne et la Tchécoslovaquie ont aussi adopté la Norme Comecon 1052-78.

La Thaïlande envisage l'adoption du SI.

En Irak, l'« Iraqi Organization for Standards » a adopté le SI par une déclaration entrée en vigueur le 1<sup>er</sup> avril 1972.

Aux Pays-Bas, le Service de Métrologie a publié en janvier 1978 la brochure « Meeteenheden in Beweging » qui résume la législation nationale actuelle sur les unités de mesure SI et donne quelques informations d'intérêt général.

Les lois de l'Autriche (1973) et de la République Fédérale d'Allemagne (1969, 1970 et 1973) sont entrées définitivement en application le 1<sup>er</sup> janvier 1978, date à laquelle a pris fin le délai accordé pour l'emploi de certaines unités en dehors du SI.

En République Dominicaine, la loi N° 602 du 15 mai 1977 a créé la « Dirección General de Normas y Sistemas de Calidad » ; entre autres missions, cet organisme est chargé de rendre effectives les dispositions de la loi métrique N° 3925 de 1954 et d'établir la législation nécessaire pour l'introduction des unités SI.

Pour les États membres de la Communauté Économique Européenne (CEE), une nouvelle directive indique les unités de mesures légales (SI) à employer pour rapprocher les législations des États membres et fixe les délais pour l'abandon d'unités en dehors du SI (1985) et d'unités non métriques (1989).

En novembre 1977, l'Organisation Internationale de Métrologie Légale (OIML) a effectué une enquête sur l'introduction des unités SI « becquerel » et « gray » dans ses États membres. Les 23 réponses reçues indiquent que ces deux unités sont déjà en usage dans plusieurs pays ; pour d'autres, la période de transition entre les anciennes et les nouvelles unités s'échelonne de 1979 à 1987 <sup>(4)</sup>.

<sup>(2)</sup> *Izmeritelnaia Tekhnika*, 1979, N° 1, pp. 29-43 ; *Metrologia* (Moscou), 1978, N° 12, pp. 4-51 (en langue russe). Traduction en anglais dans *Measurement Techniques* (USA), June 1979, p. 40.

<sup>(3)</sup> *Izmeritelnaia Tekhnika*, 1979, N° 9, pp. 12-13. Traduction en anglais dans *Measurement Techniques* (USA), Feb. 1980.

<sup>(4)</sup> *Bull. Organ. Intern. Métrologie Légale*, N° 70, mars 1978, pp. 20-21.

A l'exemple des organisations internationales déjà mentionnées dans les précédents Rapports, trois autres organisations ont recommandé l'emploi des unités SI :

- *International Federation of Clinical Chemistry* : Résolutions 1, 2, 3 et 4 <sup>(5)</sup>.
- *Organisation Mondiale de la Santé* (30<sup>e</sup> Assemblée mondiale de la santé) : Résolution 30.39 du 18 mai 1977 et publication de la brochure « Le SI pour les professions de la santé » <sup>(6)</sup> avec traductions en langues anglaise et espagnole.
- *Union Radio-Scientifique Internationale* (URSI) : A la 19<sup>e</sup> Assemblée générale (juillet-août 1978), la Commission A de l'URSI a réaffirmé dans sa Recommandation A.4 les idées exprimées dans la Recommandation I.1 de 1966 pour l'emploi généralisé des unités SI dans tous les domaines de la radioélectricité scientifique.

La brochure du Bureau International des Poids et Mesures sur le SI a fait l'objet d'une 3<sup>e</sup> édition en 1977. Sa diffusion internationale est facilitée par des traductions, complètes ou partielles, en plusieurs langues : allemand, anglais, bulgare, chinois, espagnol, japonais, portugais, roumain et tchèque.

En complément aux informations qui précèdent, mentionnons la session spéciale 3 « The state of implementation of SI units around the world » tenue le 20 septembre 1979 à Genève dans le cadre de l'Assemblée Générale de l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO). Les communications présentées à cette session donnent une brève revue de la situation actuelle, des perspectives futures et des problèmes rencontrés dans la mise en œuvre du SI dans neuf pays : Afrique du Sud, République Fédérale d'Allemagne, États-Unis d'Amérique, Inde, Japon, Nouvelle-Zélande, Suède, Royaume-Uni, U.R.S.S.

## II. Progrès de la conversion métrique dans le monde

Depuis 1975, la conversion métrique a continué à progresser dans la plupart des pays où les mesures locales et britanniques (« Imperial System ») sont utilisées. Pour certains pays, la conversion est entrée dans sa phase finale ; pour d'autres, elle devrait s'achever d'ici à 1985.

Cette réforme des mesures n'est pas sans rencontrer parfois une certaine opposition de la part des populations, surtout des personnes âgées. Tout changement des habitudes quotidiennes entraîne inévitablement une résistance et une méfiance pour tout ce qui est nouveau, réaction compréhensible qui résulte bien souvent d'une information insuffisante pour faire connaître au public les raisons d'une conversion métrique et les avantages à en attendre. Ainsi que l'écrivait en 1978 P. A. Munroe, président du Commonwealth Science Council, « Metrication is not simply changing the foot to the metre or the pound to the kilogramme because such changes have no real significance in themselves. They can only become meaningful if they are seen as part of a coherent and logical system of units and measures designed to serve us all in every sphere of activity. »

Il apparaît aussi que la conversion métrique décidée sur une base volontaire dans certains pays doit, à un certain moment, faire l'objet de dispositions légales imposant les nouvelles mesures. C'est le rôle des gouvernements de diriger la réforme en évitant toute discussion stérile sur la place publique.

Les informations que nous avons recueillies auprès des services officiels sont résumées ci-

<sup>(5)</sup> *IFCC Newsletter*, No 16, February 1977, p. 3.

Implementation of SI in clinical chemistry. A world survey. *Ibid.*, No 19, February 1978, pp. 5-7.

SI introduction moves on. *Ibid.*, No 20, 1978, p. 9.

<sup>(6)</sup> OMS, Genève, 1977, 75 pages.

après. Pour quelques pays dont les noms sont précédés du signe \*, nous avons utilisé les renseignements de trois publications récentes <sup>(7)</sup>.

La liste suivante donne les noms des 43 pays cités dans ce rapport. Les principales décisions récentes concernant la conversion métrique dans le monde sont résumées dans le tableau p. 129.

	pages		pages		pages
Afrique du Sud .....	110	Ghana .....	112	Ouganda .....	114
Australie .....	121	Gibraltar .....	107	Pakistan .....	126
Bahamas .....	115	Guyane (Rép. de) .....	120	Papouasie-Nouv. Guinée ..	126
Bangladesh .....	122	Hong Kong .....	124	Rhodésie ( <i>voir</i> Zimbabwe)	
Barbade .....	115	Irlande .....	107	Royaume-Uni .....	109
Belize .....	116	Jamaïque .....	120	Salomon (Iles) .....	127
Bermudes .....	116	Kenya .....	113	Sierra Leone .....	114
Botswana .....	111	Liberia .....	113	Singapour .....	127
Canada .....	117	Malaisie .....	125	Sri Lanka .....	127
Chine (Rép. Pop. de) ....	122	Malawi .....	113	Swaziland .....	114
Chypre .....	123	Malte .....	108	Tanzanie .....	115
États-Unis d'Amérique...	118	Maurice .....	114	Trinité et Tobago .....	121
Fidji .....	123	Nauru .....	125	Tonga .....	128
Gambie .....	112	Nigeria .....	114	Zambie .....	115
		Nouvelle-Zélande .....	125	Zimbabwe-Rhodésie .....	115

## EUROPE

### \* Gibraltar

Les mesures métriques sont légalement autorisées, au même titre que les mesures britanniques. Certaines marchandises sont maintenant vendues en unités métriques, d'autres sont soumises au double marquage.

La conversion métrique suit celle du Royaume-Uni.

### Irlande

D'un emploi légal mais non obligatoire depuis 1897, les mesures métriques étaient jusqu'à ces dernières années peu utilisées en dehors de certains domaines tels que celui des sciences.

En 1968, à l'initiative de l'industrie, le Gouvernement décidait une conversion métrique sur une base volontaire, conversion étendue à l'ensemble des secteurs de l'économie nationale. L'« Advisory Committee on Metrication » créé en 1971 a apporté une aide efficace durant la phase initiale du programme de « metrication », programme qui se poursuit actuellement d'une manière satisfaisante.

<sup>(7)</sup> *Metrication in the Commonwealth and other countries. Report for 1976/77.* Commonwealth Secretariat, London, June 1978, 58 pages.

*Metrication 1978. Report of Panel meeting of Commonwealth senior metrication officers.* London, 25-27 April 1978. Commonwealth Secretariat, London, 39 pages. Voir en particulier pp. 24-31 le tableau « Metrication survey » concernant 34 pays.

*Proceedings of International Symposium on metrology and measurement standards in developing countries (ISMET 78).* Tokyo, 13-18 March 1978. National Research Laboratory of Metrology, Tokyo, 1978.

Pour promouvoir plus efficacement l'emploi du Système International d'Unités, deux « Statutory Instruments » (S.I. No. 91 and No. 102 of 1976) <sup>(8)</sup> ont été publiés : le premier fixe les équivalents métriques SI légaux des unités impériales « gallon », « pound » et « yard » ; le second légalise en Irlande les directives des Communautés Européennes (CEE) sur les unités SI dont l'emploi est ainsi officiellement reconnu dans ce pays.

La conversion métrique étant volontaire, le « Metrication Unit » chargé par le « Department of Industry, Commerce and Energy » de coordonner l'adoption des unités SI n'a publié aucun calendrier pour l'adoption de ces unités ; cette adoption est dictée principalement par les influences économiques des marchés intérieur et d'importation.

— Actuellement, la réforme métrique est réalisée complètement ou presque dans les services gouvernementaux suivants : service des achats, postes, douane et régie, services des fournitures et des publications (« Stationery Office »), éducation (enseignement du SI à tous les niveaux), services météorologique, géologique et des forêts.

— En agriculture, le changement est effectué depuis janvier 1977 pour le commerce des bestiaux et dans les grands marchés.

— Des programmes sont à l'étude pour un changement graduel des panneaux de signalisation routière.

— L'industrie des produits manufacturés est métrique à 70 % environ. Depuis 1974, le contenu de nombreux produits ménagers préemballés doit être indiqué en unités métriques (éventuellement avec un double marquage : métrique et impérial). Certains produits alimentaires préemballés (farines, céréales, sucre, sel, huiles, vins) sont maintenant vendus uniquement en quantités métriques.

— Dans le domaine sportif, plusieurs disciplines (jeux gaéliques, athlétisme, natation, rugby) ont déjà adopté les mesures métriques.

Une nouvelle loi sur les poids et mesures est en préparation ; elle comportera trois parties principales : unités et étalons de mesure autorisés, vérification des instruments de mesure, dispositions administratives.

Dans le cadre de l'adoption des directives de la CEE en matière d'unités de mesure, l'Irlande pense que la plus grande partie de sa conversion métrique sera achevée vers 1985.

## Malte

En novembre 1976, le Gouvernement maltais a annoncé son programme de conversion métrique, programme dont l'exécution a été confiée au « Standing Advisory Committee on Metrication ».

L'introduction des unités SI a été échelonnée sur une période de trois ans : mesures linéaires en 1977, mesures de volume en 1978, mesures de masse en 1979.

La réforme est déjà bien avancée dans de nombreux domaines. C'est ainsi, par exemple, que les mesures métriques sont adoptées dans l'enseignement à tous les niveaux, le service postal (janvier 1977), les bulletins météorologiques (novembre 1977), les douanes (janvier 1977), les sports (1978), la construction, les combustibles liquides (septembre 1978) et pour les produits vendus à la longueur où le mètre est seul autorisé depuis janvier 1979. L'industrie ne prévoit aucune difficulté sérieuse pour le passage aux mesures métriques, celles-ci étant déjà utilisées dans quelques industries.

<sup>(8)</sup> *Weights and Measures (Metric Equivalents) Order, 1976.*  
*European Communities (Units of Measurement) Regulations, 1976.*

L'Ordonnance sur les poids et mesures ainsi que tous les règlements administratifs ont été amendés afin de légaliser l'emploi des mesures métriques.

L'importation d'instruments de pesage et de mesurage non métriques (SI) est illégale depuis le 1<sup>er</sup> juillet 1977.

Le Comité métrique s'estime particulièrement satisfait par les progrès réalisés depuis le début de la conversion métrique (1977). La coopération rencontrée de la part du public en général et de la communauté commerciale en particulier, à laquelle s'ajoute l'importante campagne de publicité et d'information par les mass media, permettent d'envisager une période de transition sans heurts avec le minimum d'inconvénients pour la population et l'économie maltaises.

### Royaume-Uni

Commencée en 1965, la conversion métrique volontaire a déjà fait d'importants progrès dans de nombreux secteurs de l'économie nationale, en particulier dans l'industrie. Le délai de dix années fixé à l'origine pour l'achèvement de la réforme n'a pu toutefois être respecté, mais le programme de conversion réalisé jusqu'ici a maintenant dépassé le « point de non-retour ».

La situation actuelle de la réforme métrique se présente comme suit <sup>(9)</sup> :

- La conversion est bien avancée ou en voie d'achèvement en agriculture, horticulture, dans le domaine des matériaux industriels, la construction et des secteurs importants de l'industrie, y compris la mécanique. L'emploi des unités britanniques reste limité à la fabrication des pièces détachées nécessaires à l'entretien des matériels anciens et à un marché d'exportation de produits manufacturés en unités impériales, marché du reste en régression.

- L'enseignement à tous les niveaux est à prédominance métrique depuis plusieurs années; les unités métriques sont employées dans les examens officiels de fin d'études. Dans l'industrie, l'apprentissage métrique est en rapport avec les progrès de l'utilisation des mesures métriques dans les branches industrielles et commerciales considérées.

- Les mesures métriques sont utilisées dans les services postaux et téléphoniques, la plupart des tarifs de fret et douaniers, le « National Health Service », de nombreux sports; toutes les cartes nouvelles ou révisées de l'« Ordnance Survey » sont maintenant métriques.

- Depuis 1974, des décrets (« Orders ») autorisent la fabrication, l'emballage, l'importation et la vente au détail de nombreux produits alimentaires préemballés en quantités métriques prescrites. En 1980, environ 90 % des produits alimentaires préemballés vendus dans le commerce de détail le seront en quantités métriques. D'autres produits de consommation sont maintenant aussi vendus en quantités métriques par décision des fabricants.

- Pour la plupart des produits de consommation préemballés, y compris les produits alimentaires, l'obligation légale d'indiquer la quantité du contenu à la fois en unités métrique et impériale (double marquage) cessera à la fin de 1979 pour les unités impériales.

- Depuis avril 1978, la vente au détail des combustibles solides en conteneurs ouverts s'effectue en unités métriques. Toutes les tailles des vêtements sont données en unités métriques et impériales; dans de nombreux magasins, les tissus, le bois et certains articles de quincaillerie sont vendus en mesures métriques.

En revanche, le changement n'est pas très avancé dans le commerce de détail où la vente des produits, tels que viande, poissons, fruits et légumes, essence, s'effectue par pesage ou

<sup>(9)</sup> *Going metric : Progress in 1974* (42 pages); *in 1975* (35 pages); *in 1976* (*The final stage begins*, 32 pages); *in 1977/78* (32 pages). 6th to 9th Reports of the Metrication Board, H.M.S.O., London.

HORSFIELD (A.), *The introduction of SI units in the U.K.* (Talk given at INSymET 78 (Conference on metrology), Bratislava, 31 Oct.-2 Nov. 1978). Texte reproduit dans *NPL News* (Teddington), No. 342, Summer 1979, pp. 12-15.

mesurage en présence du consommateur. En mai 1978, les décrets préparés par le Gouvernement pour interdire, à partir de certaines dates, l'emploi des mesures impériales sous peine de sanctions, ont dû être retirés devant l'opposition parlementaire.

Le Gouvernement espère que l'emploi des mesures métriques dans le commerce de détail se fera d'une manière progressive et spontanée avec l'aide du « Metrication Board ».

Aucun progrès n'est intervenu dans le domaine de la signalisation routière et des limitations de vitesse des automobiles ; le changement, qui touche directement le public et demandera au préalable des consultations pour l'établissement d'un programme, ne peut être envisagé au plus tôt que vers 1985.

Sur le plan de la législation, le « Weights and Measures &c. Act 1976 » (22 novembre 1976) donne au Gouvernement le pouvoir d'éliminer progressivement, par des décrets soumis dans chaque cas à l'approbation du Parlement, l'emploi des unités impériales dans les différents secteurs commerciaux ; cette loi lève le dernier obstacle majeur qui subsistait jusqu'ici (loi de 1963) pour l'achèvement de la réforme métrique.

Le 1<sup>er</sup> novembre 1976 et le 27 avril 1978 sont entrées en application les « Units of Measurement Regulations 1976 and 1978 (Statutory Instruments 1976 No. 1674 and 1978 No. 484) ». Ces réglementations, prises en conformité avec les Directives du Conseil des Communautés Européennes (CEE) pour l'application du SI parmi ses États membres, proscrirent en outre l'usage d'un certain nombre d'unités impériales, parmi lesquelles *chain, furlong, nautical mile (UK), cubic yard, bushel, dram, cental, inch of water, ton-force, knot (UK)*.

Le Royaume-Uni poursuit lentement mais sûrement sa conversion métrique, suivant en cela les conclusions du Rapport 1977/78 du « Metrication Board » :

« The choice is not between imperial or metric. The facts of world trade, industry and technology mean that the use of metric units will increase. The 17 million or more young people already educated in metric will need to use their knowledge properly in adult life. So the choice we have is between completing the change to metric within the next few years or settling for an indeterminate period during which the inefficiencies and inconveniences of using the two systems side-by-side will grow. We believe it will be best to grasp this nettle firmly and to achieve the transition to metric in an orderly fashion. »

En novembre 1979, le nouveau Gouvernement britannique a décidé que le « Metrication Board », créé en 1969, cesserait ses activités à la fin d'avril 1980. Bien que cette décision — prise en partie pour des raisons d'économies budgétaires — ne doive pas remettre en question la conversion métrique en cours, cette dernière se trouvera toutefois ralentie ; aucune nouvelle décision gouvernementale pour rendre obligatoire l'emploi des mesures métriques n'est actuellement envisagée, la conversion continuant à s'effectuer sur une base volontaire.

## AFRIQUE

### Afrique du Sud

Décidée en 1967, la conversion métrique est maintenant achevée dans tous les secteurs de l'économie sud-africaine.

L'usage et l'emploi corrects des unités SI nécessitent toutefois une surveillance constante et vigilante pour éviter de retomber dans les errements anciens. C'est un des problèmes qui retient d'autant plus l'attention du « South African Bureau of Standards » que la littérature commerciale étrangère reçue en Afrique du Sud ces dernières années utilise encore bien souvent des unités britanniques et des unités métriques en dehors du SI.

Pour consolider et améliorer l'acquis de la conversion, plusieurs réglementations ont été publiées à partir de 1975 dans le cadre des lois métrologiques N<sup>os</sup> 76 et 77 de 1973. Ces réglementations imposent l'emploi des unités de mesure SI et de leurs symboles dans toutes les transactions commerciales (novembre 1977) et interdisent (sauf dérogations) l'importation d'instruments de mesure de toutes sortes qui ne sont pas uniquement gradués en unités SI (janvier 1977) et de toute littérature commerciale qui n'est pas exclusivement en unités SI (janvier 1978).

Les principales décisions législatives et ministérielles prises ces dernières années en relation avec la réforme métrique sont les suivantes :

- Measuring Units and National Measuring Standards Act No. 76 of 1973. *Government Gazette* No. 3968, 6th July, 1973.
- Proclamation R 125 : Commencement of the Act No. 76 of 1973, and Government Notices R 1144, 1145, 1146. *Government Gazette* No. 4326, 5th July, 1974.
- Trade Metrology Act No. 77 of 1973. *Government Gazette* No. 3969, 6th July, 1973.
- Proclamation R 321 : Commencement of the Act No. 77 of 1973, and Government Notice R 2362. *Government Gazette* No. 5806, 18th November 1977.
- Government Notices R 711, 712, 713 and R 1232, 1234 : Amendments to permissible units and symbols. *Government Gazette* No. 5103, 30th April, 1976; No. 5648, 8th July, 1977.
- Government Notice R 2372 : Import control. *Government Gazette* No. 4933, 19th December, 1975.
- Merchant Shipping Amendment Act No. 5 of 1976. *Government Gazette* No. 5013, 17th March, 1976.

Au terme de la conversion métrique, la situation se présente ainsi :

- Dans le secteur *commercial*, la conversion a été achevée en 1977; elle n'a donné lieu à aucun problème sérieux. Les compensations financières à la charge du Gouvernement pour la conversion d'instruments de mesure soumis à la vérification (balances, ponts-bascules, distributeurs d'essence, etc.) n'ont atteint que le tiers des estimations prévues.
- Dans l'*industrie*, la conversion a été plus longue que dans les autres secteurs par suite de la grande diversité des produits et du grand nombre de petites et moyennes entreprises qui ne disposaient pas d'un personnel spécialisé pour les guider dans la réforme. La conversion métrique de l'ensemble du secteur industriel est toutefois maintenant achevée.
- Tous les travaux dans l'industrie du bâtiment et de la construction sont maintenant effectués en unités métriques; les modules métriques sont de plus en plus employés, d'où des économies appréciables estimées à plus de 17 % dans un cas.
- Les autres industries (papier, électricité, caoutchouc et matières plastiques, éléments de fixation, agriculture, vêtements et textiles, chaussures) sont maintenant entièrement métriques. Dans l'industrie de la chaussure, le nouveau système de pointures métriques « Mondopoint » est adopté depuis le 1<sup>er</sup> juillet 1979.
- Dans l'enseignement, l'éducation est métrique à tous les niveaux.

Réalisée complètement en une dizaine d'années, la conversion métrique en Afrique du Sud est un succès auquel ont largement contribué le « South African Bureau of Standards » et son « Metrication Department ».

## Botswana

La République du Botswana est maintenant un pays quasiment métrique, résultat obtenu une dizaine d'années après l'adoption du système métrique en 1969.

Tous les départements gouvernementaux ont effectué la conversion et les progrès ont été réalisés sans trop de problèmes.

Les références aux mesures britanniques ont été supprimées dans la loi sur les poids et mesures de 1970 et l'emploi d'instruments de mesure non métriques pour le commerce est interdit depuis le 1<sup>er</sup> décembre 1974. Les mesures métriques deviennent ainsi les seules mesures autorisées au Botswana.

### **Gambie**

La question d'une conversion métrique a commencé à être considérée par le Gouvernement dès 1963. Après examen des enquêtes effectuées et consultation des ministères concernés par une telle réforme, le Gouvernement se prononçait finalement en faveur de l'adoption du système métrique.

A la suite de cette décision, un programme de conversion sur cinq ans fut établi, programme dont l'achèvement est prévu pour 1980. Un « Steering Committee », assisté de plusieurs sous-comités, fut constitué pour conseiller le Gouvernement dans la planification et la coordination de la conversion. Un autre comité distinct, le « Unit for Metrication », fut aussi créé auprès du Ministère des Finances et du Commerce pour les questions concernant les dispositions légales, administratives et pratiques à prendre pour la réalisation de la réforme.

En février 1977, le Parlement a adopté le « Standards of Weights and Measures Act No. 8 of 1977 » introduisant les unités du Système International en Gambie, loi dont l'entrée en vigueur a été fixée au 1<sup>er</sup> janvier 1979 avec une période de transition de un an. Le 1<sup>er</sup> janvier 1980 est la date arrêtée pour l'emploi obligatoire des mesures métriques en Gambie.

Des réglementations publiées en janvier 1979 <sup>(10)</sup> fixent les directives pour l'exécution des dispositions de la loi de 1977.

Les mesures métriques sont déjà employées dans plusieurs services gouvernementaux et utilisées progressivement dans les transactions commerciales de l'arachide et de l'huile, les travaux publics, l'industrie pétrolière ; dans l'enseignement, les manuels scolaires sont révisés en conséquence.

La réforme des mesures est favorablement acceptée. Une campagne d'information est poursuivie auprès de la population afin de l'inciter à penser métrique et de contribuer ainsi au succès final de la réforme.

### **Ghana**

La première phase de la conversion métrique décidée en décembre 1972 a débuté le 1<sup>er</sup> septembre 1975, date de l'entrée en vigueur du « Weights and Measures Decree NRCD : 326 » du 16 avril 1975 qui légalise l'emploi du système métrique (SI) au Ghana. Ce Décret permet toutefois d'utiliser encore le système britannique jusqu'au moment où, par décision législative, un secteur particulier de l'économie sera déclaré complètement métrique, auquel cas le SI deviendra le seul système de mesures légalement accepté.

De 1975 à 1977, le « Metrication Programming Committee » (MPC) a institué divers sous-comités nationaux pour préparer et coordonner le programme de conversion dans les secteurs suivants : éducation, industrie, commerce, forces armées et police. Cette période, qui

---

<sup>(10)</sup> *Standards of Weights and Measures Rules, 1979* (2nd January, 1979).



constitua principalement une phase éducative pour inculquer l'idée métrique au public ghanéen, a aussi permis de réaliser des progrès métriques notables dans plusieurs secteurs : marché du cacao, indications métriques des distances et des limitations de vitesse sur les routes, publication accrue d'ouvrages d'enseignement métriques pour les écoles et collèges, adoption progressive des mesures métriques dans l'industrie pharmaceutique et adoption presque complète dans le domaine sportif.

La seconde phase de la conversion métrique, commencée en janvier 1978, vise à appliquer la conversion dans des domaines de l'économie qui se prêtent facilement à une telle opération avec le minimum de frais pour le Gouvernement, l'industrie et la population en général. Les secteurs choisis sont, par ordre de priorité : agriculture, fret, textiles et vêtements, cuir et objets en cuir, mass media et communications, transports, produits pharmaceutiques et chimiques, bois et produits à base de bois, construction, traitement des métaux, services généraux, éducation.

Le succès final de la conversion des mesures ne peut être obtenu sans une large coopération de la population, d'où la nécessité pour le MPC de poursuivre sa mission d'information afin de bien faire comprendre au public ce que sont et représentent les nouvelles mesures et la signification de la conversion décidée par le Gouvernement.

Le Décret de 1975 ne donne toutefois aucun pouvoir au MPC pour obliger quiconque à se conformer à ses décisions qui n'ont aucun caractère légal. Il est prévu de remédier à cette situation, car certaines industries freinent leur conversion métrique sous le prétexte qu'aucune loi ne les oblige à adopter les mesures métriques. Le MPC espère ainsi que les décisions qui seront prises l'aideront à obtenir des succès encore plus grands dans ses efforts pour une conversion complète dans les aspects les plus importants de l'économie nationale.

#### **\* Kenya**

La conversion métrique, décidée en 1967 et confirmée par la loi N° 63 de décembre 1968, se poursuit. Elle est maintenant effective dans les services des douanes, de la régie et dans le secteur commercial. L'enseignement est en grande partie métrique ; les normes industrielles sont en cours de révision.

#### **Liberia**

Un programme de conversion métrique a débuté en 1978.

#### **Malawi**

Les enquêtes menées par le « Metrication Board » en 1971 et en 1976-77 ont montré qu'une proportion croissante des activités commerciales et industrielles sont effectuées en mesures métriques dont l'emploi facultatif est légal, au même titre que les mesures britanniques qui constituent le système de mesures primaire.

En février 1979, à la suite de la décision du Président du Malawi fixant à janvier 1982 la date d'achèvement de la conversion métrique sur la base du SI, le « Metrication Board » a préparé un programme de conversion sur trois ans (1979-1981); l'exécution de ce programme est confiée à un comité de coordination et à six sous-comités : publicité, commerce, industrie, agriculture, éducation et science, services gouvernementaux et divers.

Il est prévu que l'emploi des mesures de l'« Imperial System » sera déclaré illégal dans toutes les transactions commerciales à partir de 1982.

### **Maurice**

Trois sortes de mesures : métriques, britanniques et anciennes mesures françaises, sont encore utilisées à l'Ile Maurice.

Une conversion métrique totale a été décidée et une nouvelle loi adoptant les unités SI est en instance d'adoption par le Parlement.

### **Nigeria**

Tous les efforts ont été poursuivis pour achever le programme de conversion à la date fixée (fin 1977).

La conversion est réalisée, entre autres domaines, pour les produits préemballés dans le commerce de détail, les distances routières, les vêtements et textiles, les distributeurs d'essence. Dans l'industrie, les machines non métriques sont progressivement remplacées et tous les nouveaux matériels importés doivent être métriques.

### **\* Ouganda**

La conversion métrique décidée en 1967 et commencée en 1969 est dans sa phase finale.

Les poids et mesures, les services des douanes et de la régie sont maintenant métriques. La conversion est effective à 80 % dans l'industrie. L'enseignement du SI est introduit dans les écoles.

### **Sierra Leone**

La décision d'une conversion métrique a été approuvée par le Gouvernement vers 1973. Les progrès de la réforme sont toutefois lents : presque toutes les mesures s'effectuent toujours en unités impériales, les mesures métriques ne s'appliquant qu'aux produits importés.

Le « National Metrication Committee » existant a pour tâches principales d'identifier les secteurs qui seraient touchés par la réforme, d'évaluer les effets d'un changement, de planifier les méthodes et le calendrier pour une adoption des mesures métriques dans chaque secteur, et d'estimer le coût du changement.

Bien que tous les milieux gouvernementaux manifestent un grand intérêt pour une conversion métrique immédiate, le seul résultat marquant obtenu jusqu'ici est l'établissement d'un programme dont l'exécution, étapes par étapes, demandera un certain temps. Ce programme devra en outre être complété par une loi pour assurer une conversion ordonnée avec le minimum de difficultés et d'inconvénients.

### **Swaziland**

Le programme de conversion métrique a été achevé en 1975. Depuis cette date, aucun problème sérieux n'a été rencontré dans l'emploi des mesures métriques dans le commerce et l'industrie.

La loi sur les poids et mesures adoptée en 1975<sup>(11)</sup> impose l'emploi des unités SI au Swaziland ; elle porte aussi sur l'organisation d'un Service des poids et mesures et prescrit les types des étalons des mesures physiques à établir et à conserver.

Toutes les spécifications publiées en 1978 pour la construction, les conditions d'emploi, les méthodes d'essai, les tolérances d'erreur et la sensibilité des appareils de mesure utilisés dans le commerce sont entièrement métriques.

---

<sup>(11)</sup> *Weights and Measures Order 1975* (King's Order-in-Council No. 27 of 1975).

### \* Tanzanie

Le « National Metric Committee » a commencé ses activités en 1978 pour l'exécution de la réforme métrique décidée en 1967.

### Zambie

La conversion métrique décidée en Zambie en janvier 1970 est virtuellement achevée depuis 1975. Le « *Zambian Metrication Board* » a été dissous à cette date après six années d'activité.

La loi sur les poids et mesures est en cours de révision ; elle ne comportera aucune mention d'unités non métriques (SI).

Les réglementations actuellement en usage ont été établies sur une base métrique en 1971 ; celles qui permettent l'emploi d'échelles à double graduation — mesures métriques et britanniques — vont aussi être révisées afin de n'autoriser que l'emploi dans le commerce de mesures 100 % métriques.

Les progrès de la conversion métrique se poursuivent favorablement. Quelques exceptions subsistent toutefois dans le domaine technique, en particulier dans les ateliers de mécanique où le remplacement des pièces détachées de machines anglaises s'effectue toujours en unités britanniques.

Une action d'information sur le terrain est poursuivie afin de diffuser et implanter les mesures métriques dans les petits villages séparés par de grandes distances.

### Zimbabwe-Rhodésie

Depuis 1975 on s'est attaché à perfectionner et à consolider les programmes pour l'adoption et l'implantation du SI dans les divers secteurs de l'économie nationale.

En 1976, 1977 et 1978, plusieurs réglementations officielles (« *Trade Measures (Measuring for Sale, Sales of Articles, Assize) Regulations* ») ont été adoptées afin de supprimer les références aux unités britanniques et de réduire ainsi progressivement le nombre des unités non métriques (SI) qui pouvaient être utilisées dans les transactions commerciales.

L'industrie du vêtement a adopté les dimensions métriques en 1976. Depuis avril 1979, les unités SI sont utilisées dans les rapports de pathologie clinique.

## AMÉRIQUE

### \* Bahamas

L'emploi des mesures métriques est légalement autorisé. Un programme de conversion métrique est en cours ; sa réalisation reste toutefois influencée par les progrès de la « *metrication* » aux États-Unis d'Amérique.

### Barbade

En mai 1973, la Barbade a officiellement déclaré qu'elle s'engageait à adopter le système métrique (SI). Cette déclaration a coïncidé avec l'établissement *de jure* de la « Barbados

National Standards Institution » qui a commencé l'élaboration de normes nationales en unités SI <sup>(12)</sup> et à faire connaître les mesures métriques dans l'ensemble de la population.

Un « Metrication Board » a été créé en 1974 pour planifier et coordonner le changement ; ce comité fut reconstitué en 1976.

Une nouvelle loi sur les poids et mesures, entrée en vigueur le 1<sup>er</sup> août 1977, fixe les dispositions pour améliorer le service métrologique de la Barbade afin de pouvoir satisfaire les besoins d'une économie industrialisée moderne. Cette loi légalise en outre l'emploi des unités SI ; 1977 marque ainsi le début de la conversion métrique à la Barbade.

La « metrication » se poursuit favorablement dans les domaines scientifique, technique et commercial.

- Le SI est enseigné dans les écoles, collèges et universités. Il est introduit dans tous les services gouvernementaux ; tous les principaux projets du Gouvernement sont établis en unités SI. Des programmes sont établis pour l'instruction du personnel gouvernemental, ainsi que pour l'industrie et le commerce.

- Le commerce (supermarchés, magasins de détail, distributeurs de carburants) commence à utiliser les mesures métriques. Presque tous les travaux scientifiques et techniques sont effectués en unités SI ; la législation est amendée pour permettre l'emploi de ces unités. Quelques entreprises de service public commencent aussi à utiliser le SI, de même que certaines industries.

Un laboratoire de métrologie a été construit ; il possède les étalons métriques nationaux pour répondre aux besoins du commerce et de l'industrie afin d'assurer le succès de la conversion métrique.

### **Belize**

Vers la fin de 1978, le Conseil des ministres a nommé un Comité pour faire des recommandations concernant la conversion métrique à Belize.

Après avoir considéré les conclusions favorables de ce Comité, le Conseil des ministres a désigné le Secrétaire permanent du Ministère du Commerce comme président d'un « Metrication Board » à créer et dont la mission sera de préparer et de coordonner le programme de la conversion.

On espère que ce Metrication Board sera effectivement constitué, qu'il pourra commencer à fonctionner prochainement et que les premiers résultats d'un changement métrique pourront se manifester en 1982.

### **Bermudes**

La question d'une conversion métrique aux Bermudes a commencé à être étudiée en 1972. Restée en suspens pendant quelque temps, elle fut reprise en juin 1974 avec la création du « Central Coordinating Committee on Metrication » qui établit trois commissions de travail : finances, santé et industrie de la construction.

Anticipant sur l'avenir, le Ministère de l'Éducation avait déjà décidé en 1970 une conversion métrique dans l'enseignement primaire et, dans une certaine mesure, dans l'enseignement secondaire.

Toute action ultérieure pour une réforme des mesures nécessitait toutefois la reconnais-

---

<sup>(12)</sup> BNS 50 : 1978 — International System of Units and its practical application.  
BNS 51 : 1979 — Expression of numerical values.

ce du système métrique, la loi de 1887 ne mentionnant pas d'autres unités que celles du système britannique.

En 1975, le Parlement a adopté une nouvelle loi sur les poids et mesures <sup>(13)</sup> qui introduit l'usage du système métrique (SI) aux Bermudes à partir du 1<sup>er</sup> avril 1975, tout en autorisant encore l'emploi des mesures britanniques et américaines jusqu'à une date non encore fixée.

Les premières conversions métriques concernent actuellement les douanes, les opérations postales et les pompes à essence.

Dans l'industrie de la construction, la commission de travail a établi un programme de conversion échelonné sur plusieurs années ; actuellement, les normes métriques sont de plus en plus utilisées dans les projets et un code métrique de la construction a été publié.

En dehors de l'industrie de la construction, les Bermudes n'ont qu'une économie de consommation. Les progrès de la conversion métrique sont donc fonction du degré de « metrication » des importations en provenance du Royaume-Uni, du Canada, des États-Unis d'Amérique et d'autres pays. Beaucoup de produits sont actuellement vendus dans le commerce de détail dans un mélange de mesures (britanniques, américaines et métriques), situation dont le public doit s'accomoder par la force des choses.

Le Gouvernement doit soumettre prochainement au Parlement la révision de tous les règlements en usage pour remplacer les mesures britanniques par leurs équivalents métriques.

## Canada

Les douze comités directeurs (« steering committees ») constitués en 1972 auprès de la « Commission du Système métrique » (« Metric Commission ») du Canada ont poursuivi leurs travaux pour la conversion métrique dans les différents secteurs de l'économie nationale. Le programme de conversion établi comprenait quatre phases.

La première phase (Investigation) du programme a été terminée en 1975.

La deuxième phase (Planification) est achevée à près de 90 % ; les dix-sept programmes sectoriels restants (sur un total de 101) sont pour la plupart en voie d'achèvement. Plus de 2 000 volontaires représentant environ 200 associations nationales dans tous les secteurs de l'économie, ainsi que des représentants des services gouvernementaux provinciaux et fédéraux, ont participé aux travaux de cette deuxième phase.

La troisième phase (Ordonnancement) est celle de l'étude détaillée des plans sectoriels établis ; elle constitue une période de coordination qui permet de s'assurer que les avantages de la conversion sont obtenus avec le minimum de dépenses et au bénéfice de l'ensemble du Canada. Cette phase est actuellement terminée à 85 %.

La quatrième et dernière phase (Implantation des mesures métriques) se poursuit ; elle est actuellement réalisée à 40 %. Le Gouvernement participe à l'effort de conversion en apportant dans certains cas une aide financière et en accordant des réductions ou exonérations de taxes pour l'achat d'appareils de pesage métriques ou la transformation des appareils existants.

Parmi les récentes conversions effectuées ou en cours on peut citer :

- Toutes les informations et opérations concernant la navigation sur le Saint-Laurent sont maintenant métriques.
- Le commerce en gros des céréales où la conversion est en grande partie achevée.

<sup>(13)</sup> *The Weights and Measures Act 1975 : No. 17 (27th March 1975).*

- Les boissons non alcoolisées et les vins sont vendus au litre et millilitre ; la conversion est réalisée dans le commerce du lait et des produits laitiers.
- Depuis 1977, tous les compteurs odométriques et de vitesse des automobiles doivent donner des indications métriques. Dans l'industrie automobile, 50 % des pièces détachées sont maintenant spécifiées en unités métriques.
- La signalisation routière et les limitations de vitesse sont métriques depuis septembre 1977. La conversion des distributeurs d'essence et autres carburants a commencé en janvier 1979 ; elle est maintenant effective à 80 % dans les centres urbains.
- Dans l'enseignement, l'éducation est métrique à 90 % dans les écoles primaires, à 50 % dans les écoles secondaires et à 60 % dans les collèges et les universités. Les écoles techniques suivent l'industrie.

Dans le domaine de la législation, tant fédérale que provinciale, des amendements sont périodiquement apportés à la réglementation en vigueur sur les poids et mesures afin de faciliter la conversion métrique <sup>(14)</sup>.

D'ici à la fin de 1981, deux changements d'importance sur le plan national doivent intervenir à partir de juillet 1979 ; ils constitueront un grand pas vers l'étape finale de la conversion métrique, pour autant que le public est concerné : le premier changement concerne la conversion des balances pour le commerce de détail des produits alimentaires, le second celle des tarifs postaux qui seront établis sur une base métrique.

L'exécution du programme de conversion est attentivement suivie par la « Commission du Système métrique » et ses comités sectoriels <sup>(15)</sup>, afin de s'assurer que les progrès réalisés jusqu'ici se poursuivront d'une manière ordonnée jusqu'à l'achèvement de la phase finale de la réforme métrique.

La Commission maintient par ailleurs une liaison étroite avec l'« American National Metric Council » afin de coordonner les activités de la conversion dans les deux pays.

L'« Association Métrique Canadienne (Canadian Metric Association) » poursuit de son côté son action de propagande et d'information pour l'emploi des mesures métriques au Canada.

### États-Unis d'Amérique

L'événement métrique marquant a été la signature par le Président des États-Unis, le 23 décembre 1975, du « Metric Conversion Act of 1975 » (Public Law 94-168). Cette loi déclare dans son article 3 que la politique des États-Unis est :

« ... to coordinate and plan increasing use of the metric system in the United States and to establish a United States Metric Board to coordinate the voluntary conversion to the metric system. »

Après un certain délai de constitution, l'« U.S. Metric Board » s'est réuni pour la première fois en août 1978. D'après la loi, sa tâche principale est d'établir et d'exécuter un vaste programme de planification et de coordination pour faciliter une conversion métrique

<sup>(14)</sup> Statute Law (Metric Conversion) Amendment Act, 1976, 25-26 Elizabeth II — Chapter 55 (sanctionnée le 5 août 1977). *Canada Gazette*, Part III, Vol. 2, No. 8 (texte bilingue anglais-français).

*Weights and Measures Regulations, amendment* (9 May, 1979) : Retailing of gasoline and diesel fuel, and of individually measured foods and scale conversion. *Canada Gazette*, Part II, Vol. 113, No. 10 (texte bilingue anglais-français).

Proposed regulations on the retailing of pieces goods and home furnishings. *Canada Gazette*, Part I, 17 March, 1979 (texte bilingue anglais-français).

<sup>(15)</sup> *Metric Commission Canada : Sixth report, year ending March 31, 1979*, 86 pages (texte bilingue anglais-français).

volontaire dans les secteurs privé et public, afin que le système métrique (SI) devienne le système de mesures prépondérant, mais non exclusif, aux États-Unis. Le « Metric Board » n'a aucun pouvoir de décision ; c'est uniquement un organisme chargé d'encourager, de conseiller et de guider tel ou tel secteur dans ses efforts pour une conversion, d'informer la population et de présenter des recommandations au Congrès et au Président. Les résultats de ses premières activités ont fait l'objet d'un rapport <sup>(16)</sup>.

Compte tenu du caractère volontaire de la conversion métrique, les progrès réalisés jusqu'ici sont limités mais non négligeables ; ils concernent principalement les grandes sociétés industrielles et les services gouvernementaux fédéraux et des États.

*Industrie.* — L'« American National Metric Council », organisme privé créé en 1973 pour s'occuper de la conversion dans les secteurs industriels et commerciaux, a constitué en 1974 cinq comités de coordination représentant chacun un domaine de base de l'économie nationale, chaque comité étant lui-même subdivisé en comités sectoriels dont le nombre total est d'environ 40.

De nombreuses sociétés multinationales, principalement dans les secteurs de l'automobile, du gros matériel mobile et des industries électriques et électroniques, procèdent actuellement à une conversion métrique qui s'effectue plus facilement, plus rapidement et à un moindre coût que prévu.

*Éducation.* — L'enseignement des mesures métriques est développé dans les écoles. Chaque État a commencé à établir un programme dans ce sens. Les éditeurs de manuels scolaires et les fabricants de matériel d'enseignement ont conscience de cette situation et commencent à satisfaire les demandes de moyens éducatifs métriques.

La législation de nombreux États est révisée pour permettre un enseignement scolaire métrique. Vingt-deux conseils d'établissements d'enseignement ont adopté des résolutions « go metric ».

*Action métrique dans les États.* — Seize États ont constitué des comités métriques pour guider leur conversion. Des comités similaires sont en formation dans d'autres États.

En 1975, le président de la « National Governors Conference » (maintenant Association) a demandé à chaque gouverneur de nommer un représentant à l'« Interstate Metric Committee » constitué sous les auspices de cette Association ; ce Comité a tenu sa première réunion en avril 1978.

La « National Conference on Weights and Measures » révisé actuellement ses modèles de lois et réglementations pour supprimer les barrières légales et permettre un mouvement de « metrication » volontaire lorsqu'un tel changement présente des avantages économiques. Des spécifications métriques pour certains produits alimentaires préemballés ont déjà été approuvées.

*Action métrique dans les services gouvernementaux fédéraux.* — L'« Interagency Committee on Metric Policy (ICMP) », créé en 1978, est l'organisme gouvernemental pour la coordination de la politique des agences fédérales en matière de « metrication ». Le « Metrication Operating Committee (MOC) », composé des coordinateurs métriques désignés par la plupart des agences fédérales, exécute les tâches qui lui sont confiées par l'ICMP ; le MOC a créé huit divisions chargées de discuter des procédures et des méthodes pour la coordination des activités métriques dans leurs domaines d'intérêt respectifs, d'établir des programmes et de faire des recommandations.

En juin 1975, la politique métrique à suivre dans le « Department of Defense » a été fixée. Les mesures métriques seront employées dans toutes les activités de ce ministère, compte tenu des considérations militaires, économiques, techniques et de sécurité ; l'approvisionnement en fournitures et matériels métriques sera aussi considéré en fonction des intérêts du ministère.

La conversion est prévue en 1980 dans les services du « Department of Interior ».

Plusieurs autres services gouvernementaux se préparent à une conversion métrique, notamment :

— Le « National Weather Service » ; depuis avril 1975, les prévisions météorologiques reçues du Canada en unités métriques sont traitées par ce Service et diffusées aux États-Unis sans être converties dans les unités américaines usuelles.

<sup>(16)</sup> U.S. Metric Board : *Interim Report to Congress*, 1979, 11 pages, and 5 Appendices, 31 pages.

- La « Maritime Administration » a préparé un programme pour une conversion métrique dans la marine marchande en 1980.
- Les « Forest Service » et « National Park Service » ajoutent les valeurs métriques sur tous leurs panneaux et dans leurs brochures comportant des indications de poids et mesures.
- Une réglementation du « Bureau of Alcohol, Tobacco, and Firearms » impose l'emploi de bouteilles de contenance métrique dans l'industrie vinicole: le changement est achevé depuis le 1<sup>er</sup> janvier 1979. Une réglementation similaire s'appliquera en 1980 pour les alcools. Ces deux réglementations sont actuellement les seules dispositions obligatoires pour la conversion métrique aux États-Unis.

La conversion métrique, bien que volontaire, n'est toutefois pas sans provoquer des oppositions. C'est ainsi que la décision prise en 1977 par la « National Highway Administration » de convertir en unités métriques, à partir de 1980, les indications des limitations de vitesse des automobiles a dû être provisoirement abandonnée, le public n'étant pas encore suffisamment préparé pour accepter des changements qui touchent directement ses habitudes.

Si des progrès métriques ont déjà été réalisés dans le secteur industriel, il n'en est pas de même dans le secteur public où tout changement rencontre une résistance de la part de la population habituée à ses mesures familières. La conversion complète des États-Unis aux mesures métriques (SI) représente donc une tâche de longue haleine. Tout sera néanmoins mis en œuvre pour assurer le succès final de la réforme métrique ainsi que le déclarait en avril 1979 Stuart E. Eizenstat, Assistant du Président des États-Unis pour les « Domestic Affairs and Policy », devant l'« American National Metric Council » :

« The Administration is working to encourage conversion in a responsible manner in both government and the private sector. The history of metric conversion in this country has been plagued by a government which either had other priorities or was reluctant to engage the American people in the activity needed to ensure a successful conversion. We are attempting to reverse that : we are attempting to provide leadership in the metric area : we are attempting to make the government a model of metric conversion. »

L'« U.S. Metric Association » poursuit par ailleurs son action d'information métrique par la publication de son bulletin « Newsletter » et la diffusion de brochures.

#### **\* Guyane (République de)**

En 1970, un Comité a été constitué pour s'informer des possibilités de l'adoption du système métrique. Dans son rapport présenté au Gouvernement en 1974, ce Comité a recommandé la création d'un « Metrication Board » ayant la responsabilité de la coordination et de la mise en œuvre d'un programme de conversion métrique.

Le « Metrication Board » s'est réuni pour la première fois le 12 septembre 1977, date qui marque le début officiel de la « metrication » en Guyane. Treize comités sectoriels constitués auprès du « Metrication Board » ont commencé à préparer des programmes de conversion pour les différents domaines de l'économie nationale.

La nouvelle législation sur les poids et mesures incorporera les unités métriques SI.

#### **\* Jamaïque**

Le « Metrication Advisory Board », constitué en mars 1977, a commencé à établir un programme de conversion métrique en trois phases : investigation, planification, mise en œuvre.



Une campagne d'information et d'éducation du public a débuté en novembre 1977 afin de préparer le climat pour un changement.

La nouvelle loi sur les poids et mesures (« *Weights and Measures Act 1976* ») permet l'emploi des unités métriques SI dans le commerce, au même titre que les unités impériales.

Un « *Metric Practice Guide* » préparé par le « *Bureau of Standards* » constitue une norme jamaïcaine pour l'industrie.

#### \* **Trinité et Tobago**

La conversion métrique décidée en 1971 et commencée en 1973 se poursuit normalement sous l'impulsion du « *Metrication Board* ».

L'augmentation du nombre des produits emballés en unités métriques, l'apparition d'une signalisation routière métrique et l'emploi des mesures métriques dans les services douaniers contribuent à une prise de conscience métrique parmi la population. En 1979, les mesures métriques ont été introduites dans les examens d'entrée scolaires.

## ASIE, AUSTRALASIE, OCÉANIE

### **Australie**

Commencé en 1970, le programme de conversion métrique a été poursuivi plus rapidement et plus facilement que prévu et approche de sa fin. Les mesures métriques seront d'un emploi généralisé en 1980, bien qu'il subsistera encore pendant un certain temps des restes de mesures britanniques.

Depuis 1975, de nombreux programmes ont été achevés. Aucune initiative ou décision importante ne relève maintenant du « *Metric Conversion Board* » dont la tâche sera probablement terminée en 1980.

Les progrès réalisés ces cinq dernières années peuvent être résumés comme suit <sup>(17)</sup> :

- Depuis 1976, tous les plans et les spécifications pour les bâtiments et les travaux de construction soumis aux autorités doivent être établis en unités métriques.
- Depuis le 1<sup>er</sup> décembre 1978, l'importation d'appareils de mesure non métriques est interdite, sauf pour quelques exceptions.
- Tous les instruments de mesure utilisés dans le commerce de détail (règles, balances, distributeurs d'essence, etc.) doivent être gradués uniquement en unités métriques.
- Les produits alimentaires et de consommation préemballés (conserves, produits laitiers, boissons, alcools et liqueurs, peintures, détergents, etc.) sont vendus uniquement en quantités métriques.
- Il est prévu qu'à la fin de 1979 les marchandises pesées ou mesurées en présence du consommateur le seront uniquement en unités métriques ; cette disposition est déjà appliquée dans les grands centres d'Australie.
- La fabrication et le commerce de nombreux autres produits, tels que revêtement de sol, tapis, tuiles, cordages, tissus, bois débités, films et papiers photographiques, éléments de fixation filetés, sont maintenant métriques.
- Dans l'enseignement, les mesures métriques ont été introduites il y a plus de six années.
- En diététique, le kilojoule a été officiellement adopté en remplacement de la calorie pour exprimer la valeur énergétique des produits alimentaires.

<sup>(17)</sup> *Metric Conversion Board : Annual Reports 1975-76 (40 pages), 1976-77 (39 pages), 1977-78 (36 pages), 1978-79 (35 pages) ; MCB Newsletter (publication périodique).*

– Toutes les normes techniques dimensionnelles publiées par la « Standards Association of Australia » sont métriques.

La législation des États australiens est révisée pour permettre l'emploi des mesures métriques et assurer une conversion ordonnée dans le commerce de détail. Les États d'Australie du Sud, d'Australie Occidentale et de Tasmanie sont virtuellement métriques.

En avril 1979, les « Weights and Measures (National Standards) Regulations » ont été considérablement amendées par la publication des « Statutory Rules 1979, No. 65 » : suppression de nombreuses unités n'appartenant pas au SI (métriques et britanniques) de la liste des unités légales, définitions des unités métriques tenant compte des récentes décisions internationales.

Les avantages de la réforme métrique en Australie se font de jour en jour plus évidents à mesure que le programme de conversion approche de sa fin. Les conversions qui restent à faire sont des conversions à long terme ; elles n'interviendront qu'après consultation des secteurs concernés et lorsque le Gouvernement sera assuré qu'il n'y a plus aucun besoin des unités appelées à disparaître.

#### \* Bangladesh

Il n'existe pratiquement aucun système de mesures commun au Bangladesh où coexistent les mesures britanniques, les mesures métriques et une grande variété de mesures locales.

Décidée par la loi pakistanaise de 1967 adoptant le Système métrique, l'introduction graduelle de ce système au Bangladesh n'a pu être poursuivie du fait de la guerre de libération en 1971. La question d'une conversion métrique a été reprise en 1978, avec au préalable la création d'un service de poids et mesures ou institut de métrologie.

#### Chine (République Populaire de)

Le Conseil d'État a publié en 1959 le « Décret relatif à l'unification du système de mesures » et a défini le système métrique comme système de mesures de base. Depuis plus de vingt ans, le système métrique a été popularisé et utilisé dans tout le pays. À l'heure actuelle, le système de mesures de la République Populaire de Chine est fondamentalement unifié sur le système métrique : les étalons primaires essentiels et les références secondaires nécessaires à l'économie nationale ont été établis, ainsi que des chaînes d'étalonnage.

Les normes industrielles d'État récemment promulguées sont métriques ; elles sont employées dans la majeure partie de la production et c'est seulement dans une partie de l'industrie légère (machines à coudre, bicyclettes, etc.), l'industrie textile et dans des ateliers de réparation mécanique que subsistent encore les unités britanniques. Les normes anciennes dans le système britannique sont progressivement réformées.

Les mesures métriques sont par ailleurs utilisées dans les domaines scientifique, technique, culturel et pédagogique, ainsi que dans les publications.

On doit cependant noter que le « Shi zhi » (système domestique ou mercantile), depuis longtemps en usage en Chine, continue à coexister avec les mesures métriques pour la circulation des marchandises et l'achat et la vente des produits agricoles. Il existe toutefois entre les mesures du « Shi zhi » et celles du système métrique des rapports simples : 1 *tche* = 1/3 mètre, 1 *kin* = 0,5 kg, 1 *cheng* = 1 litre ; le *mou* (= 6 000 *tche* carrés = 1/15 ha) reste aussi d'un usage courant pour les superficies agraires.

Le 27 mai 1977, le Conseil d'État a promulgué les « Provisional regulations on measurements of the People's Republic of China » dont les articles 3 et 5 stipulent :

Art. 3. — China's system of measurements is in the main the metric system, with the International System of Units (SI) being adopted step by step.

The domestic system now still in use will be phased out gradually.

The British system may not be used except in special cases approved by metrological departments at the provincial, municipal, autonomous regional or higher level.

Art. 5. — The national standards of measurements are the foundation for achieving nation-wide unification of measurement values. The State Bureau of Metrology of the People's Republic of China will organize research in metrology and establish these standards in the light of the needs of production and construction. These standards shall be put into service after certification by the state...

En mars 1979, a été créée la « Commission de diffusion du SI ». On élabore aussi actuellement un « Projet pour les noms et les symboles des unités de mesure » ; ce projet concerne la façon de traduire au mieux en chinois les noms des unités et symboles SI afin de favoriser la diffusion et l'emploi de ce système.

Le passage complet au SI est une tâche de longue haleine, mais les divers secteurs de l'économie nationale chinoise sont déjà au travail dans cette voie. En 1978, le Ministère de l'Enseignement a diffusé un avis officiel dans lequel il exige que l'on utilise le SI dans tous les ouvrages d'enseignement récents pour les écoles supérieures. Le système « Shi zhi », encore en usage, devra être graduellement réformé et le système britannique devra être progressivement aboli.

### **Chypre**

Par suite des événements survenus à Chypre peu après l'adoption de la loi métrique N° 19 de juin 1974, la réforme des mesures n'a commencé à être mise progressivement en application qu'à partir de mai 1976. Le Gouvernement est autorisé à fixer les dates de la conversion métrique pour les différentes catégories de produits et entreprises.

Les dispositions ont été prises pour assurer une transition aussi régulière que possible entre les anciennes mesures locales et britanniques et les nouvelles mesures métriques, notamment la création d'un laboratoire de métrologie pour conserver les étalons nationaux (longueur, masse, volume) et vérifier les étalons des inspecteurs des poids et mesures, et l'établissement des réglementations nécessaires.

En mars 1977, des prescriptions ont été publiées concernant les unités SI : noms et symboles des unités de base, liste des préfixes SI, définitions et symboles des unités dérivées, unités admises en dehors du SI.

### **Fidji**

Après la décision du Gouvernement (mai 1972) d'adopter le système métrique, l'exécution du programme de conversion a commencé en 1975 sous la direction du « Metrication Board », organisme consultatif auprès du Ministère de l'Industrie et du Commerce qui a la responsabilité de mettre la réforme en application.

Depuis 1975, de nombreux programmes de conversion ont été établis et sont déjà entrés en application, totale ou partielle, dans les services gouvernementaux et les secteurs suivants : douanes et régie (1977), statistiques du commerce extérieur, de la production et de la

consommation, marine, aviation civile, météorologie, forêts, installations portuaires, industrie de la construction et du bâtiment (1977), travaux publics, transports aérien, maritime et routier (limites de vitesse et distances métriques), hôpitaux et dispensaires (1978), postes (1979), topographie (1979), industrie du pétrole (pompes à essence métriques dans les zones urbaines), commerce de détail, éducation (tous les ouvrages d'enseignement et les examens pour les niveaux primaire, secondaire et supérieur sont maintenant métriques).

En décembre 1977, le Parlement a adopté le « *Metrication Act* »<sup>(18)</sup>, entré en application en mars 1978, qui légalise l'introduction du système métrique à Fidji. A la même date, un amendement<sup>(19)</sup> à la loi en vigueur sur les poids et mesures a rendu les unités métriques légales au même titre que les unités du système britannique.

Un projet de loi (« *Bill No. 4 of 1979* ») est actuellement soumis au Parlement. Destiné à remplacer la législation actuelle, ce projet de loi déclare que « every unit of weight or measure shall be based on the units of the metric system (SI) as recommended by the General Conference of Weights and Measures, and such additional units as may be recommended by the International Organization of Legal Metrology ». Après l'adoption de cette loi, les dispositions seront prises pour adapter la réglementation métrologique sur une base uniquement métrique.

### **Hong Kong**

En juillet 1971, le Conseil Législatif était informé que le Gouvernement acceptait la recommandation faite par une commission d'enquête pour effectuer une conversion métrique dans les Départements des Travaux Publics et de l'Éducation et préparer la législation nécessaire pour promouvoir une réforme métrique à Hong Kong.

Un comité métrique (« *Metrication Unit* ») était établi dans ce but en juillet 1972. A l'heure actuelle, le Département des Travaux Publics a effectivement adopté les mesures métriques, sauf dans quelques secteurs où le changement n'est pas encore complètement terminé.

En juillet 1976 était publiée une Ordonnance<sup>(20)</sup> permettant au Gouverneur d'amender la législation en vigueur en remplaçant les unités non métriques par les unités SI.

Depuis le 1<sup>er</sup> avril 1977, tous les nouveaux projets immobiliers doivent être établis en unités métriques.

Le Département de l'Éducation a introduit les mesures métriques dans les programmes scolaires; toutefois, pour des raisons pratiques et principalement au niveau primaire, une petite partie de l'enseignement continue encore à utiliser les mesures britanniques et les mesures locales chinoises. Dans l'enseignement supérieur et dans les universités, les mesures métriques sont presque uniquement utilisées, quoique pas toujours en unités SI.

Un « *Metrication Committee* » a été constitué le 1<sup>er</sup> janvier 1978, avec une structure s'inspirant de celle du *Metric Conversion Board* australien. Ce Comité a proposé un programme de cinq ans pour la transition métrique dans le secteur privé; on espère que tous les Départements gouvernementaux seront métriques dans deux à trois ans. Depuis 1973, les bulletins météorologiques officiels sont uniquement donnés en degrés Celsius.

L'industrie est disposée à adopter les mesures métriques, mais on constate néanmoins une tendance à la réserve dans l'attente d'un engagement positif et des demandes des pays vers

<sup>(18)</sup> *Metrication Act No. 16 of 1977* (15th December 1977).

<sup>(19)</sup> *Act No. 17 of 1977 to amend the Weights and Measures Act* (15th December 1977).

<sup>(20)</sup> *Metrication Ordinance No. 48 of 1976*.

lesquels Hong Kong exporte ses marchandises. Les progrès métriques dans ce secteur de l'économie nationale dépendent surtout de la position des États-Unis d'Amérique, principal client de Hong Kong.

En conclusion, le Gouvernement a pris la direction de la conversion métrique, mais il n'envisage pas de l'imposer obligatoirement. Quant au SI, aucun empêchement légal n'existe pour son adoption : toute nouvelle législation est établie sur la base des unités SI par des amendements à la législation existante.

### **Malaisie**

La loi de 1972 adoptant les mesures métriques (SI) prévoit une période de transition de dix années.

Depuis 1975, la conversion est réalisée ou déjà bien avancée dans de nombreux secteurs publics et privés de l'économie nationale : postes (1975), météorologie (1976), douanes et régie (1978), chemin de fer et ports (1978), routes, enseignement, papeterie et imprimerie (1979), industrie du pétrole et des lubrifiants (1977), commerce de détail dans les supermarchés (1977), produits préemballés. La fin de la conversion est prévue en 1980-81 dans divers autres secteurs dont les textiles, l'industrie, la construction et le commerce de détail.

Les importants progrès accomplis jusqu'ici permettent d'espérer que la conversion métrique sera pratiquement achevée à la fin de 1981.

### **\* Nauru**

L'achèvement du programme de conversion métrique est prévu pour 1980. L'enseignement est métrique. Les industriels effectuent le changement en suivant les normes australiennes.

### **Nouvelle-Zélande**

La conversion métrique, décidée en 1969 sur une base volontaire, est pratiquement achevée suivant le programme établi sur une période de sept ans.

La conversion est maintenant effective dans tous les domaines de l'économie nationale : industrie, agriculture, construction, combustibles et énergie, transports, tarifs postaux, signalisation routière, sports, etc. Seul le commerce de détail est resté en retard sur le programme prévu, certains commerçants refusant tout changement qui ne serait pas imposé par la loi.

En 1976, 1977 et 1978, des dispositions légales ont donc été prises par le Gouvernement pour modifier la loi sur les poids et mesures de 1925 afin d'interdire la vérification et la révérification des instruments de pesage et de mesurage étalonnés en unités britanniques, et de rendre obligatoire, à partir du 1<sup>er</sup> juillet 1979, les mesures métriques dans le commerce de détail des produits alimentaires et autres <sup>(21)</sup>.

Après dix années d'existence durant lesquelles il a œuvré efficacement pour la conversion métrique en Nouvelle-Zélande, le « Metric Advisory Board » cessera ses activités à la fin de 1979.

---

<sup>(21)</sup> *Weights and Measures Amendment Acts* 1976, No. 162 (14 December 1976), and 1977, No. 182 (23 December 1977).

*The Metrication Regulations* 1977 (27 June 1977).

*The Metrication (Retail Trading) Regulations* 1978 (28 March 1978).

## **Pakistan**

L'exécution des dispositions de la loi N° V de 1967 pour l'introduction des mesures métriques au Pakistan a été retardée par suite de difficultés techniques et administratives. Ce n'est qu'en 1972 qu'un programme de conversion des mesures, échelonné sur cinq ans, a pu être établi ; ce programme a débuté en juillet 1974 avec pour objectif l'adoption directe des unités SI.

Trois comités furent constitués : Comité métrique, Sous-comité technique, Sous-comité de la publicité, le premier ayant pour tâche de coordonner l'ensemble du programme de conversion et d'étudier les recommandations des deux Sous-comités.

Un « Metrication Board for Civil Engineers » fut aussi créé, avec huit Groupes d'étude, pour recommander les unités SI les mieux appropriées dans les conditions actuelles du secteur technique et industriel au Pakistan.

Plusieurs études et travaux préparatoires à la conversion furent effectués : établissement de nouvelles spécifications et de tables de conversion, incorporation des unités SI dans les manuels d'enseignement primaire et secondaire, achat d'instruments de mesure métriques et recherche de fabricants qualifiés, formation du personnel, création d'un Département des poids et mesures à Islamabad et de bureaux régionaux, etc.

Le Département des poids et mesures coopère activement avec le « Metrication Board » pour la réalisation de la réforme métrique dans tous les domaines de l'économie nationale.

En 1976, la responsabilité de la mise en application du nouveau système de mesures a été transférée aux Gouvernements provinciaux. De son côté, le Gouvernement fédéral est maintenant chargé d'établir et de vérifier les étalons, de conseiller pour l'adoption des nouvelles unités et l'instruction des inspecteurs provinciaux et du personnel des organisations, et de suivre les progrès de la conversion dans les Provinces.

Les prototypes nationaux métriques (mètre et kilogramme) sont conservés au National Physical Standards Laboratory, à Islamabad ; ce laboratoire conserve aussi les étalons de référence qui servent à vérifier les étalons secondaires et de travail.

La conversion métrique est déjà bien avancée — et parfois achevée — dans de nombreux domaines de l'économie nationale ; c'est ainsi qu'elle est actuellement réalisée à près de 100 % pour les pompes à essence, à 80 % dans les manufactures d'allumettes et dans les usines textiles, à 60 % dans le génie civil.

Le Département fédéral des poids et mesures poursuit activement l'introduction complète du SI dans l'industrie, les grands services et organismes gouvernementaux, le génie civil et les industries mécaniques, électriques et électroniques.

Quant à la population, habituée à utiliser ses mesures traditionnelles telles que seer, tola, maund, yard, pound, une large campagne d'information continue est poursuivie par tous les moyens pour l'éducation métrique du public.

## **\* Papouasie – Nouvelle Guinée**

Le programme de conversion métrique est maintenant virtuellement achevé, trois ans avant la date initialement fixée (1979).

La « Metric Conversion Commission » (constituée en 1972) a tenu sa dernière réunion en novembre 1975 et a cessé ses activités. Les questions relatives à la conversion métrique sont maintenant traitées par le « Department of Labour and Industry ».

### Salomon (Iles)

Les premiers pas vers une conversion métrique ont commencé à la fin de 1969. Un « Metrication Committee » constitué en 1973 a préparé des programmes de conversion s'inspirant de ceux de l'Australie.

La conversion approche de sa fin dans le cadre d'une nouvelle législation adaptée au changement.

### Singapour

La politique métrique adoptée le 15 février 1971 (date de la mise en vigueur du « Metrication Act » de décembre 1970) est activement poursuivie <sup>(22)</sup>.

Le programme de conversion adopté comprend trois phases : la première concerne le secteur public, la deuxième les secteurs des produits manufacturés et industriels, la troisième le secteur du commerce de détail.

La première phase a été achevée en 1973. Pour la deuxième phase, la conversion est réalisée dans plus de 75 % des industries ; les progrès ultérieurs dépendent en grande partie des influences extérieures, la production de Singapour étant largement orientée vers l'exportation. L'effort porte actuellement sur la troisième phase du programme.

Depuis 1975, des progrès marqués ont été réalisés dans l'industrie de la construction et du bâtiment, les transactions immobilières et la construction navale (métrique à plus de 90 %, sauf pour le matériel de forage pétrolier). D'autres programmes sont en cours d'exécution (construction aéronautique civile, matériel d'incendie, roulements à billes, appareils de conditionnement d'air, réfrigérateurs).

La plupart des produits comestibles et non comestibles préemballés sont maintenant vendus en unités métriques, de même qu'un grand nombre de marchandises vendues au détail. En juillet 1974, tous les grands supermarchés ont volontairement adopté les mesures métriques.

Une conversion métrique totale dans le commerce de détail n'est toutefois pas possible sans une coopération des consommateurs. Comme dans les autres pays, une vaste campagne d'information est donc poursuivie auprès de la population afin de lui inculquer l'usage des unités métriques utilisées dans la vie courante.

La conversion métrique a conservé jusqu'ici un caractère volontaire. Toutefois, depuis 1976, toute demande d'achat au détail faite en unités métriques ne peut légalement être refusée sous peine d'amende.

Suivant les dispositions de la loi de 1975, un « Order » publié en juillet 1979 impose la vente, dans le commerce de détail, de certains produits préemballés en quantités métriques prescrites.

Le SI a été adopté par le « National Standards Laboratory ».

### Sri Lanka

Bien qu'utilisé depuis de nombreuses années dans l'enseignement des sciences dans les écoles secondaires et les universités et dans les laboratoires de recherches, le système métrique n'était pas employé dans d'autres domaines ; seules les mesures britanniques étaient en usage.

<sup>(22)</sup> *Singapore Metrication Board : Annual Reports* 1974 (32 pages), 1976-77 (14 pages), 1977-78 (31 pages), 1978-79 (28 pages).

*Metric now (Your guide to metrication in Singapore)*, December 1975, 196 pages.

Après la conversion métrique décidée en juin 1970 et l'adoption de la loi N° 24 de 1974 <sup>(23)</sup> reconnaissant le SI comme système de mesures principal — tout en admettant encore l'emploi des mesures britanniques —, le Sri Lanka s'est engagé dans la réalisation de son programme de conversion. A cet effet, la loi N° 17 de 1976 <sup>(24)</sup> a créé le « National Metric Conversion Authority » ayant pour mission de faciliter l'adoption du système métrique et de prendre toutes les mesures nécessaires pour l'utilisation progressive au Sri Lanka du système métrique comme seul système de mesures des grandeurs physiques.

Le programme de conversion adopté présente deux aspects :

1° Le développement du « Standard Weights and Measures Laboratory » chargé d'établir les étalons de mesure pour toutes les grandeurs physiques nécessaires à l'économie du Sri Lanka.

2° Le passage aux mesures métriques dans toutes les activités sur une période de transition de 7 à 10 ans.

A l'heure actuelle, des progrès marqués ont déjà été réalisés dans l'emploi exclusif ou partiel des mesures métriques dans les domaines suivants : importation et exportation des marchandises, produits préemballés, textiles (vente au mètre depuis octobre 1978), combustibles liquides (transformation progressive des pompes à essence), industrie, agriculture (thé, caoutchouc, paddy), éducation (le SI est enseigné dans les écoles secondaires ; il est utilisé dans les universités pour la physique et la chimie et partiellement dans les facultés techniques et les écoles d'architecture), circulation routière et transports (bornes kilométriques, limitations des vitesses et indications des distances, caractéristiques des véhicules et des routes, chemins de fer), construction et génie civil, données statistiques.

## Tonga

La décision d'une conversion métrique a été prise en 1972. Aucune véritable action coordonnée n'a toutefois été entreprise avant août 1977, lorsque le « Metrication Committee » a recommandé des dates pour la conversion dans différents secteurs. Entre-temps, la conversion a débuté dans les secteurs de l'enseignement, des travaux et la santé.

La législation publiée en 1978 déclare entre autres que le système métrique sera le seul système de mesures employé dans le royaume. L'achèvement de la conversion est prévu dans le courant de 1980.

\*  
\* \*

En 1954, Ch. Volet, alors directeur du Bureau International des Poids et Mesures, écrivait que « l'unification effective des mesures dans le monde sera un des grands moments de l'humanité ».

Après une attente de près de deux siècles, ce moment est pratiquement arrivé : l'unification sur la base du Système International d'Unités, forme moderne du Système métrique, est maintenant une proche réalité. L'adoption universelle d'un système de mesures unique représente le triomphe du bon sens, et seules les générations futures s'étonneront que la réalisation d'une réforme aussi rationnelle ait pu rencontrer tant d'obstacles et soulever tant de difficultés.

(Septembre 1979; révisé en décembre 1979)

<sup>(23)</sup> L'Annexe II de cette loi a été amendée par le *Weights and Measures (Amendment) Act No. 16 of 1979* (14 March, 1979).

<sup>(24)</sup> *National Metric Conversion Law No. 17 of 1976* (22nd July, 1976).



*Résumé des principales décisions récentes  
concernant la conversion métrique dans le monde*

(Complément au tableau du 9<sup>e</sup> Rapport publié  
dans *Comptes rendus des séances de la 15<sup>e</sup> Conférence Générale  
des Poids et Mesures* (1975), pp. 107-125)

<i>Australie</i> .....	Statutory Rules 1979, No. 65	Amendements des « <i>Weights and Measures (National Standards) Regulations</i> ». Révision de la législation des États.
<i>Bahamas</i> .....		Programme de conversion métrique en cours.
<i>Barbade</i> .....		Décision en 1973 d'adopter les mesures métriques (SI). Création en 1974 d'un « <i>Metrication Board</i> ». Loi de 1977 légalisant l'emploi des unités SI.
<i>Belize</i> .....		Conversion métrique décidée. Création d'un « <i>Metrication Board</i> ».
<i>Bermudes</i> .....	Weights and Measures Act No. 17, 1975	Loi introduisant l'usage du système métrique (SI). Création en 1974 d'un « <i>Central Coordinating Committee on Metrication</i> ».
<i>Canada</i> .....		La législation en vigueur est périodiquement amendée pour faciliter la conversion métrique.
<i>Chine (Rép. Populaire de)</i> ...		Adoption progressive des unités SI décidée en 1977. Création en 1979 d'une « <i>Commission de diffusion du SI</i> ».
<i>Chypre</i> .....		Publication en 1977 de prescriptions concernant les unités SI.
<i>États-Unis d'Amérique</i> .....	Metric Conversion Act, 1975 (Public Law 94- 168)	Cette loi, promulguée par le Président des États-Unis le 23 décembre 1975, vise à promouvoir une conversion métrique volontaire et crée le « <i>U.S. Metric Board</i> ».
<i>Fidji</i> .....	Metrication Act No. 16, 1977. Act No. 17, 1977	Lois introduisant et légalisant l'emploi des mesures métriques.
<i>Gambie</i> .....	Standards of Weights and Measures Act No. 8, 1977	Loi introduisant les mesures métriques (SI).
<i>Ghana</i> .....	Weights and Measures Decree NRCD : 326, 1975	Loi adoptant les unités SI.
<i>Guyane (Rép. de)</i> .....		Création d'un « <i>Metrication Board</i> » (1977).
<i>Hong Kong</i> .....	Metrication Ordinance No. 48, 1976	Cette Ordonnance permet d'amender la législation en vigueur en remplaçant les unités non métriques par les unités SI. Constitution en 1978 d'un « <i>Metrication Committee</i> ».
<i>Irlande</i> .....	Statutory Instruments No. 102, 1976	Adoption des directives de la CEE sur les unités SI.

<i>Jamaïque</i> .....	Weights and Measures Act, 1976	Cette loi permet l'emploi des mesures métriques au même titre que celui des unités impériales. Constitution en 1977 d'un « Metrication Advisory Board ».
<i>Malawi</i> .....		Décision présidentielle (1979) fixant à janvier 1982 l'achèvement de la conversion métrique sur la base du SI.
<i>Malte</i> .....		Annonce en 1976 d'un programme de conversion métrique. L'emploi des mesures métriques est légalisé.
<i>Maurice</i> .....		Conversion métrique décidée. Loi sur les unités SI en instance d'adoption.
<i>Nouvelle-Zélande</i> .....		Des dispositions légales ont été prises en 1976, 1977 et 1978 pour imposer l'usage exclusif des mesures métriques dans le commerce de détail.
<i>Royaume-Uni</i> .....	Weights and Measures &c. Act, 1976	Pouvoir donné au Gouvernement, après approbation du Parlement, de proscrire l'emploi d'unités impériales.
	Statutory Instruments 1976, No. 1674, and 1978, No. 484	Adoption des directives de la CEE sur les unités SI et l'abandon de certaines unités métriques et non métriques.
<i>Salomon (Iles)</i> .....		La conversion métrique, commencée en 1969, approche de sa fin.
<i>Sierra Leone</i> .....		Approbation gouvernementale pour une conversion métrique sous la direction du « National Metrication Committee ».
<i>Singapour</i> .....	Weights and Measures Act No. 51, 1975 (6th December, 1975)	Cette loi légalise l'emploi des unités métriques au même titre que celui des unités impériales, ces dernières pouvant être supprimées par décision ministérielle.
<i>Sri Lanka</i> .....	National Metric Conversion Law No. 17, 1976	Création du « National Metric Conversion Authority » pour poursuivre la réforme métrique.
<i>Swaziland</i> .....	Weights and Measures Order, 1975	Loi adoptant les unités SI.
<i>Tanzanie</i> .....		Commencement en 1978 des activités du « National Metric Committee ».
<i>Zimbabwe-Rhodésie</i> .....		Adoption en 1976, 1977 et 1978 de réglementations supprimant les références aux unités impériales dans le commerce de détail.
<i>Tonga</i> .....		Conversion en cours sous la direction du « Metrication Committee ». Législation métrique adoptée en 1978.

## INDEX

---

- Allocutions  
  ministre des Affaires Étrangères, 25  
  président du CIPM, 26  
  président de la Conférence, 27
- Bureau International des Poids et Mesures (BIPM)  
  directeur honoraire, hommage au, 41-42  
  direction, nouvelle, 41  
  dotation annuelle (*voir à*)  
  financement, 41  
  publications, 40  
  travaux 1975-79, 34 ; programme futur, 20, 81  
  visite du, 60
- Candela (nouvelle définition), 56 ; discussion, 62, 77 ; résolutions, 79, 100
- Comités Consultatifs, rapports des présidents  
  Électricité, 52  
  Mètre, 43  
  Photométrie et Radiométrie, 56  
  Rayonnements ionisants, 65  
  Seconde, 50  
  Thermométrie, 54  
  Unités, 73
- Comité International des Poids et Mesures (CIPM), 32  
  renouvellement partiel, 97  
  rapport du président, 32
- Convention du Mètre  
  adhésion de la Chine, 32  
  proposition de révision, 82, 92 (*voir aussi à* Groupes de travail)
- Conversion métrique dans le monde, progrès, 106
- Convocation de la 16<sup>e</sup> CGPM, 13
- Délégués  
  chargés du vote par État, 30  
  liste des, 3
- Dépôt des prototypes métriques, visite, 61
- Directeur honoraire du BIPM, hommage au, 41-42
- Dotation annuelle du BIPM, 82, 92 ; résolution, 101
- Échelle Internationale Pratique de Température (EIPT), 54
- Échelle Provisoire de Température de 1976 (EPT-76 : 0,5 K-30 K), 54
- Électricité, 36, 52
- Équivalent de dose, nom spécial de l'unité SI d' (*voir à* sievert)
- Espagne, proposition de l', 23, 82, 92
- Étalons  
  d'angles, 43  
  électriques, 36, 52  
  géodésiques, 35  
  kilogramme, 35 ; rapport, 47 ; résolution, 76, 99  
  longueur  
    à bouts, 34, 43  
    à traits, 34, 43  
  longueurs d'onde, 35, 44  
  photométriques, 37  
  pression, 37
- Grandeurs photométriques, 56
- Gravimétrie, 38
- Groupes de travail  
  Convention du Mètre, 82, 92 ; constitution et mandat, 96  
  dotation du BIPM, composition, 42 ; rapport, 82  
  grandeurs électriques aux radiofréquences, 53
- Hommage à J. Terrien, 41-42
- Kilogramme, étalons du (*voir à* Étalons)
- Lasers, 35, 44
- Listes des délégués, 3 ; chargés du vote par État, 30
- Litre, symboles l et L, 74 ; résolution, 77, 80, 101
- Longueurs, 34, 43
- Longueurs d'onde, 35, 44
- Masses et masse volumique, 35, 47 ; résolution, 76, 99
- Mètre, sur future définition du, 45
- Neutrons, 39, 70
- Ordre du jour (*voir* Programme provisoire)

- Photométrie, 37, 56, 62, 77, 79  
 Programme provisoire, 14  
 Programme des travaux futurs du BIPM, 81  
 Proposition de l'Espagne, 23, 82, 92  
 Publications du BIPM, 40  
  
 Radiométrie (*voir* Photométrie)  
 Radionucléides, 39, 68  
 Rapports des présidents (*voir* à CIPM, Comités Consultatifs, Groupes de travail)  
 Rayonnements ionisants, 38-39 : 65-72  
 Rayons X et  $\gamma$ , électrons, 38, 66  
 Réceptions, 59, 61, 78  
 Résolutions adoptées  
   candela (nouvelle définition), 100 ; comparaisons internationales, 100  
   dotation du BIPM, 101  
   étalons du kilogramme, 99  
   litre (symboles), 101  
   sievert, 100  
   unités électriques, réalisation des, 99  
  
 Seconde, 50  
 Sievert, 74 ; résolution, 77, 100  
  
 Symboles du litre, 74 ; résolution, 77, 80, 101  
 Système International d'Unités (SI), 73 ; diffusion, 96, 103  
 Système métrique, récents progrès, 96, 103, 106  
  
 Temps  
   Atomique International (TAI), 39, 50  
   Universel Coordonné (UTC), 51  
   unité de, réalisation, 50  
 Thermométrie, 36, 54  
 Travaux du BIPM 1975-79, 34 ; programme futur, 20, 81  
  
 Unesco, intervention, 97  
 Unités  
   candela (nouvelle définition), 56 ; discussion, 62, 77 ; résolutions, 79, 100  
   électriques, réalisation, 53 ; résolution, 76, 99  
   équivalent de dose (nom spécial sievert), 74 ; résolution, 77, 100  
   litre (symboles l et L), 74 ; résolution, 77, 80, 101  
   mètre, sur future définition du, 45  
   photométriques, 56  
   Système International d', 73 ; diffusion, 96, 103
-

---

# TABLE DES MATIÈRES

---

## COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE LA 16<sup>e</sup> CONFÉRENCE GÉNÉRALE DES POIDS ET MESURES RÉUNIE A PARIS EN 1979

(Les numéros se rapportent aux différents points de l'Ordre du Jour)

Liste des Délégués et des invités .....	3
Convocation à la Conférence et commentaires sur les principaux éléments du programme .....	13
Proposition de la Délégation de l'Espagne .....	23
Ordre du jour de la Conférence .....	24
<b>Première Séance, lundi 8 octobre 1979 .....</b>	<b>25</b>
Discours d'ouverture de Mr J. François-Poncet, ministre des Affaires Étrangères de la République Française .....	25
Réponse de Mr J. V. Dunworth, président du Comité International des Poids et Mesures .....	26
Allocution de Mr R. Gautheret, président de la Conférence .....	27
Mr P. Jacquinot, vice-président de l'Académie des Sciences, remplace par délégation le président Gautheret à la présidence de la Conférence .....	30
2. 3. 4. Désignation de Mr de Boer comme secrétaire de la Conférence .....	30
Établissement de la liste des délégués chargés du vote par État .....	30
5. Approbation de l'ordre du jour .....	31
6. <i>Rapport du Président du Comité International sur les travaux accomplis depuis la 15<sup>e</sup> Conférence Générale (mai 1975 à octobre 1979) (Comité International et Comités Consultatifs. Travaux et publications du BIPM. Financement du BIPM. Retraite de Mr J. Terrien)</i> .....	32
Hommage à Mr J. Terrien, directeur honoraire du BIPM .....	41
Constitution d'un « Groupe de travail pour la dotation du BIPM » .....	42
<b>Deuxième Séance, lundi 8 octobre 1979 .....</b>	<b>43</b>
7. <i>Définition du mètre .....</i>	<i>43</i>
Rapport du président du <i>Comité Consultatif pour la Définition du Mètre</i> (Comparaison internationale d'étalons à bouts, de règles divisées et d'étalons d'angles. Progrès effectués sur l'asservissement des lasers. Mesures de fréquence et de longueur d'onde. Définition du mètre) ..	43
Discussion .....	47
8. <i>Étalons du kilogramme .....</i>	<i>47</i>
Rapport de Mr Giacomo, directeur du BIPM .....	47
Présentation du projet de résolution A concernant la poursuite des études dans le domaine des masses (La délégation de la Pologne propose un amendement rédactionnel) .....	49

9. <i>Seconde; échelle de Temps Atomique International</i> .....	50
Rapport du président du <i>Comité Consultatif pour la Définition de la Seconde</i> (Définition et réalisation de la seconde. Le Temps Atomique International; stabilité, exactitude. Le Temps Universel Coordonné. Activités futures du CCDS) .....	50
10. <i>Étalons électriques</i> .....	52
Rapport du président du <i>Comité Consultatif d'Électricité</i> (Étalons fondamentaux. Groupe de travail pour les grandeurs électriques aux radiofréquences) .....	52
Présentation du projet de résolution B recommandant la poursuite des recherches pour la réalisation des unités électriques (Objection de la Pologne sur la rédaction du projet de résolution) .....	53
11. <i>Thermométrie. Échelle Internationale Pratique de Température (E IPT)</i> .....	54
Rapport du président du <i>Comité Consultatif de Thermométrie</i> .....	54
12. <i>Photométrie, radiométrie et définition de la candela</i> .....	56
Rapport du président par intérim du <i>Comité Consultatif de Photométrie et Radiométrie</i> (Les grandeurs photométriques. Les unités photométriques. Les grandeurs scotopiques et mésopiques. Autres recommandations du CCPR) .....	56
Présentation du projet de résolution C pour une nouvelle définition de la candela en fonction du watt .....	59
Réception des délégations au Ministère des Affaires Étrangères dans le Salon de l'Horloge .....	59
<b>Visite du Bureau International des Poids et Mesures et du Dépôt des Prototypes métriques, mardi 9 octobre 1979</b> .....	60
Visite des laboratoires du BIPM. Réception au Pavillon de Breteuil. Procès-verbal de la visite du Dépôt des prototypes métriques .....	60
<b>Troisième Séance, mercredi 10 octobre 1979</b> .....	62
12. <i>Photométrie, radiométrie et définition de la candela (suite)</i> .....	62
Discussion du rapport présenté à la 2 <sup>e</sup> séance (Interventions des délégations de l'Afrique du Sud (p. 62), de l'U.R.S.S. (p. 63), de l'Australie (p. 64) et de la Rép. Dém. Allemande (p. 65) au sujet de la nouvelle définition proposée pour la candela) .....	62
13. <i>Rayonnements ionisants</i> .....	65
Rapport du président du <i>Comité Consultatif pour les Étalons de Mesure des Rayonnements Ionisants</i> (Besoins en étalons, réalisations de 1975 à 1979, travaux futurs envisagés dans les domaines des rayons X et $\gamma$ , électrons, mesures des radionucléides et mesures neutroniques) ...	65
14. <i>Système International d'Unités</i> .....	73
Rapport du président du <i>Comité Consultatif des Unités</i> (Brochure « Le Système International d'Unités (SI) ». Évolution du SI. Projets de résolutions D (sievert) et E (symbole du litre). Questions diverses.) .....	73
Présentation et discussion du projet de résolution D amendé concernant le nom spécial « sievert » pour l'unité SI d'équivalent de dose (Remarque de la délégation de la Belgique sur la rédaction du projet de résolution) .....	75
<i>Projets de résolutions A, B, C, D, E : suite de la discussion et votes</i> .....	76
A. Étalons du kilogramme : Après deux amendements rédactionnels (Pologne et Autriche) le projet de résolution A est adopté à l'unanimité ( <i>Résolution 1</i> , p. 99) .....	76

B. Étalons électriques : Présentation du projet amendé (B 1); commentaires des délégations de la Rép. Féd. d'Allemagne et de la Pologne. Refus du projet B 1. Adoption avec 1 voix contre (Pologne) du projet de résolution B ( <i>Résolution 2</i> , p. 99) . . . . .	76
D. Nom spécial « sievert » pour l'unité SI d'équivalent de dose : Adoption à l'unanimité du projet de résolution D amendé ( <i>Résolution 5</i> , p. 100) . . . . .	77
E. Symbole du litre : Commentaires et proposition d'amendement de la délégation du Danemark (vote du projet à la 4 <sup>e</sup> séance, voir p. 80) . . . . .	77
C. Définition de la candela : Les observations présentées par la délégation de l'U.R.S.S. sur le projet de résolution C seront reprises dans une résolution séparée. Échanges de vues sur la nécessité de mentionner dans le projet les trois modes de vision (suite de la discussion à la 4 <sup>e</sup> séance, voir p. 79) . . . . .	77
Réception offerte aux délégués par la délégation des États-Unis d'Amérique . . . . .	78
<b>Quatrième Séance, jeudi 11 octobre 1979</b> . . . . .	79
12. <i>Définition de la candela</i> (suite) . . . . .	79
Présentation et discussion du projet de résolution C amendé (C 1) (Interventions des délégations de l'Australie, du Danemark, de l'Autriche et de MM. Terrien et de Boer au sujet de la mention des trois modes de vision photopique, scotopique et mésopique) . . . . .	79
Adoption à l'unanimité du projet de résolution C 1 amendé donnant une nouvelle définition de la candela ( <i>Résolution 3</i> , p. 100) . . . . .	80
Présentation du projet de résolution G donnant suite aux observations présentées par l'U.R.S.S. sur le projet de résolution C. Après une modification rédactionnelle demandée par la Pologne, le projet de résolution G est adopté à l'unanimité ( <i>Résolution 4</i> , p. 100) . . . . .	80
<i>Symbole du litre</i> (suite) . . . . .	80
Présentation du projet de résolution E complété (E 1) à la suite de la proposition faite par la délégation du Danemark. Après une modification rédactionnelle, le projet E 1 est adopté à l'unanimité moins 1 voix (Rép. Féd. d'Allemagne) ( <i>Résolution 6</i> , p. 101) . . . . .	80
15. <i>Programme des travaux futurs du BIPM</i> . . . . .	81
Présentation résumée du document « Programme de travail et budget du Bureau International des Poids et Mesures dans les quatre années 1981-1984 » . . . . .	81
16. <i>Dotation annuelle du BIPM pour la période 1981-1984</i> . . . . .	82
17. <i>Incidences d'une nouvelle adhésion sur la répartition des contributions</i> . . . . .	82
19. <i>Proposition de la Délégation espagnole (révision de la Convention du Mètre et de son Règlement annexé)</i> . . . . .	82
Rapport du président du « Groupe de travail pour la dotation du BIPM » (Accord sur une augmentation annuelle de 12 %; répartition des contributions; demandes de création d'un groupe de travail pour la révision de la Convention du Mètre) . . . . .	82
Présentation du projet de résolution F concernant la dotation annuelle du BIPM pour 1981 à 1984 et commentaires explicatifs de Mr de Boer . . . . .	83
Discussion sur la dotation du BIPM (Déclarations et interventions de plusieurs délégations : Royaume-Uni (p. 84), Italie (p. 86), Danemark (p. 86), France (p. 87), Roumanie (p. 87)) . . . . .	84
Intervention de Mr de Boer au sujet du groupe de travail pour la révision de la Convention du Mètre . . . . .	87
Position des délégations du Canada (p. 88) et des États-Unis d'Amérique (p. 90) sur la proposition espagnole concernant la révision de la Convention du Mètre et la création d'un groupe de travail dans ce but . . . . .	88
Position de la Suisse sur la dotation du BIPM et le groupe de travail envisagé . . . . .	90

<b>Cinquième Séance, vendredi 12 octobre 1979</b> .....	92
16. <i>Dotation annuelle du BIPM pour la période 1981-1984 (suite).</i> .....	92
17. <i>Incidences d'une nouvelle adhésion sur la répartition des contributions (suite).</i> .....	92
19. <i>Proposition de la Délégation espagnole (révision de la Convention du Mètre et de son Règlement annexé) (suite).</i> .....	92
Vote indicatif sur le projet de résolution F .....	92
La Délégation de l'Espagne expose les différents points de sa proposition pour la création d'un groupe de travail chargé de réviser la Convention du Mètre .....	93
Interventions de plusieurs délégations (Italie, France, Royaume-Uni, Pologne, Yougoslavie, Rép. Dém. Allemande, Suisse) .....	93
Proposition de Mr de Boer sur la mission du groupe de travail envisagé .....	94
Les délégations de la Rép. Féd. d'Allemagne et des États-Unis d'Amérique ne s'opposent pas à la création d'un groupe de travail .....	95
Adoption sans avis contraire (3 abstentions : Inde, Italie, Royaume-Uni) de la dotation du BIPM pour les années 1981 à 1984 (projet de résolution F) ( <i>Résolution 7</i> , p. 101) ....	95
La Conférence approuve la composition du Groupe de travail pour la Convention du Mètre dont la présidence est confiée à Mr de Boer. Précisions sur le mandat du Groupe de travail et le rapport à présenter à la Conférence Générale .....	96
18. <i>Progrès du Système métrique et diffusion du Système International d'Unités.</i> .....	96
Présentation du rapport préparé par le BIPM ( <i>voir l'Annexe</i> , p. 103) .....	96
19. <i>Propositions des Délégations.</i> .....	97
Aucune proposition n'a été présentée en dehors de celle de l'Espagne ( <i>voir plus haut</i> ) .....	97
20. <i>Renouvellement par moitié du CIPM.</i> .....	97
Les neuf membres sortants sont réélus .....	97
21. <i>Questions diverses.</i> .....	97
Communication (hors séance) du représentant de l'Unesco sur les activités de cette organisation relatives à l'assistance métrologique aux pays en voie de développement .....	97
Remerciements du président du CIPM et de Mr Rivas Martinez .....	98
<b>Textes des Résolutions adoptées</b>	
— Étalons du kilogramme (conservation ; correction de poussée de l'air) : <i>Résolution 1</i> ...	99
— Étalons électriques (poursuite des recherches sur la réalisation des unités électriques) : <i>Résolution 2</i> .....	99
— <i>Système International d'Unités</i> :	
— définition de la candela (nouvelle définition en fonction du watt ; comparaisons internationales) <i>Résolutions 3 et 4</i> .....	100
— sievert (nom spécial pour l'unité d'équivalent de dose) : <i>Résolution 5</i> .....	100
— litre (symboles) : <i>Résolution 6</i> .....	101
— Dotation du BIPM pour la période 1981-1984 : <i>Résolution 7</i> .....	101
<b>ANNEXE</b>	
<i>Les récents progrès du Système Métrique</i> , par H. MOREAU .....	103
I. Diffusion du Système International d'Unités (p. 103)	
II. Progrès de la conversion métrique dans le monde (p. 106)	
INDEX .....	131



IMPRIMERIE DURAND  
28600 LUISANT (FRANCE)

---

Dépôt légal, Imprimeur, 1980, n° 3614  
ACHEVÉ D'IMPRIMER LE 1980-05-09  
ISBN 92-822-2059-1  
Imprimé en France

