

COMPTES RENDUS DES SÉANCES

DE LA

TREIZIÈME CONFÉRENCE GÉNÉRALE

DES POIDS ET MESURES

PARIS, 10-16 OCTOBRE 1967 ; 15 OCTOBRE 1968



BUREAU INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES
Pavillon de Breteuil, F 92-SÈVRES, France

COMPTES RENDUS DES SÉANCES
DE LA
TREIZIÈME CONFÉRENCE GÉNÉRALE
DES POIDS ET MESURES

RÉUNIE A PARIS EN 1967 ET 1968

SOUS LA PRÉSIDENTENCE

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

Mr P.-P. GRASSÉ (1967) et Mr A. COUDER (1968)

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 E. C. HALLIDAY, Head, Precise Physical Measurements
Division, National Physical Research Laboratory, *Pretoria*.

Mr J. F. PRETORIUS, Premier Secrétaire d'Ambassade, *Paris*.

Mr O. A. VAN DER WESTHUYSEN, Attaché Scientifique d'Ambas-
sade, *Paris*.

Mr S. G. UNITE, South African Bureau of Standards, *Pretoria*.

Allemagne

*Mr le Professeur Dr-Ing. M. KERSTEN, Président de la Physi-
kalisch-Technische Bundesanstalt, *Braunschweig*.

Mr le Professeur Dr H. MOSER, Vice-Président de la P. T. B.,
Braunschweig.

Mr le Professeur Dr U. STILLE, Leitender Direktor bei der P. T. B.,
Braunschweig.

Mr le Dr H. K. VACANO, Premier Secrétaire, Ministère Fédéral des
Affaires Étrangères, *Bonn*.

Mr le Dr J. B. FISCHER, Deuxième Secrétaire d'Ambassade, *Paris*.

Ont été empêchés d'assister à la Conférence :

Mr le Professeur Dr H. JANCKE, Vice-Président du Deutsches Amt für Messwesen und Warenprüfung für den Bereich Metrologie, *Berlin*.

Mr H.-W. LIERS, Vice-Président du D. A. M. W. für den Bereich Eichwesen, *Berlin*.

Mr le Dr W. KEMNITZ, Directeur de la Section Électricité et Magnétisme du D. A. M. W., *Berlin*.

Amérique (États-Unis d')

*Mr le Dr A. V. ASTIN, Directeur du National Bureau of Standards, *Washington*.

Mr le Dr A. G. McNISH, Chef de la Division de Métrologie, National Bureau of Standards, *Washington*.

Miss B. C. GOUGH, Membre de la Mission américaine au Bureau Européen des Nations Unies et autres Organisations, *Genève*.

Mr le Dr E. L. PIRET, Attaché Scientifique d'Ambassade, *Paris*.

Mr H. W. BALLOUGH, Attaché Scientifique Adjoint, *Paris*.

Mr R. B. OAKLEY, Premier Secrétaire d'Ambassade, *Paris*.

Arabe Unie (République)

N.

Argentine (République)

Mr S. M. DEL CARRIL, Président de l'Instituto Nacional de Tecnología Industrial, *Buenos Aires*.

Mr J. A. LANUS, Secrétaire d'Ambassade, *Paris*.

Australie

*Mr F. J. LEHANY, Chef de la Division de Physique Appliquée, National Standards Laboratory, *Chippendale*.

Autriche

Mr le Dr H. QUAS, Wirkl. Hofrat, Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen, *Vienne*.

Mr le Dipl. Ing. F. BERNHARDT, Sektionsrat im Bundesministerium für Bauten und Technik, *Vienne*.

*Mr le Dr J. STULLA-GÖTZ, ancien Président du Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen, *Vienne*.

Mr W. LANG, Attaché au Ministère des Affaires Étrangères, *Vienne*.

Belgique

Mr J. CLAESSEN, Métrologiste en Chef-Directeur, Chef du Service de la Métrologie, *Bruxelles*.

M^{me} M.-L. HENRION, Métrologiste, Service de la Métrologie, *Bruxelles*.

Brésil

*Mr L. CINTRA DO PRADO, Professeur à l'École Polytechnique de l'Université, *São Paulo*.

Mr O. C. LOBO, Conseiller d'Ambassade, *Paris*.

Mr M. C. NASLAUSKY, Deuxième Secrétaire d'Ambassade, *Paris*.

Bulgarie

Mr le Professeur E. S. DJAKOV, Membre de l'Académie des Sciences de Bulgarie, Directeur de l'Institut d'Électronique, *Sofia*.

Mr S. STAYKOV, Attaché Scientifique d'Ambassade, *Paris*.

Canada

Mr le Dr J. T. HENDERSON, Principal Research Officer, Conseil National de Recherches, *Ottawa*.

Mr P. L. MCKELLAR, Troisième Secrétaire d'Ambassade, *Paris*.

*Mr le Dr L. E. HOWLETT, Directeur de la Division de Physique Appliquée, Conseil National de Recherches, *Ottawa*.

Chili

N.

Corée (République de)

Mr JOON-KOO LEE, Directeur du Central Bureau of Weights and Measures, *Séoul*.

Mr Kee Heum SHIN, Conseiller d'Ambassade, *Paris*.

Mr Kyung-Soo JUNG, Section Chief, Central Bureau of Weights and Measures, *Séoul*.

Mr Won Chan RAN, Troisième Secrétaire d'Ambassade, *Paris*.

Danemark

Mr T. CARLSEN, Professeur à l'Université Technique, *Copenhague*.

Dominicaine (République)

N.

Espagne

- Mr le Professeur Dr-Ing. R. RIVAS MARTINEZ, Membre-Secrétaire de la Commission Permanente des Poids et Mesures, *Madrid*.
Mr le Dr Ing. J. M. LOPEZ DE AZCONA, Délégué du Ministère de l'Industrie, *Madrid*.
Mr le Professeur M. R. ARAGÓN, Membre de la Commission Permanente des Poids et Mesures, *Madrid*.
*Mr J. M. OTERO, Président du Centre National de l'Énergie Nucléaire « Juan Vigon », *Madrid*.
Mr L. DE VILLEGAS Y URZAIZ, Ministre-Conseiller d'Ambassade, *Paris*.

Finlande

- Mr I. K. SAJANIEMI, Directeur du Bureau des Poids et Mesures, *Helsinki*.
*Mr Y. VÄISÄLÄ, Professeur à l'Université, *Turku*.

France

- Mr le Professeur P. FLEURY, Directeur Général de l'Institut d'Optique, *Paris*.
Mr J. DEBIESSE, Directeur du Centre d'Études Nucléaires de Saclay, *Gif-sur-Yvette*.
Mr M. BELLIER, Directeur du Laboratoire National d'Essais du Conservatoire National des Arts et Métiers, *Paris*.
Mr J. P. NICOLAU, Ingénieur Général de l'Armement, Directeur des Cycles d'Études Supérieures de Mécanique Industrielle, *Paris*.
Mr P. TARDI, Membre de l'Académie des Sciences et du Bureau des Longitudes, *Paris*; (excusé).
Mr F. VIAUD, Ingénieur Général, Directeur du Service des Instruments de Mesure, *Paris*.
Mr C. GIRARD, Sous-Directeur aux Unions Internationales, Ministère des Affaires Étrangères, *Paris*. (Représenté par Mr L. DE MONTILLE à une séance.)
*Mr A. MARÉCHAL, Délégué Général à la Recherche Scientifique et Technique, *Paris*.

Hongrie

- Mr P. HONTI, Vice-Président de l'Office National des Mesures, *Budapest*.
Mr G. MISUR, Deuxième Secrétaire d'Ambassade, *Paris*.

Inde

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

Indonésie

Mr ADRI MOESTIKO, Troisième Secrétaire d'Ambassade, *Paris.*

Mr R. SOEHARDJO PARTOATMODJO, Directeur, Direction de la
Métrologie, *Bandung.*

Mr G. M. PUTERA, Chef du Service de l'Institut des Mesures,
Bandung.

Mr J. B. MONINGKA, Troisième Secrétaire d'Ambassade, *Paris.*

Irlande

Miss M. TINNEY, Conseiller d'Ambassade, *Paris.*

Italie

Mr le Professeur Ing. M. OBERZINER, Membre du Comité Central
Métrique, *Rome.*

Mr le Dr F. CANTILE, Directeur Général du Commerce Intérieur
et de la Consommation Industrielle, Président du Comité
Central Métrique, *Rome.*

Mr S. SCIUTI, Professeur à l'Université, *Rome.*

Mr G. FONTANA, Chef du Bureau Central Métrique, *Rome.*

Mr A. E. BARBIELLINI, Inspecteur-Chef, Bureau Central Métrique,
Rome.

Japon

*Mr Y. TOMONAGA, Président de l'Agency of Industrial Science
and Technology, *Tokyo.*

Mr K. ARAI, Premier Secrétaire d'Ambassade, *Paris.*

Mr H. FUKUNAGA, Attaché Scientifique d'Ambassade, *Paris.*

Mr K. YAMAMOTO, Directeur du National Research Laboratory
of Metrology, *Tokyo.*

Mexique

Mr A. CORONA RENTERIA, Conseiller Économique d'Ambassade,
Paris.

*Mr M. SANDOVAL VALLARTA, Commission Nationale de l'Énergie
Nucléaire, *Mexico.*

Norvège

Mr S. KOCH, Directeur du Bureau National des Poids et Mesures,
Oslo.

Pays-Bas

*Mr le Professeur J. DE BOER, Directeur de l'Institut de Physique
Théorique de l'Université, *Amsterdam.*

Mr A. J. VAN MALE, Directeur en Chef du Service de la Métrologie
Légale du Ministère des Affaires Économiques, *La Haye.*

Mr J. THIERRY, Ingénieur en Chef, Directeur du Service de la
Métrologie Légale, *La Haye.*

Pologne

Mr Z. OSTROWSKI, Président de l'Office Central de la Qualité et
des Mesures, *Varsovie.*

*Mr H. NIEWODNICZANSKI, Membre de l'Académie des Sciences
de Pologne, Professeur à l'Université, Directeur de l'Institut
de Physique Nucléaire, *Cracovie.*

Mr J. MICKIEWICZ, Consul Général, *Paris.*

Mr J. SZAMOTULSKI, Chef du Laboratoire de Métrologie à l'Office
Central de la Qualité et des Mesures, *Varsovie.*

Mr A. ZABCZYNSKI, Conseiller à l'Office Central de la Qualité et
des Mesures, *Varsovie.*

Mr A. PACZOCHA, Conseiller au Ministère des Affaires Étrangères,
Varsovie.

Portugal

Mr F. A. DE ALCÂNTARA CARREIRA, Inspecteur Général des
Produits Agricoles et Industriels, *Lisbonne.*

Mr E. CORREIA DE SOUSA, Chef du Bureau des Poids et Mesures,
Lisbonne.

Roumanie

Mr N. GHITA, Directeur Général-Adjoint de la Direction Générale
pour la Métrologie, la Normalisation et les Inventions, *Bucarest.*

Mr A. MILLEA, Chef de la Section « Mesures électriques » à l'Ins-
titut de Métrologie, *Bucarest.*

Mr G. ISPASOIU, Chef de Section à l'Institut de Métrologie,
Bucarest.

Mr T. BOCANICIU, Chef du Laboratoire « Temps et fréquence »
à l'Institut de Métrologie, *Bucarest.*

Royaume-Uni

- *Mr le Dr J. V. DUNWORTH, Directeur du National Physical Laboratory, *Teddington*.
- Mr le Dr H. BARRELL, Ancien Superintendant de la Standards Division du National Physical Laboratory, *Teddington*.
- Mr L. V. NICKOLS, Chef du Metrology Centre, National Physical Laboratory, *Teddington*.
- Mr R. JARDINE, Chef de la Metrication Branch, Ministry of Technology, *London*.

Suède

- Mr le Professeur E. G. RUDBERG, Secrétaire Perpétuel de l'Académie Royale des Sciences de Suède, *Stockholm*.
- *Mr le Professeur K. SIEGBAHN, Institut de Physique, *Uppsala*.
- Mr B. H. ULVFOT, Directeur de la Monnaie Royale et du Bureau des Poids et Mesures, *Stockholm*.

Suisse

- Mr M. K. LANDOLT, Président de la Commission Fédérale des Poids et Mesures, *Zurich*.
- Mr R. BÄR, Premier Secrétaire d'Ambassade, *Paris*.

Tchécoslovaquie

- Mr M. KOCIÁN, Chef du Service de Métrologie à l'Office pour la Normalisation et les Mesures, *Prague*.
- *Mr le Dr J. NUSSBERGER, Professeur à l'École des Hautes Études Techniques, *Prague*.
- Mr P. ČERVÍČEK, Membre de l'Office pour la Normalisation et les Mesures, *Prague*.
- Mme le Dr A. SOBOTKOVÁ, Expert au Ministère des Affaires Étrangères, *Prague*.

Thaïlande

- Mr MEDHI IAMSUDHA, Deuxième Secrétaire d'Ambassade, *Paris*.

Turquie

- Mr K. SEVENCANER, Attaché Commercial Adjoint d'Ambassade, *Paris*.
- Mr S. ETENSEL, Conseiller Commercial d'Ambassade, *Paris*.

U. R. S. S.

*Mr I. I. NOVIKOV, Membre Correspondant de l'Académie des Sciences de l'U. R. S. S., Premier Vice-Président du Comité des Normes, des Mesures et Instruments de Mesure, *Moscou*.

Mr V. I. ERMAKOV, Membre du Comité des Normes, des Mesures et Instruments de Mesure, *Moscou*.

Mr A. I. IVLEV, Membre du Comité des Normes, des Mesures et Instruments de Mesure, *Moscou*.

Mr V. TRESKOV, Conseiller au Ministère des Affaires Étrangères, *Moscou*.

Mr A. OBOUKHOV, Scientifique, Institut des Mesures Physico-techniques et Radiotechniques, *Moscou*.

Uruguay

N.

Venezuela

Mr J. PLANCHART, Conseiller Économique d'Ambassade, *Paris*.

Yougoslavie

Mr J. GIZDIC, Directeur de l'Institut Fédéral des Mesures et Métaux Précieux, *Belgrade*.

Mr E. LAZAR, Directeur-Adjoint de l'Institut Fédéral des Mesures et Métaux Précieux, *Belgrade*.

Assistent à la Conférence

Mr J. TERRIEN, Directeur du Bureau International des Poids et Mesures.
Les représentants de l'Organisation Internationale de Métrologie Légale (MM. M. COSTAMAGNA, Directeur, J. JASNORZEWSKI et E. W. ALLWRIGHT, Adjoint).

Le personnel scientifique du Bureau International des Poids et Mesures.
Le représentant de l'U.N.E.S.C.O. (Division de la Recherche Scientifique) s'était excusé.

CONVOCATION

**La Treizième Conférence Générale des Poids et Mesures
est convoquée pour le mardi 10 octobre 1967**

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
du Ministère des Affaires Étrangères de France
19, avenue Kléber, Paris, 16^e

Première séance, mardi 10 octobre, à 15 h.

Deuxième séance, jeudi 12 octobre, à 15 h.

Troisième séance, vendredi 13 octobre, à 15 h.

Quatrième séance, lundi 16 octobre, à 15 h.

Un service d'interprétation simultanée fonctionnera en trois langues : français, anglais, russe.

MM. les Délégués seront invités, le mercredi 11 octobre 1967, à une visite des laboratoires du Bureau International à 15 h et à une réception au Pavillon de Breteuil à 17 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 accreditant 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. Programme des travaux futurs.
8. Dotation annuelle du Bureau International dans les quatre années 1969-1972; proposition du Comité International.
9. Projet de changement de la définition de la seconde; proposition du Comité International.
10. Révision et extension de l'Échelle Internationale Pratique de Température de 1948, édition amendée de 1960; proposition du Comité International.
11. Système International d'Unités; propositions du Comité International.
12. Photométrie et colorimétrie; proposition du Comité International.
13. Longueurs; Électricité; Radiations ionisantes; travaux des Comités Consultatifs.
14. Accélération due à la pesanteur.
15. Progrès du Système Métrique et diffusion du Système International d'Unités.
16. Répartition de la dotation financière entre les États.
17. Propositions de MM. les Délégués et autres propositions du Comité International.
18. Renouvellement par moitié du Comité International.
19. Questions diverses.

* Ce programme provisoire a été adopté comme Ordre du Jour définitif.

COMMENTAIRES SUR LES PRINCIPAUX ÉLÉMENTS DU PROGRAMME

1. Ouverture de la Conférence

Pour la première fois depuis le traité de la Convention du Mètre (1875), la Conférence Générale est convoquée par le Comité International trois ans seulement après sa session précédente. L'intervalle maximal de six ans entre deux Conférences est en effet devenu excessif à notre époque où la science, donc aussi la métrologie, évolue rapidement. De plus, la présente session de la Conférence devra décider la dotation financière du Bureau International à partir de janvier 1969, et cette décision doit être prise plus d'un an avant sa mise en application en raison des délais budgétaires nationaux.

Comme lors des deux sessions précédentes, les discussions au sein de la Conférence seront facilitées par des interprétations simultanées dans les trois langues : français, anglais et russe. La dépense correspondante est supportable pour le Bureau International, car le Gouvernement français en prend à sa charge une partie. Le Comité International a fait tout ce qu'il a pu afin d'essayer de donner satisfaction aux délégations qui, à la session de 1964, avaient demandé que la langue espagnole soit prise en considération pour l'interprétation simultanée, mais deux difficultés ont fait échouer cette tentative. La première difficulté est d'ordre financier : l'adjonction d'une quatrième langue augmente le prix d'une telle quantité qu'il ne serait plus raisonnable de prélever cette somme sur les crédits destinés au fonctionnement du Bureau International. La seconde est que, si l'on ne peut pas augmenter la dépense, il faut supprimer soit l'anglais, soit le russe, et le Comité International pense qu'il n'est pas habilité à choisir entre ces deux langues, d'autant plus qu'une décision de ce genre a un certain aspect diplomatique. C'est donc au sein de la Conférence qu'une décision devra être prise pour être mise en application lors des sessions futures de la Conférence Générale.

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. Programme des travaux futurs

Une description détaillée du programme de travail proposé par le Comité International dans les années futures jusqu'à 1972 est donnée dans le document annexé à cette Convocation.

8. Dotation annuelle du Bureau International dans les quatre années 1969-1972; proposition du Comité International

Dans le document annoncé au N° 7, l'exposé du programme de travail sera suivi d'un exposé détaillé des dépenses nécessaires à son exécution. Le Comité International sait qu'aucun État ne peut se permettre le moindre gaspillage et que la charge financière des contributions versées aux organisations intergouvernementales doit être limitée au strict nécessaire. Le programme de travail et ses moyens d'exécution sont limités

aux tâches qui incombent réellement au Bureau International et qui ne peuvent pas être exécutées convenablement par d'autres moyens. Sans entrer dans le détail, on peut résumer les besoins financiers de la façon suivante.

Pour assurer la continuation des activités en cours avec le même personnel, l'évolution du coût de la vie et des salaires impose un accroissement annuel des dépenses de personnel de 5 % (Institut d'Observation Économique); les avancements au choix ou à l'ancienneté entraînent un autre accroissement annuel de 4 %, car ce personnel est en majorité jeune ou entré récemment et ces avancements lui sont dus. Une augmentation annuelle de 9 % de la fraction du budget affectée aux dépenses du personnel ne permettrait donc que de maintenir celui-ci à son niveau actuel.

L'évolution des prix se répercute aussi sur les dépenses de fonctionnement et d'investissement (appareils scientifiques, matériels de laboratoire et d'atelier, etc.); une augmentation annuelle d'environ 10 % de la fraction du budget consacrée à ces dépenses serait juste suffisante pour maintenir les conditions actuelles de fonctionnement avec des appareils plus modernes mais n'apportant pas de progrès d'une nature fondamentale.

Une augmentation annuelle de 9 % du budget est donc insuffisante si l'on veut éviter que le Bureau International ne reste en arrière du progrès des autres laboratoires et des besoins de la métrologie.

Le premier devoir du Comité International est de surveiller le niveau scientifique et technique du Bureau International; ce niveau ne doit pas rester stationnaire, il doit s'élever au fur et à mesure des progrès scientifiques. Le Comité International estime qu'une augmentation annuelle supplémentaire de 5 % est le minimum absolu pour faire progresser le Bureau International et pour continuer à combler les lacunes qui subsistent dans le redressement, commencé en 1965, des activités classiques.

En conséquence, le Comité International propose pour les quatre années 1969-1972 les dotations, en nombres arrondis de francs-or, qui figurent dans la dernière colonne du tableau suivant :

Année	Dotations de l'année précédente (francs-or)	Évolution des prix et des salaires (× 1,09)	Progrès et comblement des lacunes (× 1,05)
1969.....	1 750 000	1 910 000	2 000 000
1970.....	2 000 000	2 180 000	2 290 000
1971.....	2 290 000	2 500 000	2 620 000
1972.....	2 620 000	2 850 000	2 990 000

Avec la gestion de stricte économie qui est de tradition au Bureau International, les dotations proposées ci-dessus dans la dernière colonne doivent permettre de maintenir au Bureau International un personnel compétent et de garantir la bonne exécution des tâches qui lui sont prescrites dans les domaines d'activité dans lesquels il travaille actuellement.

9. **Projet de changement de la définition de la seconde; proposition du Comité International**

Dans sa Résolution 5, la Douzième Conférence Générale a constaté en 1964 que le moment n'était pas encore venu d'adopter une nouvelle définition de la seconde. La définition suivante, ratifiée par la Onzième Conférence Générale (Résolution 9), est donc restée en vigueur : « La seconde est la fraction $\frac{1}{31 556 925,974 7}$ de l'année tropique pour 1900 janvier 0 à 12 heures de temps des éphémérides ».

Le Comité International, habilité par la Résolution 5 de la Douzième Conférence Générale à désigner les étalons atomiques ou moléculaires de fréquence à employer

temporairement pour les mesures physiques de temps, a déclaré en 1964 que « l'étalon à employer est la transition entre les niveaux hyperfins $F = 4, M = 0$ et $F = 3, M = 0$ de l'état fondamental $^2S_{1/2}$ de l'atome de césium 133 non perturbé par des champs extérieurs, et que la valeur 9 192 631 770 hertz est assignée à la fréquence de cette transition ».

Il semble que cette situation temporaire pourrait prendre fin et que la définition de la seconde actuellement en vigueur pourrait être abrogée et remplacée par une définition atomique. Le Comité International fera connaître sa proposition lorsqu'il aura reçu les recommandations de son Comité Consultatif pour la Définition de la Seconde qui a été consulté par correspondance.

10. Révision et extension de l'Échelle Internationale Pratique de Température de 1948, édition amendée de 1960; proposition du Comité International

Depuis 1948, les recherches visent à rapprocher l'Échelle Internationale de l'échelle thermodynamique, dont le degré est l'unité de base du Système International d'Unités, à étendre l'Échelle Internationale vers les basses températures et à améliorer la qualité des instruments d'interpolation. Le Comité International fera connaître ses propositions lorsqu'il aura reçu les recommandations de son Comité Consultatif de Thermométrie.

11. Système International d'Unités; propositions du Comité International

Lorsque le Comité Consultatif des Unités aura discuté les questions d'intérêt actuel, le Comité International présentera des propositions à la Conférence Générale; les questions à l'étude concernent la définition de la candela, les multiples et sous-multiples décimaux des unités de base et des unités dérivées, la désignation des unités de température, etc.

12. Photométrie et colorimétrie; proposition du Comité International

Sur la recommandation de son Comité Consultatif de Photométrie, le Comité International proposera à la Conférence Générale de sanctionner les bases de la photométrie et de la colorimétrie qui sont devenues difficilement séparables car elles reposent sur la composition spectrale des rayonnements. Un rapport sera présenté à la Conférence sur les travaux du Comité Consultatif de Photométrie.

13. Longueurs; Électricité; Radiations ionisantes; travaux des Comités Consultatifs

Un rapport sera présenté à la Conférence sur l'état d'avancement des travaux des Comités Consultatifs (Définition du Mètre, Électricité, Étalons de Mesure des Radiations Ionisantes), et sur les résultats métrologiques des recherches du Bureau International et des Laboratoires Nationaux dans ces domaines. Quelques résultats saillants sont les suivants :

Longueurs. — Progrès dans la connaissance des propriétés de la radiation étalon primaire de la définition du mètre et de quelques radiations étalons secondaires; essais de stabilisation de la longueur d'onde des radiations produites par les lasers à gaz.

Électricité. — Progrès dans la détermination des unités électriques absolues, en particulier par l'emploi du condensateur de Lampard-Thomson à variation de capacité calculable; comparaisons internationales d'étalons de capacité de 0,1 μ F, de 10 pF, et d'instruments de mesure de puissance en haute fréquence.

Radiations ionisantes. — Coopération internationale dans la mesure de l'activité des radionucléides, du débit de sources de neutrons, de l'exposition des rayonnements électromagnétiques ionisants, y compris les rayons X mous et les rayons γ du cobalt 60; étude internationale préparatoire en vue de la mesure absolue, au Bureau International, de l'énergie de désintégrations α choisies pour servir d'étalons en spectrométrie nucléaire.

14. Accélération due à la pesanteur

Si la mesure absolue de g au Bureau International donne bien les résultats espérés, c'est-à-dire une précision nettement meilleure que les résultats de déterminations antérieures, le besoin d'une révision du Système gravimétrique de Potsdam deviendra plus aigu, mais cette question intéresse à la fois la métrologie et la géophysique.

15. Progrès du Système Métrique et diffusion du Système International d'Unités

La Conférence sera informée des renseignements en possession du Bureau International sur les récents progrès du Système Métrique dans le monde, et sur la diffusion du SI dans les pays membres de la Convention du Mètre.

16. Répartition de la dotation financière entre les États

Le mode de répartition entre les États de la dotation financière du Bureau International a été réformé par la Onzième Conférence Générale en 1960. Le Président du Comité International avait déclaré devant la Conférence en 1964 que le Comité était disposé à reprendre l'étude de cette répartition, qui fut une amélioration certaine, mais qui a suscité des critiques de la part de certains États dont la contribution par habitant peut atteindre jusqu'à cinq à six fois la contribution par habitant des plus grands États de la Convention du Mètre. Cette différence pourrait être atténuée si les plus grands États, dont la quote-part est au niveau maximal de 10 %, acceptaient de payer une fraction plus élevée de la dotation, par exemple 15 %; mais l'enquête du Comité International a montré que ces États étaient peu disposés à un tel relèvement de leur quote-part, pour des raisons de principe, et qu'en tout cas ils estimaient nécessaire de ne pas ouvrir davantage l'éventail des cotisations; cela signifie que la cotisation des plus petits États, ceux qui sont au minimum actuel de 0,5 %, devrait être portée à 0,75 %. Le Comité International estime évident que l'absence d'avis contraire dans un vote par États ne pourrait pas être obtenue, et il avoue avoir échoué dans sa recherche d'un mode de répartition amendé susceptible d'être adopté par la Conférence Générale.

17. Propositions de MM. les Délégués

Les délégations des États sont priées de faire connaître les vœux ou propositions qu'elles désirent soumettre à la Treizième 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 Septième Conférence Générale, 1927). Conformément à la Résolution 10 de la Neuvième 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 ».

18. 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 1966

Pour le Comité International des Poids et Mesures,
Pavillon de Breteuil, 92-Sèvres

Le Secrétaire,
J. DE BOER

Le Vice-Président,
J. M. OTERO

Le Président,
L. E. HOWLETT

PREMIER COMPLÉMENT A LA CONVOCATION DE DÉCEMBRE 1966

8. Dotation annuelle du Bureau International

Des faits nouveaux pourraient amener à envisager une majoration conditionnelle de 8 pour cent des dotations proposées dans la Convocation (*voir* les explications données p. 22 au point 19, Accord de siège).

9. Projet de changement de la définition de la seconde

Le Comité Consultatif pour la Définition de la Seconde (C. C. D. S.) a délibéré par correspondance sur le projet de remplacer la définition de la seconde actuellement en vigueur par une définition atomique selon laquelle la seconde serait la durée de $9\,192\,631\,770$ périodes de la radiation correspondant à la transition entre les deux niveaux hyperfins de l'état fondamental de l'atome de césium 133. Ces délibérations ont fait apparaître, comme on s'y attendait, un accord de principe à peu près unanime. Cependant, en raison des nombreux aspects impliqués, qui concernent la recherche physique et les utilisations pratiques, le président du C. C. D. S. et le bureau du Comité International ont décidé de convoquer le C. C. D. S. à une session qui se tiendra au Pavillon de Breteuil le 12 et le 13 juillet 1967 et qui permettra de bien éclaircir l'ensemble des aspects impliqués.

Le Comité International, avant de présenter un projet de résolution à soumettre au vote de la Conférence Générale, attendra l'avis qu'exprimera le C. C. D. S. à sa session de juillet.

10. Échelle Internationale Pratique de Température

Il est dit au commentaire du point 10 de la Convocation que le Comité International attend les recommandations de son Comité Consultatif de Thermométrie; celui-ci est convoqué pour une session qui se tiendra à Washington et à Ottawa du 6 au 14 septembre 1967.

11. Système International d'Unités

A la suite des recommandations du Comité Consultatif des Unités qui a tenu sa 1^{re} session au Pavillon de Breteuil du 4 au 7 avril 1967, les projets de résolutions suivants sont proposés à la Treizième Conférence Générale sous réserve de modifications que pourrait leur apporter le Comité International.

Projet de résolution A

La Treizième Conférence Générale des Poids et Mesures,

CONSIDÉRANT

que la Résolution 12 de la Onzième Conférence Générale (1960) a donné à l'appellation Système International d'Unités une signification très générale,

qu'il existe pour chaque grandeur physique une seule unité cohérente avec les unités de base,

que ces unités cohérentes forment avec leurs multiples et sous-multiples un ensemble plus large non cohérent,

qu'il est utile de distinguer ces deux ensembles d'unités par des appellations différentes,

DÉCIDE

1° l'appellation « Système International d'Unités » et son abréviation SI désignent l'ensemble cohérent des unités SI de base et des unités qui en dérivent, à l'exclusion de leurs multiples et sous-multiples;

2° l'ensemble des unités cohérentes du Système International d'Unités défini ci-dessus et de leurs multiples et sous-multiples dont les noms sont formés au moyen des préfixes adoptés par la Conférence Générale des Poids et Mesures est désigné sous l'appellation « Système International d'Unités élargi ».

Projet de résolution B

La Treizième Conférence Générale des Poids et Mesures,

CONSIDÉRANT

les noms « degré Kelvin » et « degré », les symboles « °K » et « deg » et leurs règles d'emploi contenus dans la Résolution 7 de la Neuvième Conférence Générale (1948), dans la Résolution 12 de la Onzième Conférence Générale (1960) et la décision prise par le Comité International des Poids et Mesures en 1962 (*Procès-Verbaux*, 30, p. 27),

que l'unité de température thermodynamique et l'unité d'intervalle de température sont une même unité qui devrait être désignée par un nom unique et par un symbole unique,

DÉCIDE

1° l'unité de température thermodynamique est désignée sous le nom « kelvin » et son symbole est K;

2° ce même nom et ce même symbole sont utilisés pour exprimer un intervalle de température;

3° l'unité de température thermodynamique ne sera plus désignée sous le nom « degré Kelvin », symbole °K;

4° un intervalle de température peut aussi s'exprimer en degrés Celsius;

5° les décisions mentionnées au premier considérant concernant le nom de l'unité de température thermodynamique, son symbole et la désignation de l'unité pour exprimer un intervalle ou une différence de température sont abrogées.

Projet de résolution C

La Treizième Conférence Générale des Poids et Mesures,

CONSIDÉRANT qu'il est utile de formuler dans une rédaction plus claire et explicite la définition de l'unité de température thermodynamique contenue dans la Résolution 3 de la Dixième Conférence Générale (1954),

DÉCIDE d'exprimer cette définition de la façon suivante :

« Le kelvin, unité de température thermodynamique, est la fraction $1/273,16$ de la température thermodynamique du point triple de l'eau. »

Projet de résolution D

La Treizième Conférence Générale des Poids et Mesures,

CONSIDÉRANT

la définition de l'unité d'intensité lumineuse ratifiée par la Neuvième Conférence Générale (1948) et contenue dans la « Résolution concernant le changement des unités photométriques » adoptée par le Comité International des Poids et Mesures en 1946 (*Procès-Verbaux*, 20, p. 119) en vertu des pouvoirs conférés par la Huitième Conférence Générale (1933),

que cette définition fixe bien la grandeur de l'unité d'intensité lumineuse mais prête à des critiques d'ordre rédactionnel,

DÉCIDE d'exprimer la définition de la candela de la façon suivante :

« La candela est l'intensité lumineuse, dans la direction perpendiculaire, d'une surface de $1/600\ 000$ mètre carré d'un corps noir à la température de congélation du platine sous la pression de $101\ 325$ newtons par mètre carré. »

Projet de résolution E

La Treizième Conférence Générale des Poids et Mesures,

CONSIDÉRANT les avis de l'Union Internationale de Physique Pure et Appliquée, de l'Union Internationale de Chimie Pure et Appliquée et de l'Organisation Internationale de Normalisation concernant le besoin de définir une unité de quantité de matière,

DÉCIDE

1° L'unité de quantité de matière est la mole et son symbole est mol.

2° La mole est la quantité de matière d'un système contenant autant d'entités élémentaires qu'il y a d'atomes dans $0,012$ kilogramme de carbone 12.

3° Lorsque l'on emploie la mole, les entités élémentaires doivent être spécifiées et peuvent être des atomes, des molécules, des ions, des électrons, etc. ou des groupements spécifiés de telles particules.

4° La mole est une unité de base du Système International d'Unités s'ajoutant aux six unités de base adoptées par la Dixième Conférence Générale (1954), Résolution 6, et reprises dans la Résolution 12 de la Onzième Conférence Générale (1960).

Projet de résolution F

La Treizième Conférence Générale des Poids et Mesures,

CONSIDÉRANT que la règle de formation des noms des multiples et sous-multiples des unités du paragraphe 3° de la Résolution 12 de la Onzième Conférence Générale (1960) peut prêter à des interprétations divergentes dans son application à l'unité de masse,

DÉCIDE que le nom des multiples et sous-multiples de l'unité de masse sont formés par l'adjonction des préfixes au mot gramme.

Projet de résolution G

La Treizième Conférence Générale des Poids et Mesures,

CONSIDÉRANT

que l'appellation « Unités supplémentaires » employée au paragraphe 4° de la Résolution 12 de la Onzième Conférence Générale (1960) peut donner lieu à des difficultés d'interprétation et que cette appellation peut être supprimée sans inconvénient,

qu'il est utile de citer d'autres unités dérivées dans la liste de ce paragraphe 4°,

DÉCIDE de remplacer le paragraphe 4° de la Résolution 12 de la Onzième Conférence Générale par ce qui suit :

« 4° sont employées dans le Système International les unités dérivées, par exemple :
..... (*)

La liste ci-dessus contient tous les noms spéciaux des unités SI approuvés par la Conférence Générale. »

Projet de résolution H

La Treizième Conférence Générale des Poids et Mesures,

CONSIDÉRANT que les décisions prises ultérieurement par la Conférence Générale concernant le Système International d'Unités contredisent quelques parties de la Résolution 7 de la Neuvième Conférence Générale (1948),

DÉCIDE en conséquence de retirer de la Résolution 7 de la Neuvième Conférence :

- 1° le nom d'unité « micron » et le symbole μ ;
- 2° le nom d'unité « degré absolu » et le symbole $^{\circ}\text{K}$;
- 3° le nom d'unité « bougie nouvelle »;
- 4° la remarque III.

12. Photométrie et colorimétrie

Le Comité International proposera à la Conférence Générale le projet de résolution suivant :

Projet de résolution I

La Treizième Conférence Générale des Poids et Mesures,

CONSIDÉRANT que la photométrie doit tenir compte des principes et des techniques de la colorimétrie et de la radiométrie,

APPROUVE l'intention exprimée par le Comité International des Poids et Mesures en 1965 (*Procès-Verbaux*, 33, p. 21) d'inclure dans ses activités et dans celles du Bureau International des Poids et Mesures la colorimétrie et la radiométrie.

14. Accélération due à la pesanteur

La 9^e Conférence Générale (1948, Résolution 2) « considérant le développement remarquable des mesures de gravité relative pour lesquelles la base actuellement admise date d'un demi-siècle et semble erronée d'une quantité appréciable », recommandait que des travaux soient menés afin que « une base plus précise puisse être proposée pour cette grandeur ».

(*) La liste de ces unités est reproduite dans la Recommandation U 6 du Comité Consultatif des Unités (1967), à savoir : les 29 unités supplémentaires et dérivées citées dans la Résolution 12 de la 11^e Conférence Générale (1960), plus les 11 unités dérivées suivantes :

Nombre d'ondes.....	1 par mètre	m^{-1}
Dilatation linéique relative.....		1
Entropie.....	joule par kelvin	J/K
Chaleur massique.....	joule par kilogramme kelvin	J/(kg·K)
Conductivité thermique.....	watt par mètre kelvin	W/(m·K)
Permittivité.....	farad par mètre	F/m
Permittivité relative.....		1
Perméabilité.....	henry par mètre	H/m
Perméabilité relative.....		1
Intensité énergétique.....	watt par stéradian	W/sr
Activité (d'une source radioactive).....	1 par seconde	s^{-1}

La 10^e Conférence Générale (1954, *Comptes rendus des séances*, p. 53) a constaté les travaux en cours.

La 11^e Conférence Générale (1960, Résolution 11) a décidé de conserver provisoirement le système gravimétrique dit « de Potsdam »; elle a donné pouvoir au Comité International des Poids et Mesures « de décider du changement du système de Potsdam lorsqu'il aura estimé que la valeur de cette accélération est connue avec une exactitude suffisante ».

La 12^e Conférence Générale (1964, *Comptes rendus des séances*, p. 81), a été informée que le Comité International, en accord avec l'Union Géodésique et Géophysique Internationale, estimait que cette valeur n'était pas encore suffisamment connue pour qu'un changement puisse être proposé.

Le Comité International continue l'étude de la question.

19. Questions diverses

Accord de siège. — La négociation de cet accord, demandée par la Résolution 15 de la 11^e Conférence Générale (1960), a été régulièrement poursuivie pendant ces dernières années; elle paraît maintenant engagée dans une impasse, malgré une concession importante de notre Organisation.

La difficulté principale porte actuellement sur les « taxes sur le chiffre d'affaires » (taxes sur les achats et les services). Pour se conformer à une nouvelle conception du Gouvernement français en cette matière, le Bureau International avait accepté des négociations concernant un nouveau régime de remboursement différé des taxes, assorti de conditions restrictives, qui aurait été substitué au régime d'exonération en vigueur depuis 1960. En février 1967, une décision unilatérale a supprimé le bénéfice de l'exonération des taxes sans qu'aucune disposition soit prise pour procurer le remboursement. Le taux de la taxe sur les achats étant en règle générale de 25 pour cent du prix hors taxes, un calcul appliqué à l'année complète la plus récente montre que le budget du Bureau International supportera de ce fait en moyenne une majoration de 8 pour cent du montant total de ses dépenses. Pour ne pas s'exposer au risque d'être obligé d'amputer le programme de travail estimé nécessaire, le Comité International se trouve contraint de demander que les dotations financières qu'il a calculées et qui sont mentionnées au point 8 de la Convocation soient majorées de 8 pour cent, à moins qu'une décision favorable du Gouvernement français n'intervienne à bref délai.

En définitive, selon la décision que prendra le Gouvernement français, les dotations proposées par le Comité International sont, en francs-or, celles de l'une ou l'autre colonne du tableau suivant pour les années 1969-1972 :

1969.....	2 000 000	2 160 000
1970.....	2 290 000	2 470 000
1971.....	2 620 000	2 830 000
1972.....	2 990 000	3 240 000

Mai 1967

Pour le Comité International des Poids et Mesures,
Pavillon de Breteuil, 92-Sèvres

Le Secrétaire,
J. DE BOER

Le Vice-Président,
J. M. OTERO

Le Président,
L. E. HOWLETT

— — — — —

**DEUXIÈME COMPLÉMENT A LA CONVOCATION
DE DÉCEMBRE 1966**

9. Projet de changement de la définition de la seconde

Le Comité Consultatif pour la Définition de la Seconde s'est réuni pour sa 4^e session le 12 et le 13 juillet 1967 au Pavillon de Breteuil. A la suite des Recommandations de ce Comité Consultatif, les deux projets de résolutions suivants sont proposés à la Treizième Conférence Générale sous réserve de modifications que pourrait leur apporter le Comité International.

Projet de résolution J

La Treizième Conférence Générale des Poids et Mesures,

CONSIDÉRANT

que la définition de la seconde décidée par le Comité International des Poids et Mesures à sa session de 1956 et ratifiée par la Résolution 9 de la Onzième Conférence Générale (1960), puis maintenue par la Résolution 5 de la Douzième Conférence Générale (1964) ne suffit pas aux besoins actuels de la métrologie;

qu'à sa session de 1964 le Comité International des Poids et Mesures, habilité par la Résolution 5 de la Douzième Conférence Générale (1964), a désigné pour répondre à ces besoins un étalon atomique de fréquence à césium à employer temporairement;

que cet étalon de fréquence est maintenant suffisamment éprouvé et suffisamment précis pour servir à une définition de la seconde répondant aux besoins actuels;

que les milieux scientifiques ont constaté au sein du Comité Consultatif pour la Définition de la Seconde que le moment est venu de remplacer la définition actuellement en vigueur de l'unité de temps du Système International d'Unités par une définition atomique fondée sur cet étalon;

DÉCIDE

1° L'unité de temps du Système International d'Unités est la seconde définie dans les termes suivants :

« La seconde est la durée de $9\,192\,631\,770$ périodes de la radiation correspondant à la transition entre les deux niveaux hyperfins de l'état fondamental de l'atome de césium 133 ».

2° La seconde des éphémérides, telle qu'elle est définie dans la Résolution 1 adoptée par le Comité International des Poids et Mesures à sa session de 1956 et dans la Résolution 9 de la Onzième Conférence Générale des Poids et Mesures (1960), ne fait plus partie du Système International d'Unités.

Projet de résolution K

La Treizième Conférence Générale des Poids et Mesures,

CONSIDÉRANT que l'étalon de fréquence à césium est encore perfectible et que des expériences en cours autorisent l'espoir de réaliser d'autres étalons ayant des qualités encore meilleures pour servir à définir la seconde,

INVITE les organisations et laboratoires experts dans le domaine des étalons atomiques de fréquence à poursuivre activement leurs études.

Août 1967

Pour le Comité International des Poids et Mesures,

Pavillon de Breteuil, 92-Sèvres

Le Secrétaire,

J. DE BOER

Le Vice-Président,

J. M. OTERO

Le Président,

L. E. HOWLETT



ORDRE DU JOUR DE LA CONFÉRENCE GÉNÉRALE

13^e Session - 1967-1968

(Voir page 12.)

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 MARDI 10 OCTOBRE 1967, A 15 h

La séance inaugurale est ouverte par Mr COUVE DE MURVILLE, Ministre des Affaires Étrangères de la République Française, qui prononce le discours suivant :

« MONSIEUR LE PRÉSIDENT,

« MESDAMES, MESSIEURS,

« La tradition veut que les travaux de chacune de vos Conférences Générales à Paris soient ouverts par le Ministre des Affaires Étrangères. C'est un honneur pour moi d'accomplir aujourd'hui cette mission et de souhaiter, au nom du Gouvernement français, la bienvenue aux délégués des États parties à la Convention du Mètre.

« Pendant près d'un siècle cette Conférence Générale, qui constitue la plus haute instance de la métrologie fondamentale, s'était, sauf circonstances exceptionnelles, réunie à Paris tous les six ans. Mais ce délai a dû être abrégé en raison de l'urgence des décisions à prendre, puisque vos deux dernières assises ont eu lieu en 1960 et 1964 et que vous vous réunissez maintenant en 1967. En effet des problèmes métrologiques nouveaux se posent constamment à la science, à l'industrie, à la technique.

« Le développement des connaissances appelle des mesures d'une sûreté et d'une précision toujours plus rigoureuses, ce qui implique l'installation d'équipements coûteux pour les laboratoires de métrologie, à plus forte raison pour ceux du Bureau International des Poids et Mesures, qui a la délicate mission de faire la synthèse des travaux de recherche des étalons les mieux adaptés et, en définitive, la responsabilité de définir la règle.

« Vous allez avoir à vous pencher non seulement sur les problèmes de haute métrologie qui se posent dans le présent et qui vont se poser dans un proche avenir — puisque votre programme de travaux s'étend jusqu'à 1972 — mais aussi sur la question plus matérielle des moyens financiers qui permettront au Bureau International de se maintenir au niveau des progrès constants et irréversibles de la science.

« A cet égard, je tiens à vous confirmer l'intention arrêtée du Gouvernement français de conclure un accord de siège avec le Comité International des Poids et Mesures. Un problème touchant au régime fiscal des fonctionnaires de nationalité française

en a retardé la mise au point définitive et va nécessiter une reprise des négociations. Néanmoins les dispositions de l'accord qui sont destinées à faciliter les achats effectués par le Bureau International sont dès à présent appliquées, ce qui ne manque pas d'atténuer sensiblement les inconvénients que la situation peut présenter pour celui-ci.

« Le mètre, la seconde, portent le même nom qu'avant la création du Bureau International. Et pourtant la précision des mesures de longueur est multipliée par dix mille, la précision des mesures de temps par cent mille, sinon même, paraît-il, davantage.

« Vous avez déjà dû donner au Monde une nouvelle définition du mètre, basée sur la longueur d'onde d'une radiation lumineuse. Voici que vous allez, au cours de cette session, rechercher dans la profondeur de l'atome l'étalon de définition du temps, celui de la seconde. Vous nous offrez un beau sujet de méditation; la mesure de la course des étoiles dans un cosmos infiniment grand, à l'aide de la vibration d'un atome infiniment petit !

« N'est-ce pas la preuve que les vues des créateurs du Bureau International furent prophétiques, car la mesure exacte est l'une des conditions premières de toute l'activité de notre civilisation moderne dans les domaines scientifique, technique ou économique. Après un siècle de travaux, le Bureau International continue à élaborer les étalons destinés aux mesures de l'avenir, en même temps qu'il fournit au monde ceux du présent.

« Le nouvel étalon de temps sur lequel vous allez vous pencher permettra sans doute de mettre à l'heure les horloges du globe à moins d'un millionième de seconde près. Il faudra toutefois que des accords interviennent entre les États, en liaison avec l'Union Astronomique Internationale, pour savoir à quelle heure le monde battra au même rythme. Vos travaux, pour austères qu'ils apparaissent aux profanes, constituent, en dernière analyse, des actes de foi et d'espérance, car ils offrent des perspectives de rapprochement pacifique entre tous les hommes, par delà les distinctions de partis, de races, de religions, qui les font si souvent se dresser les uns contre les autres.

« Comment ne pas songer en voyant ici réunis au service de cette œuvre commune, d'éminents hommes de science de tous les pays, à la célèbre phrase de Pascal : « Par une prérogative particulière, non seulement chacun des hommes s'avance de jour en jour dans les sciences, mais tous les hommes ensemble y font un continuel progrès ».

« C'est dans cet esprit que les créateurs français du Système Métrique décimal, devenu, grâce à vous, un système international qui s'étend peu à peu sur des aires toujours plus vastes du globe, l'ont dédié « A tous les temps, à tous les peuples ».

« Mesdames, Messieurs, je déclare ouverte cette Treizième Conférence Générale des Poids et Mesures et je vous souhaite un plein succès dans vos travaux. »

Mr L. E. HOWLETT, président du Comité International des Poids et Mesures, répond en ces termes :

« MONSIEUR LE MINISTRE,

« La tradition m'impose le devoir et m'accorde le plaisir de vous remercier bien sincèrement, au nom du Comité International et de tous les délégués, pour vos aimables paroles, et pour l'accueil chaleureux que la France offre une fois de plus aujourd'hui à l'une des entreprises qui visent à un bien universel. Nous sommes surtout très contents et très reconnaissants de la bonne nouvelle que vous venez de nous donner sur la perspective heureuse de l'accord de siège. En répondant à votre beau discours je crois qu'il vaille la peine de rappeler certains aspects importants de notre activité.

« Mesurer est la base fondamentale de la science, de l'industrie et de notre richesse matérielle. Et comme les arts et les lettres se développent d'autant mieux que la

richesse donne des loisirs, on pourrait également dire que mesurer apporte une contribution essentielle à tous les aspects de notre civilisation. On pourrait presque reprocher que c'est là un lieu commun. Toutefois j'accepte volontiers la responsabilité de le répéter, car dans l'esprit de trop de gens, même d'hommes de science, s'associe la monotonie d'une recherche rebattue à un domaine plein de changements et de problèmes passionnants. Si cette idée n'est pas combattue, le domaine de la mesure risque de stagner par manque des talents réels qui sont nécessaires pour l'améliorer toujours. Sans amélioration constante de la précision et de l'exactitude des mesures, tout progrès dans les sciences et l'industrie serait d'emblée gravement entravé et finalement arrêté. Il existe un sentiment trop largement répandu que les problèmes de mesure ont été surmontés depuis fort longtemps par les pionniers de la science et que, d'une façon ou d'une autre, ces questions s'améliorent automatiquement et sont ajustées aux besoins en suivant un chemin traditionnel bien tracé. A cause de son manque d'éclat apparent et parce qu'elle est trop couramment et tout à fait à tort associée dans l'esprit de beaucoup à des opérations relativement simples d'étalonnage ordinaire, la mesure n'est pas largement reconnue comme étant le sujet passionnant et difficile qu'elle est. La recherche pour de meilleures mesures demande une imagination et des aptitudes très spéciales. Aujourd'hui, comme toujours, elle a besoin des meilleurs talents de chercheurs. Elle nécessite un appui financier important, car comme dans toutes les autres branches de la science, elle devient toujours plus complexe et ce qui est moderne aujourd'hui est très vite dépassé. Les mesures de longueur et de temps, pour ne mentionner que deux exemples importants, et leurs étalons, ont fait appel, et continuent de faire appel, aux ultimes ressources et aux plus récentes découvertes de la spectroscopie dans toutes les régions du spectre, interférométrie, lasers, masers, rayonnements atomiques et moléculaires, ainsi qu'à d'autres spécialités. Chaque percée dans un nouveau domaine doit, par la nature des choses, poser des problèmes de même nature. En conséquence, des chercheurs de premier ordre, des conditions de recherches excellentes ainsi qu'un appui financier sont essentiels pour que l'avance puisse s'opérer comme il se doit. Comme l'appui de l'importance de celle qui est nécessaire n'est jamais donné de façon spontanée, mais que l'on doit généralement se battre pour l'obtenir et que l'on se trouve en compétition avec des demandes pour des sujets plus brillants, je pense que mes efforts pour donner vie à une vérité bien usée ne sont pas injustifiés. Ceux qui contrôlent les budgets consacrés à la science des mesures doivent réexaminer leur attitude pour être certains que ces budgets sont proportionnés à l'importance que les mesures ont pour la société, et qu'ils sont pleinement conscients que l'aide nécessaire est très lourde à cause de la difficulté intrinsèque du domaine. Après ces précisions, je dois retourner à l'aspect particulier des mesures qui nous intéresse cet après-midi.

« Ainsi que je n'ai fait que le suggérer, un grand nombre de problèmes complexes et difficiles doivent être résolus pour élaborer un bon système de mesures. Malheureusement, même lorsque l'on y est parvenu, il y a encore beaucoup à faire avant que nos besoins en mesures soient vraiment satisfaits. Pour être réellement utile, un système de mesures doit être largement accepté et répandu. On doit être certain de l'uniformité mondiale de son application et des dispositions à l'étude pour son amélioration continue. Cela demande une organisation minutieuse et intelligente qui doit être mise en place principalement à deux niveaux, national et international. Nous nous en tiendrons au plan international. Toutefois, il est intéressant de noter au passage que la plupart des activités nécessitant une organisation à grande échelle sont généralement créées d'abord au niveau national et ensuite au niveau international. Dans le cas des mesures c'est l'inverse qui s'est passé. Cette activité a été d'abord organisée

internationalement, et, assez remarquablement, avec son propre laboratoire, dix ans avant que la Physikalisch-Technische Reichsanstalt, le premier des grands laboratoires nationaux, fût fondée et un bon quart de siècle avant les deux laboratoires nationaux suivants, le National Physical Laboratory à Teddington et le National Bureau of Standards à Washington.

« Je crois qu'il y a trois façons possibles pour que l'organisation de la science des mesures atteigne l'uniformité, la précision et l'exactitude.

« D'abord on pourrait avoir un laboratoire dirigé internationalement qui ferait tout ce qu'un laboratoire national de physique fait, mais le ferait dans une perspective internationale. Deuxièmement la tâche pourrait être remplie par une institution de type bureaucratique qui rassemblerait et coordonnerait les résultats provenant de laboratoires nationaux ou autres. Une troisième possibilité serait un compromis entre la première et la seconde.

« L'accord est général pour rejeter d'emblée la première de ces possibilités. La dépense serait beaucoup trop importante pour le bénéfice qui en serait tiré et un tel processus entraînerait certainement des répétitions inutiles à grande échelle, car il est peu vraisemblable que les principaux pays donnant leur appui se satisferaient de travaux faits exclusivement dans un laboratoire international. Le centre international constituerait au minimum une copie de ce que l'on pourrait trouver de mieux dans un laboratoire national, mais pour assurer sa viabilité scientifique il devrait également effectuer une quantité importante de travaux de recherche fondamentale. S'il se contentait d'emprunter seulement les techniques des autres laboratoires, il dégénérerait inévitablement en une institution de second ordre.

« C'est avec la même certitude et la même promptitude qu'il faut rejeter la seconde proposition. Toutefois, il y a toujours ceux qui sont attirés par ce qui semble le moins onéreux et, en conséquence, une organisation de ce type a ses partisans et il arrive de temps à autre qu'on nous la suggère comme étant la façon souhaitable de résoudre notre problème. Comme beaucoup de solutions à bon marché, elle comporte des faiblesses inhérentes qui annulent la valeur de l'économie. S'il n'y a pas de laboratoire associé, l'organisation centrale devient un groupe de gens qui, comme ils sont fort loin de l'atmosphère et de l'esprit des recherches de laboratoire, deviennent cette race au plus haut point indésirable, des bureaucrates administratifs professionnels, lesquels inévitablement développent des activités stériles. A cause des qualifications scientifiques qu'ils ont eues jadis ils peuvent être tout à fait capables de jouer le rôle de président ou de secrétaire de groupes internationaux de scientifiques de grands laboratoires nationaux rassemblés pour prendre des décisions, mais ils manqueraient d'esprit de direction, d'autorité et d'intuition dans les questions discutées, qualités qui ne peuvent venir qu'en prenant part directement et couramment à des travaux de laboratoire.

« Ainsi les arguments qui font éliminer le second type d'organisation au stade international justifient la troisième possibilité, et les arguments contre le premier type imposent de contrôler avec soin l'importance du laboratoire.

« Une autorité neutre et compétente peut contribuer de façon importante à parvenir à des décisions scientifiques internationales, car les savants ne sont pas toujours aussi dépourvus de passion qu'ils en ont la réputation, et ceci se rencontre en particulier quand ils se font les porte-parole de préoccupations nationales dans certains domaines. De tels désaccords trouvent toujours leurs solutions, mais la meilleure solution pour une rivalité scientifique est habituellement l'expression d'un point de vue indépendant possédant l'autorité qui lui vient du succès de ses propres travaux scientifiques. Un tel point de vue neutre peut empêcher des prises de position prématurées, lesquelles retardent et compliquent les accords finaux.

« Il y a encore un argument important en faveur d'un laboratoire international d'envergure limitée. Il donne à un certain nombre de pays qui n'ont pas de laboratoire national de physique la possibilité de faire vérifier leurs étalons nationaux, assurant ainsi à leur système de mesures un fondement solide. De prime abord on pourrait rétorquer que, s'il n'existait pas de laboratoire international, ces pays pourraient trouver de l'aide auprès des grands laboratoires des autres pays. Cet argument n'est pas satisfaisant. L'orgueil national joue contre lui et dire si ce sentiment est louable ou non n'est pas notre affaire. Il existe également des inconvénients d'ordre pratique. Il ne peut être satisfaisant pour un pays de dépendre de la générosité d'un autre pour un service fondamental qui touche l'industrie et le commerce. Tous les laboratoires nationaux sont très occupés et, bien qu'ils soient généralement désireux d'aider les autres pays, on ne peut pas garantir la diligence de ce service supplémentaire. Les relations entre pays se modifient malheureusement pour des raisons politiques et une coopération heureuse peut cesser, entraînant pour le pays obligé une rupture avant qu'il trouve de l'aide ailleurs. Enfin, les intérêts commerciaux, qui sont toujours en arrière-plan, peuvent influencer sur la rapidité avec laquelle il est répondu à une demande. En fin de compte, il est de loin plus satisfaisant qu'il existe un laboratoire international neutre pour assurer ce service.

« Il est intéressant de constater que le mode d'organisation des mesures à l'échelle internationale que nous estimons le meilleur, un secrétariat avec un laboratoire, fonctionne en fait depuis bientôt un siècle. Il a été mis sur pied en 1875 quand un traité intergouvernemental appelé Convention du Mètre fut signé. Ce traité indique clairement pour l'organisation qu'il fondait les grandes lignes d'autorité, de responsabilité, les travaux à effectuer, et la façon dont ils devraient l'être. En même temps ce traité prescrivait les détails de fonctionnement.

« Les dispositions de la Convention du Mètre firent au moins trois choses très importantes. Elles prévirent qu'une Conférence Générale plénière sur les poids et mesures se réunirait au moins tous les six ans, constituant l'autorité ultime dans le cadre de l'organisation sur toutes les questions scientifiques, diplomatiques et administratives. Des représentants des gouvernements signataires, dûment accrédités, siègent à ces Conférences. Deuxièmement, afin d'assurer la continuité d'un corps responsable qui veillerait aux questions scientifiques et administratives entre deux Conférences, la Convention du Mètre créa, sous l'autorité de la Conférence Générale, le Comité International des Poids et Mesures, composé de dix-huit membres. Ces membres sont élus par la Conférence pour leurs qualités personnelles en métrologie et, bien qu'il ne doive pas y avoir plus d'un membre d'une même nationalité, leur appartenance au Comité International est à titre personnel et ils ne sont en aucune manière les représentants officiels de leur pays. Au contraire, ils sont au service de la Conférence Générale dans son ensemble. Les avantages de cette disposition particulière ont toujours été très marqués, mais dans l'atmosphère internationale plutôt agitée d'aujourd'hui ces avantages sont particulièrement significatifs. Troisièmement, la Convention du Mètre fonda le Bureau International des Poids et Mesures qui devait assumer le fonctionnement de l'organisation; ce Bureau, placé sous la responsabilité du Comité International, est géré par un directeur qui est nommé par le Comité International et est responsable devant lui. Le Bureau International devait comporter un laboratoire scientifique et, autant qu'on le sache, ce laboratoire est le plus vieux laboratoire international fonctionnant sur un budget alimenté en commun par un groupe d'États.

« Vers 1921, à la suite des travaux de Giorgi et d'autres, il était manifeste que les deux unités de longueur et de masse ainsi que celle de temps constituaient des bases insuffisantes pour un système de mesures rationnel et commode. En conséquence,

la Convention du Mètre fut révisée en 1921 de telle sorte que les responsabilités du Bureau International fussent étendues aux grandeurs électriques et aux autres mesures qui peuvent contribuer à la précision et à l'uniformité dans les domaines auxquels les unités appartiennent. Cette importante révision fut suffisamment large pour donner autorité à la mise au point, au cours des années, d'un système complet de mesures, le Système International d'Unités, lequel fut adopté par la Dixième Conférence Générale en 1954.

« Une interprétation récente de la Convention du Mètre a permis à la Onzième Conférence Générale en 1960 de décider que, à cause des difficultés rencontrées par les experts à réaliser des mesures précises et uniformes dans le domaine des radiations ionisantes, le Bureau International étende ses activités scientifiques dans cette direction, bien que ce domaine ne nécessitât pas qu'une nouvelle unité de base soit ajoutée au Système International d'Unités.

« Le Dr J. Terrien, actuel directeur du Bureau International, exprimait récemment de façon assez simple les buts de l'activité du Bureau. Le souci unique du Bureau est tout simplement de donner « les points de départ » du système de mesures mondial. Cela comprend nettement les travaux sur les six unités de base, leur perfectionnement ou leur remplacement éventuel par d'autres, et peut inclure encore des travaux rendus nécessaires dans un domaine particulier de mesures à cause du manque d'un point de départ convenable qui empêche même les meilleurs experts mondiaux d'atteindre la précision, l'exactitude et l'uniformité souhaitables. Notre intervention dans le domaine des radiations ionisantes et nos expériences actuelles pour déterminer l'accélération due à la pesanteur par des méthodes absolues appartiennent à ce dernier type d'activité.

« Cette idée de points de départ définit non seulement l'ampleur de l'activité de secrétariat du Bureau International, mais en même temps met des limites bien définies à l'extension que doit prendre son travail scientifique dans son propre laboratoire.

« Toutefois, quoique la philosophie ainsi posée soit utile pour définir les directions générales dans lesquelles le laboratoire du Bureau International peut fonctionner convenablement, il est nécessaire de faire des choix dans ces directions afin de maintenir dans des limites raisonnables mais utiles l'importance des activités expérimentales. Pour cela il y a deux critères. D'abord il est du devoir primordial du Bureau International de se maintenir toujours à l'avant des meilleures techniques de mesure pour les six étalons fondamentaux, ainsi que dans les domaines spéciaux annexes, comme les radiations ionisantes. Cette compétence est exigée pour assurer que fassent foi les comparaisons des étalons nationaux et les mesures. C'est un rôle difficile et intéressant en même temps que très coûteux. Les instruments et les techniques sont dépassés en très peu d'années et doivent être remplacés. Pour s'assurer que ce rôle de faire des mesures est laissé à des gens en qui l'on peut avoir toute confiance, pour qu'elles soient faites aussi bien sinon mieux que partout ailleurs, le personnel du Bureau International doit avoir l'occasion de faire effectivement des travaux de recherche. Sans quoi les hommes de science convenables ne viendraient pas ou ne resteraient pas au Bureau. Ainsi, le second rôle de ce laboratoire doit être de faire quelques recherches soigneusement choisies dans les directions indiquées par la politique générale. C'est au Comité International de veiller à ce que les choix soient bien faits et que l'ensemble des activités de recherches soit maintenu dans des limites raisonnables. Tout en cherchant toujours à éviter un développement envahissant, le Comité International doit reconnaître la nécessité d'une certaine souplesse dans l'exercice de son jugement à cet égard, de peur de frustrer des savants de qualité. En bref, on doit suivre les principes généraux qui guident le fonctionnement de n'importe quel laboratoire qui doit se conformer à une mission assez précise.

« L'influence et l'importance du Bureau International des Poids et Mesures n'ont jamais été plus grandes qu'elles ne le sont aujourd'hui et il n'y a aucun doute que

cette situation ne fera que s'affirmer dans le futur. La rapide évolution de la science et de l'industrie au cours des récentes décennies a exigé que la métrologie fondamentale se maintienne en avant des besoins immédiats. Selon toute vraisemblance cette tendance ira en s'accroissant. D'autres organisations ont également un rôle important à jouer dans la mesure et dans ses applications. Toutefois, et à condition que le Bureau International conserve sa compétence, le fait que celui-ci a toujours considéré son rôle comme étant de diriger l'épanouissement d'une unité scientifique internationale, plutôt que de se contenter de développer et d'imposer ses propres idées, assurera sa position de centre international auquel se rapportent les mesures dans le monde entier, et cela avec l'autorité que seul un traité international peut conférer. Cette situation entraînera inévitablement une expansion des activités du Bureau International. Tout ce qu'on lui demandera ne sera pas toujours légitime ou sage. Il appartiendra au Comité International de rester vigilant et de soumettre à la Conférence Générale des recommandations toujours nouvelles mais prudentes.

« Il me reste à vous informer des changements dans la composition du Comité International. Depuis la Douzième Conférence Générale, nous avons perdu deux membres, T. ISNARDI et C. KARGATCHIN, et notre ancien président A. DANJON, enlevés par la mort et regrettés de nous tous. Cinq membres se sont retirés, MM. H. BARRELL, G. D. BOURDOUN, P. K. KICHLU, R. VIEWEG et Z. YAMAUTI. Les sept nouveaux membres élus provisoirement par le Comité International sont MM. J. V. DUNWORTH, M. KERSTEN, H. NIEWODNICZANSKI, I. I. NOVIKOV, L. CINTRA DO PRADO, Y. TOMONAGA et A. R. VERMA. »

MR P.-P. GRASSÉ, président de la Conférence, prononce l'allocution suivante :

« MONSIEUR LE MINISTRE,

« MESDAMES, MESSIEURS,

« Le hasard et une présidence de l'Académie des Sciences me valent d'être parmi vous et j'en suis très honoré. Je suis biologiste et n'ai aucune qualité pour participer à vos débats. Mais comme pour tout homme de science, mesures et unités comptent parmi mes préoccupations. La biologie, en apparence science imprécise, se fonde sur des phénomènes exquisement subtils, dont la moindre déviation met en péril la vie de l'organisme. Elle use largement des unités de mesure que vous lui offrez mais cherche encore celles qui conviendraient à l'évaluation des phénomènes vitaux. Cette simple constatation vous montre le retard de la biologie sur la physique, retard peut-être plus apparent que réel, car il tient à la nature même des objets considérés par ces sciences. Si les stimuli qui causent les sensations se prêtent à la mesure parce que simples et faciles à isoler, il n'en est pas de même de leurs effets complexes et partiellement subjectifs. Le biologiste en reste à des unités vagues, imprécises, qu'il essaie de rendre plus exactes, mais sa tâche est longue et difficile.

« Il est aussi digne de remarque que les biologistes utilisent beaucoup le terme *unité*, non pour désigner une grandeur déterminée par laquelle on mesure des grandeurs de la même sorte, mais pour définir un être vivant considéré comme un tout, insistant sur le caractère de ce qui est un, c'est-à-dire un tout organisé dont la suppression d'une partie change la nature.

« Sous le terme d'unité se cachent de multiples réalités et des concepts distincts. J'ai d'ailleurs l'impression que, même dans le domaine de la physique, il n'est pas toujours facile de déterminer et de définir avec toute la rigueur désirable l'unité.

« Un facteur non négligeable et qui tient à notre propre psychologie concerne la difficulté de faire adopter par un groupe humain un ensemble d'unités-références choisies et définies par un autre groupe. Tradition, paresse intellectuelle s'opposent, en dépit d'avantages certains, à l'utilisation d'un nouveau système de mesure. L'établissement et l'adoption universelle d'unités stables, logiques et faciles d'emploi se font avec une extrême lenteur.

« A cet égard, l'histoire du Système Métrique est riche d'enseignement. Songez-donc, c'est le 30 mars 1791 que fut promulguée par Louis XVI la « loi relative au moyen d'établir une uniformité de poids et mesures » et l'application du Système Métrique ne devint obligatoire que 50 ans plus tard !

« Et pourtant que d'arguments en sa faveur. La diversité des unités, toutes arbitraires, était telle que l'arpent par exemple changeait de valeur d'une province à une autre, parfois à l'intérieur d'une même province. La confusion était extrême et ne favorisait que la chicane; elle a alimenté un nombre infini de procès.

« Il est intéressant et piquant de rappeler que le projet de la loi de 1791 fut déposé sur le bureau de l'Assemblée Nationale en 1790 par Talleyrand-Périgord. Le futur Prince de Bénévent y insistait sur la nécessité d'une collaboration franco-britannique pour mener à bien le projet. Le Secrétaire d'État aux Affaires Étrangères de Londres n'y alla pas par quatre chemins et lui répondit « qu'il considérait ce projet comme presque impraticable ». Nos voisins britanniques ont assurément beaucoup d'esprit de suite et leur réputation à cet égard n'est point usurpée.

« Ce ne fut que par la loi du 4 juillet 1837 que l'usage du Système Métrique fut rendu définitivement obligatoire en France à partir du 1^{er} janvier 1840; il y a plus de 127 ans. Près d'un demi-siècle, dans le pays créateur de ce système d'unités, fut nécessaire pour que l'ordre finisse par l'emporter sur la diversité, l'arbitraire et le désordre. Que ne faut-il pas pour le rendre universel ?

« Les unités établies par nos illustres prédécesseurs : Borda, Lagrange, Laplace, Condorcet, Monge et Lavoisier, membres de la Commission de l'Académie des Sciences, puis par Delambre, Méchain, Lefèvre-Gineau et Fabbroni, ne présentent pas la stabilité et la rigueur qu'exige la physique actuelle. Et si je comprends bien, vos travaux ont pour but de satisfaire à ce besoin exprimé avec vigueur par la physique et les sciences annexes.

« Aujourd'hui, les choses vont vite et pour que la logique et le bon sens l'emportent, les hommes de science et les gouvernements ont créé des institutions durables qui, Vestales de la physique, veillent au respect de la rigueur, et à la création des nouvelles unités qu'imposent les progrès de la science. La métrologie est assurément la science qui s'est la première organisée internationalement. C'est pour cela, Mesdames et Messieurs, que vous êtes réunis et je suis sûr qu'à l'instar de vos prédécesseurs vous travaillerez pour le plus grand bien de la science et au profit de nous tous. »

*
* *

Après une suspension de séance de 15 minutes, la Conférence aborde les points suivants de son Ordre du Jour sous la présidence de Mr P.-P. GRASSÉ, président de l'Académie des Sciences de l'Institut de France.

2, 3 et 4. SUR la proposition du PRÉSIDENT, la nomination de Mr J. DE BOER, secrétaire du Comité International des Poids et Mesures, comme secrétaire de la Conférence est adoptée à l'unanimité.

Les titres accreditant les délégués ayant déjà été présentés au bureau de la Conférence, le Secrétaire demande à chaque Délégation d'indiquer le nom du délégué chargé du vote par État. La liste suivante est ainsi établie :

<i>Afrique du Sud</i>	MM. HALLIDAY
<i>Allemagne</i>	KERSTEN
<i>Amérique (États-Unis d')</i>	ASTIN
<i>Argentine (République)</i>	DEL CARRIL ⁽¹⁾
<i>Australie</i>	LEHANY
<i>Autriche</i>	QUAS
<i>Belgique</i>	CLAESEN
<i>Brésil</i>	LOBO ⁽²⁾
<i>Bulgarie</i>	DJAKOV
<i>Canada</i>	HENDERSON
<i>Corée (République de)</i>	JOON KOO LEE
<i>Danemark</i>	CARLSEN
<i>Espagne</i>	RIVAS MARTINEZ
<i>Finlande</i>	SAJANIEMI
<i>France</i>	FLEURY
<i>Hongrie</i>	HONTI
<i>Inde</i>	VERMA
<i>Indonésie</i>	ADRI MOESTIKO
<i>Irlande</i>	⁽³⁾
<i>Italie</i>	OBERZINER
<i>Japon</i>	TOMONAGA
<i>Mexique</i>	CORONA RENTERIA
<i>Norvège</i>	KOCH
<i>Pays-Bas</i>	VAN MALE
<i>Pologne</i>	OSTROWSKI
<i>Portugal</i>	CORREIA DE SOUSA
<i>Roumanie</i>	GHITA
<i>Royaume-Uni</i>	DUNWORTH
<i>Suède</i>	RUDBERG
<i>Suisse</i>	LANDOLT
<i>Tchécoslovaquie</i>	KOCIÁN
<i>Thaïlande</i>	MEDHI IAMSUDHA
<i>Turquie</i>	⁽⁴⁾
<i>U. R. S. S.</i>	NOVIKOV
<i>Venezuela</i>	⁽⁵⁾
<i>Yougoslavie</i>	GIZDIĆ

(1) Mr DEL CARRIL n'est arrivé qu'à la deuxième séance.

(2) Délégué suppléant accrédité par l'Ambassade le 12 octobre.

(3) Représentée par Miss TINNEY qui n'a pas pris part aux votes par État.

(4) Représentée par Mr SEVENCANER qui n'a pas pris part aux votes par État.

(5) Représenté par Mr PLANCHART qui n'a pas pris part aux votes par État.

Sur les quarante Pays membres de la Convention du Mètre, trente-six sont donc représentés à la Conférence.

5. Approbation de l'Ordre du Jour

Aucune observation n'est faite sur le programme provisoire proposé (p. 12) qui est ainsi adopté comme Ordre du Jour définitif.

Après cette approbation, plusieurs Délégations demandent la parole pour faire les déclarations suivantes :

Mr KOCIÁN (Tchécoslovaquie) :

« Pendant des années déjà on a rendu impossible la participation avec égalité en droits de la délégation de la République Démocratique Allemande aux travaux de la Conférence Générale des Poids et Mesures et de ses organismes.

« Bien que de nombreuses délégations des pays membres soient dans le passé intervenues en faveur de la revendication de la R. D. A. de participer à notre œuvre commune comme égale en droits, ce droit inaliénable est toujours contesté à la R. D. A.

« On ne peut pas nier la réalité que deux États allemands existent sur le territoire de l'ancien empire allemand. La R. D. A. est un État indépendant, qui jouit de tous les droits résultant de l'égalité souveraine des États, dont le gouvernement est le représentant légal du peuple de la R. D. A. et exerce effectivement les attributs du pouvoir souverain d'État sur son territoire. Cet état juridique et de fait irréfutable doit être pleinement respecté aussi par notre Conférence Générale.

« La R. D. A. avait prouvé par toute son existence et son activité qu'elle est un État souverain. Selon les règles générales du droit international, la souveraineté et la nature de la R. D. A. comme sujet du droit international ne dépend pas du fait que certains États n'entretiennent pas avec elle jusqu'à présent des relations normales et diplomatiques. Actuellement la R. D. A. est en relations diplomatiques au niveau de l'ambassade avec treize États, au niveau des consulats généraux avec neuf États; elle a établi des représentations commerciales dans douze États et treize Missions de la Chambre de Commerce extérieur dans presque tous les continents.

« Il résulte de tous les arguments exposés qu'empêcher la participation de la délégation de la R. D. A. à notre Conférence Générale est non seulement en contradiction avec le droit international, mais paralyse en même temps sérieusement la discussion des questions professionnelles importantes. Il est bien connu à quel haut niveau se trouve en R. D. A. la métrologie scientifique. Rendre impossible la collaboration dans notre Organisation internationale de métrologie est une anomalie.

« La Conférence Générale devrait donc adopter des mesures rendant possible la participation de la R. D. A. à la 13^e Conférence Générale et aux Conférences prochaines.

« La Délégation tchécoslovaque a été habilitée de faire connaître à toutes les Délégations des Gouvernements contractants la lettre de Mr le Dr Ing. Fritzsche, Président du Deutsches Amt für Messwesen und Warenprüfung, adressée à Mr le Président de la 13^e Conférence Générale des Poids et Mesures (1). »

(1) Cette lettre, qui a été lue en séance, est la suivante (traduction non officielle) :

Berlin, le 6 octobre 1967

MONSIEUR LE PRÉSIDENT,

Permettez-moi de vous faire savoir que la délégation de la République Démocratique Allemande, présidée par le Professeur Dr Hans Jancke, Vice-Président du Deutsches Amt für Messwesen und

Mr KERSTEN :

« Au nom de la Délégation allemande, j'ai demandé aux collègues de Berlin-Est, par lettre, s'il y aurait une possibilité de coopérer dans la Délégation allemande. J'ai proposé d'aller à Berlin-Est encore une fois pour discuter les détails. Mais la réponse par lettre était très dure et négative. Si vous le désirez, Monsieur le Président, je suis prêt à vous donner lecture maintenant du texte de la réponse du Président Dr Fritzsche, traduite en français. La situation n'a pas changé depuis la 11^e Conférence Générale. Nous regrettons beaucoup cette situation mauvaise. »

Mr NOVIKOV :

« La Délégation de l'U. R. S. S. partage l'opinion exprimée par la Délégation tchécoslovaque. La République Démocratique Allemande devrait participer à nos travaux car elle a exprimé le désir d'envoyer une délégation à cette Conférence. C'est un État souverain et qui jouit de tous les droits pour avoir une délégation s'il le souhaite; la lettre du Président Fritzsche au Président de la Conférence Générale contient l'expression d'un tel vœu. La R. D. A. a toujours rempli toutes les obligations qui découlent de la Convention du Mètre, de même que celles des Conférences Générales précédentes, et la participation de ce pays, étant donné le niveau extrêmement élevé de sa métrologie, devrait enrichir les travaux de notre Conférence. »

Mr ASTIN :

« Je désire appuyer ce qui vient d'être dit par le délégué de la République Fédérale Allemande. Je serai bref puisque la question politique soulevée ici aujourd'hui a déjà été soulevée à la 12^e Conférence Générale au cours de laquelle j'ai eu l'occasion d'exposer la position des États-Unis à cette époque. Je ne puis que réaffirmer cette position mentionnée à la page 38 des Comptes rendus de la 12^e Conférence Générale.

« Les États-Unis continuent à considérer que le Gouvernement de la République Fédérale Allemande est le seul Gouvernement allemand librement et légalement élu, et par suite autorisé à parler au nom de l'Allemagne en tant que représentant du peuple allemand dans les affaires internationales. Je tiens à faire remarquer que le Gouvernement de la République Fédérale Allemande a cherché — comme il l'avait fait lors de la 12^e Conférence Générale — à inclure des scientifiques de l'Allemagne de l'Est dans la délégation allemande à la 13^e Conférence

Warenprüfung, qui s'est vue refuser les visas requis pour se rendre à Paris, a été jusqu'à présent empêchée, de ce fait, de participer à la Conférence Générale des États parties à la Convention du Mètre.

La République Démocratique Allemande, en tant que partie à cette Convention, a le droit, au même titre qu'il s'entendait jusqu'à présent pour la République Fédérale ouest-allemande, l'autre État successeur de l'ancien Reich allemand, de participer, sur un pied d'égalité, aux Conférences Générales, tout comme les autres parties à la Convention.

Je proteste par la présente contre cette discrimination évidente de la République Démocratique Allemande et rappelle formellement que la délégation de la République Fédérale ouest-allemande est autorisée à parler à la 13^e Conférence Générale uniquement au nom de l'Allemagne occidentale. Elle n'a aucun droit d'agir au nom des savants de la République Démocratique Allemande ou bien d'une Allemagne unie qui n'existe pas.

Je vous prie, Monsieur le Président, de bien vouloir porter cette lettre à la connaissance des délégations de tous les États parties à la Convention du Mètre et de bien vouloir assurer que la République Démocratique Allemande puisse occuper à la 13^e Conférence Générale, sans aucune discrimination, la place qui est la sienne comme partie, égale en droits, à la Convention du Mètre.

Veuillez agréer,

Signé : Dr-Ing. FRITZSCHE

Générale; mais ces efforts se sont de nouveau heurtés à un refus et ces scientifiques ont ainsi rejeté l'occasion de participer à cette Conférence.

« Je souhaite que la Conférence ne perde pas inutilement son temps à la discussion de controverses politiques, et je suis persuadé que nous serons tous d'accord pour que le temps limité dont nous disposons soit entièrement consacré aux importantes questions métrologiques de notre ordre du jour si nous désirons leur donner une solution acceptable. »

Mr OSTROWSKI :

« Au nom de la Délégation polonaise, je constate avec regret qu'un des pays contractants cité dans la « Notification », la République Démocratique Allemande, n'assiste pas à cette Conférence. Ce pays doit être traité sur la base d'un État indépendant, comme il l'est en vérité. Pour cette raison, la Délégation polonaise apporte son plein appui aux démarches des Délégations tchécoslovaque et de l'Union Soviétique. »

Mr GHITA :

« La Délégation de la République Socialiste de Roumanie exprime le regret que la Délégation de la République Démocratique Allemande ne puisse participer, comme Pays membre à pleins droits, aux travaux de la 13^e Conférence Générale et exprime sa protestation contre ceux qui ont empêché cette participation. »

Mr HONTI :

« La Délégation hongroise donne son plein appui au point de vue exprimé par les Délégations de la Tchécoslovaquie, de l'U. R. S. S., de la Pologne et de la Roumanie. Elle exprime l'espoir que les autorités françaises compétentes cessent l'application d'une discrimination contre les représentants de la République Démocratique Allemande pour des raisons uniquement politiques, et que les représentants de cet État, dont la métrologie est d'un haut niveau scientifique incontesté, pourront bientôt participer à nos travaux. »

Mr DJAKOV :

« La Délégation bulgare regrette l'absence des représentants de la République Démocratique Allemande qui sont ainsi privés du droit de participer à la 13^e Conférence Générale. Elle s'associe aux propositions faites pour rendre possible la participation de la République Démocratique Allemande à nos travaux. »

Mr VACANO :

« Les déclarations des délégués attaquant la représentation de l'Allemagne à cette Conférence parlent toujours de la partie orientale de l'Allemagne comme *État*. C'est une revendication politique et aucun congrès scientifique international ne peut juger de son bien-fondé. De notre point de vue et en concert avec tous les Gouvernements des États non communistes, la zone d'occupation soviétique en Allemagne n'est pas un État mais une partie de l'Allemagne détachée arbitrairement du reste du pays. Elle est toujours occupée par une puissance étrangère qui s'oppose à sa réunification avec la partie libre de l'Allemagne. Cette situation est incompatible avec le principe du droit d'autodétermination des peuples. La zone d'occupation soviétique d'Allemagne ne remplit pas les conditions requises selon les principes généraux du droit international pour qu'un État puisse se constituer. »

Mr GIRARD :

« Le Gouvernement français ayant été mis en cause, la Délégation française tient à préciser que celui-ci n'a appliqué aucune discrimination à l'égard de qui que ce soit. Les titres de voyage des représentants dont il s'agit ont été refusés par le Bureau Allié de Circulation à Berlin.

« Quant au fond, la position du Gouvernement français sur cette question est connue; elle a déjà été exposée lors de la 12^e Conférence Générale et rejoint celle de la Délégation de la République Fédérale Allemande. »

La déclaration écrite suivante a été en outre remise au bureau de la Conférence au début de la 2^e séance :

« La Délégation yougoslave a l'honneur de déclarer au sujet de la question de la participation de la Délégation du Deutsches Amt für Messwesen und Warenprüfung de la République Démocratique Allemande à la 13^e Conférence Générale des Poids et Mesures, qu'elle considère que ladite Délégation devrait prendre part aux travaux de la 13^e Conférence Générale. »

6. Le PRÉSIDENT donne la parole à Mr HOWLETT, président du Comité International des Poids et Mesures, pour la lecture de son Rapport.

**Rapport du Président du Comité International
sur les travaux accomplis depuis la Douzième Conférence Générale**

(octobre 1964 à octobre 1967)

J'ai l'honneur de présenter à la Conférence une vue d'ensemble des travaux accomplis depuis la précédente Conférence, c'est-à-dire entre octobre 1964 et octobre 1967, conformément à l'Article 19 du Règlement annexé à la Convention du Mètre.

Remarque générale. — Je voudrais insister sur le progrès en profondeur des travaux du Bureau International des Poids et Mesures : presque toutes les mesures sont plus précises qu'elles ne l'étaient quelques années auparavant, ce qui impose des précautions supplémentaires dans leur exécution et la prise en considération de corrections précédemment négligeables. D'autre part, l'accroissement des calculs serait devenu prohibitif sans l'usage d'ordinateurs électroniques.

ÉTALONS ET MESURES DE LONGUEUR

Longueurs d'onde étalons. — Le profil spectral de la radiation étalon primaire $2p_{10} - 5d_5$ du krypton 86 étant connu, lorsque cette radiation est produite conformément aux instructions du Comité International, trois autres radiations du krypton 86, recommandées comme étalons secondaires par le Comité International, ont été étudiées à leur tour par comparaison à la radiation étalon primaire. La méthode d'étude expérimentale était celle de la transformation de Fourier qui permet de calculer le profil spectral lorsqu'on a mesuré la visibilité et la phase des interférences à deux ondes d'un interféromètre de Michelson. Les qualités et la longueur d'onde admise de ces radiations ont été confirmées pour leur emploi aux différences de marche usuelles, inférieures à environ 0,5 m. Les précautions d'emploi aux différences de marche plus grandes, jusqu'à 1 m, ont été déterminées. Ces trois radiations étalons secondaires, et trois autres radiations du krypton 86 qui ont été également étudiées, montrent une légère dissymétrie de leur profil spectral et un renversement. La radiation étalon primaire ne montre pas de signe de renversement.

Instruments et méthodes de mesure. — Le grand comparateur pour étalons à traits et à bouts jusqu'à 1 m, construit par la Société Genevoise d'Instruments de Physique et présenté dès 1960 à la Conférence avant sa mise en place, a été en service à peu près permanent dans ces trois dernières années, soit pour des mesures d'étalons, soit pour l'étude des améliorations à apporter à cet instrument. Ce comparateur a été dessiné et construit selon les indications du Bureau International principalement pour la mesure des longueurs par comparaison directe à l'étalon primaire; il est muni de microscopes photoélectriques au moins dix fois plus sensibles que les microscopes visuels; il permet encore des étalonnages d'échelles divisées et des comparaisons relatives d'étalons à bouts et à traits. Toutes ces opérations sont faites avec la précision la meilleure qui soit humainement concevable aujourd'hui, ce qui impose la mesure de la température au millième de degré dans l'Échelle Internationale Pratique, et la mesure absolue de l'indice de réfraction de l'air confiné dans le caisson étanche avec la précision de 1×10^{-8} .

« Lorsqu'on doit mesurer par les interférences des longueurs de l'ordre de 1 m, il est commode de rétrécir artificiellement la largeur spectrale des radiations monochromatiques par un filtre, mais il faut être certain que ce filtrage conserve inchangée la longueur d'onde moyenne. Cette méthode de monochromatisation interférentielle, essayée une première fois au Bureau International avec l'aide d'un physicien de Leningrad, continue à être étudiée.

« Les comparateurs plus anciens à microscopes visuels restent utiles et l'on continue à les améliorer.

« Pour la première fois au Bureau International, l'intervalle de 24 m de notre base géodésique murale, qui sert à la mesure des fils et rubans d'invar, a été mesuré par les interférences lumineuses à partir de la radiation étalon primaire. Deux longueurs intermédiaires sont employées, celle d'un étalon de Perot-Fabry de 0,25 m et celle d'un autre étalon de 1 m. Le résultat obtenu par cette méthode est plus précis, et il confirme le résultat de la mesure par addition de la longueur d'un étalon à traits de 1 m, telle qu'elle était pratiquée antérieurement.

« Le Bureau International emploie couramment les lasers à gaz pour des réglages optiques; il étudie leur emploi pour les mesures de longueur par comptage de franges, car c'est là sans doute une méthode d'avenir; mais il est nécessaire au préalable d'acquérir la certitude d'un comptage infallible, et la certitude que la radiation du laser conserve une longueur d'onde invariable.

Travaux de mesure. — Un étalon à bouts en acier de 1 m, prêté par la Physikalisch-Technische Bundesanstalt de Braunschweig, a été mesuré dans la nouvelle définition du mètre à ce laboratoire et au Bureau International, avec un accord de 0,01 μm , aussi bon qu'on pouvait l'espérer. La précision du mètre défini en 1960, estimée à 10^{-8} , est donc confirmée par la mesure comparative d'un étalon de 1 m dans deux laboratoires différents.

« L'accord entre ces deux mêmes laboratoires est moins bon sur la mesure des étalons à bouts de 1 m en silice qui servent pour mesurer optiquement des bases géodésiques par la méthode de Väisälä; ces étalons à bouts sphériques sont commodes sur le terrain, mais la mesure de leur longueur est vraiment difficile, puisque le désaccord entre deux laboratoires est de 0,27 μm .

« La longueur des deux étalons en silice à miroirs plans, de 0,8 m environ, qui sont employés dans la mesure de g , a été mesurée avec la précision optimale de 10^{-8} en valeur relative.

« Répondant à des demandes d'étude, le Bureau International a mesuré les étalons de longueur suivants :

- prototypes nationaux en platine iridié pour le Danemark, la Roumanie, la République Arabe Unie;
- règles de 1 m en acier-nickel pour l'Argentine, l'Italie, le Nigéria, la Suisse;
- étalons à traits de longueurs diverses pour l'Allemagne, la France, la Roumanie, la Suisse, la Tchécoslovaquie;

-- calibres de différentes longueurs pour l'Autriche, la Hongrie, la France, la Suède;
 -- fils et rubans géodésiques pour l'Allemagne, l'Australie, la Belgique, la France, la Norvège, les Pays-Bas.

ÉTALONS DE MASSE; MESURES DE MASSE ET DE MASSE VOLUMIQUE

« Les deux prototypes du kilogramme en platine iridié N° 9 et N° 31, qui sont les étalons de travail courants du Bureau International, et le prototype d'usage exceptionnel N° 25, ont été vérifiés par comparaison aux deux témoins N° 8 (41) et N° 43 du Prototype International. Ces témoins ont été extraits du caveau des Prototypes Internationaux le 7 octobre 1967 avec l'autorisation du Comité International et en observant les formalités réglementaires; ils ont été remis en place le 7 octobre 1965.

« Cette vérification fut l'occasion d'une nouvelle étude de l'influence du nettoyage à l'alcool et au benzène et du lavage à la vapeur d'eau bidistillée sur la masse des prototypes en platine iridié: le résultat de cette étude est que le nettoyage et le lavage diminuent de 0,01 à 0,06 mg la masse d'un prototype qui est resté environ 15 ans sans avoir subi ces opérations, et que l'accord des étalons entre eux devient meilleur. Une étude de ce genre sera plus rapide et plus précise lorsque le Bureau International disposera d'une balance plus fidèle que sa meilleure balance actuelle (Rueprecht N° 1) qui date de l'origine du Bureau.

« Un progrès a été fait dans la précision des pesées hydrostatiques, surtout grâce à des précautions concernant l'uniformité de température du bain d'eau; cette uniformité, qui était de l'ordre du centième de degré, a été améliorée jusqu'à près du millième de degré. Il semble maintenant certain que les mesures de masse volumique par pesée hydrostatique peuvent être reproductibles au millionième, c'est-à-dire dix fois mieux qu'auparavant.

« Cette bonne reproductibilité a permis d'entreprendre, en liaison avec d'autres organismes, l'étude des variations de la masse volumique de l'eau pure en fonction de sa composition isotopique: ces variations ne sont pas négligeables, et il semble qu'elles n'ont jamais été mesurées expérimentalement.

« En réponse aux demandes qui lui ont été faites, le Bureau International a mesuré les étalons de masse suivants :

-- prototype en platine iridié pour la Chine;
 -- Kilogrammes étalons ou séries de masses pour l'Autriche, l'Afghanistan, la France, l'Indonésie, le Népal, le Nigéria, la République Arabe Unie, la Tchécoslovaquie.

ÉTALONS ET MESURES ÉLECTRIQUES

« Entre décembre 1966 et avril 1967, les étalons de l'ohm et du volt de dix laboratoires nationaux ont été comparés aux groupes d'étalons du Bureau International qui conservent les valeurs de résistance et de force électromotrice appelées Ω_{BIPM} et V_{BIPM} ; ces valeurs jouent le rôle de références internationales. On estime que Ω_{BIPM} est égal à l'ohm (vrai) avec une approximation d'environ $1 \mu\Omega$ et que V_{BIPM} est supérieur au volt (vrai) de 10 à 12 μV .

« Depuis une dizaine d'années, la stabilité du groupe d'étalons de résistance en manganine du Bureau International est contrôlée par des étalons en métaux purs, construits à cet effet, et mesurés à la température du point triple de l'eau; aucune évolution relative n'a pu être décelée; la précision de ce contrôle est de l'ordre de $0,5 \times 10^{-6}$ ou mieux.

« Le groupe d'étalons de force électromotrice du Bureau International sera renforcé et rajeuni lorsque des éléments au sulfate de cadmium, offerts par plusieurs pays (Allemagne, États-Unis, France, U. R. S. S.) auront fait la preuve de leur stabilité.

« Toutes les installations de mesure servant aux comparaisons internationales d'étalons de résistance et de force électromotrice et aux vérifications demandées par les États ont été refaites presque entièrement avec diverses améliorations, particulièrement en ce qui concerne la stabilité et la précision de la mesure de la température.

« Avec l'aide précieuse du National Bureau of Standards de Washington, on a pu installer rapidement un pont de comparaison en courant alternatif de fréquences 100, 1000 ou 1592 Hz, pour la mesure des étalons de capacité électrique de 10 pF qui prennent maintenant une importance aussi grande que les étalons de l'ohm et du volt; sa précision est meilleure que 10⁻⁵.

« Un autre pont de comparaison avait été acquis auparavant pour l'apprentissage des techniques de mesure en courant alternatif et pour les usages courants.

« Le Bureau International a mesuré la résistance ou la force électromotrice d'étalons divers pour des laboratoires des pays suivants : Argentine, Autriche, Belgique, France, Hongrie, Norvège, Pologne, République Arabe Unie, Roumanie, Suède, Tchécoslovaquie.

THERMOMÉTRIE

« Dans toutes les salles du Bureau International où c'est nécessaire, la température peut être mesurée depuis peu dans l'Échelle Internationale Pratique de Température avec des thermomètres à résistance de platine connectés au pont de Smith type III construit par Tinsley et installé dans une petite salle centrale. La mesure des températures voisines de l'ambiante est donc devenue possible à mieux que 0,001 degré. On a vérifié que les thermomètres à mercure, auparavant seuls utilisés au Bureau, donnaient des indications correctes, avec, bien entendu, une précision moindre.

« Pour plusieurs usages thermométriques il est nécessaire d'avoir des fours de dimension convenable, que l'on puisse porter et maintenir à la température voulue, et qui présentent à l'intérieur une température uniforme. Une uniformité de l'ordre du dixième de degré a été obtenue dans plusieurs fours construits au Bureau, et destinés aux points de congélation du zinc, de l'argent, de l'or, et à la comparaison à 630,5 °C entre le thermomètre à résistance de platine et le thermocouple platine-platine rhodié.

« Deux de ces fours sont des corps noirs dans lesquels doit s'établir le rayonnement thermique de Planck; ils servent à une mesure de la température thermodynamique de congélation de l'or par raccordement à une température plus basse, 630,5 °C par exemple, par la méthode de pyrométrie monochromatique à une longueur d'onde voisine de 1 μm.

« Le Bureau International a étudié des thermomètres à mercure pour des laboratoires de la Belgique, de la Pologne, de la Suisse et de la Tchécoslovaquie.

MANOMÉTRIE

« Le manomètre à mercure pour les pressions entre 0 et 1 atmosphère environ, dessiné et construit selon les indications du Bureau International par les Établissements Jaeger à Paris et déjà mentionné dans le rapport de 1961, est en ordre de marche; il donne bien les résultats escomptés, c'est-à-dire une précision de l'ordre du micromètre sur la hauteur de la colonne de mercure, avec des manipulations faciles. Dans ce manomètre, un dispositif interférométrique indéréglable transfère la différence d'altitude des deux surfaces libres des colonnes de mercure sur un déplacement horizontal d'une réglette divisée. Le transfert exact de la différence d'altitude sur la réglette est constaté par la production de franges en lumière blanche, qui apparaissent sur un oscilloscope relié à un photomultiplicateur lorsque la différence de marche de l'interféromètre est nulle.

ÉTALONS ET MESURES PHOTOMÉTRIQUES

« On a entrepris une révision complète de la salle de photométrie et de ses installations annexes. Bien des parties, en effet, dataient de 1939 et devaient être reconstruites sous une forme améliorée.

« Auparavant ont été étudiées des lampes étalons d'intensité lumineuse, de flux lumineux ou de température de couleur pour des laboratoires des pays suivants : Autriche, Belgique, Hongrie, Pologne, République Arabe Unie, Suisse.

MESURE ABSOLUE DE g

« Commencée en 1960, la mesure en valeur absolue de l'accélération due à la pesanteur au Bureau International a donné des résultats préliminaires en 1966 et les premiers résultats définitifs en 1967. C'était une entreprise difficile; mais le succès est complet, car la reproductibilité des mesures successives semble limitée uniquement par la précision de l'étalon de définition du mètre, c'est-à-dire environ 10^{-8} . Cette méthode absolue est assez précise pour qu'il faille tenir compte, dans l'interprétation des résultats, des variations de g sous l'action des marées terrestres.

« La révision du système gravimétrique de Potsdam a été demandée par la Conférence Générale; nous aurons à examiner cette question, en tenant compte des avis de l'Union Géodésique et Géophysique Internationale qui vient de tenir son Assemblée Générale en Suisse, et qui a entendu l'exposé des travaux du Bureau International sur la mesure de g .

ÉTALONS DE MESURE DES RADIATIONS IONISANTES

« La nouvelle section des étalons de mesure des radiations ionisantes s'est installée en 1964 dans les bâtiments spécialement construits et aménagés pour elle. Dans les trois années écoulées, on a pu constater que ces bâtiments et ces aménagements étaient bien adaptés à la nature des travaux auxquels ils étaient destinés. L'équipement des laboratoires comporte une grande part d'électronique qui vieillit après peu d'années : le maintien au niveau moderne oblige donc à des renouvellements fréquents. Plus peut-être que dans les sections précédentes, le travail se fait en liaison étroite avec les laboratoires nationaux et les échanges de personnel y sont particulièrement utiles.

Rayons X et γ . — La grandeur la plus importante pour caractériser quantitativement un rayonnement de photons pénétrants est l'*exposition*, dont la mesure repose sur la détermination de l'ionisation de l'air par les électrons qui y sont libérés par photo-ionisation des atomes gazeux. Les études et les comparaisons ont porté tout d'abord sur des rayons X de 100 à 200 kV, les plus anciennement utilisés pratiquement, par des méthodes de principe connu; ces méthodes ont gagné en précision.

« L'extrapolation de ces méthodes vers les énergies plus hautes et plus basses est nécessaire, mais elle soulève des difficultés qui ont été abordées de la façon suivante.

« En ce qui concerne la mesure d'exposition des rayons X mous, les laboratoires nationaux et le Bureau International ont choisi les rayons produits avec des tensions de 10, 30 et 50 kV sur le tube radiogène.

« Des physiciens de deux grands laboratoires nationaux sont venus à Sèvres pour comparer leurs chambres d'ionisation, étalons d'exposition spécialement construits pour ces basses énergies, à la chambre étalon qui a été construite au Bureau International.

« La mesure de l'exposition des rayonnements d'énergie élevée est importante à cause de l'usage croissant de ces rayonnements. On envisage d'utiliser le cobalt 60 pour construire des sources transportables permettant des mesures comparatives internationales. En liaison avec les grands laboratoires nationaux, des études sont en cours au Bureau International sur les points suivants :

1. Composition spectrale du faisceau de rayonnement produit par des sources de ^{60}Co placées dans leur enceinte protectrice avec collimateur.
2. Chambres d'ionisation à parois d'air avec champ magnétique incurvant la trajectoire des électrons afin de les confiner dans un plus petit volume.
3. Chambres à cavité étalons.
4. Mesure de l'activité d'une source de ^{60}Co de 1 Ci par comparaison à une source connue environ mille fois moins active, par application de la loi de l'inverse du carré de la distance.

Radionucléides. — La grandeur la plus importante à mesurer sur les radionucléides est l'*activité*, ou nombre de désintégrations par seconde, que l'on exprime aussi en curies. Des comparaisons internationales, organisées depuis 1962 par le Bureau International

avec la collaboration active des grands laboratoires nationaux et de laboratoires internationaux, ont permis d'évaluer le degré d'accord de mesures d'activité faites en divers lieux sur divers radionucléides, et d'identifier quelques-unes des causes d'erreur qui limitent la précision. Ces comparaisons sont maintenant conçues comme une recherche collective orientée vers l'étude d'une cause d'erreur ou vers la solution d'une difficulté qui limite la précision.

« Tous les laboratoires intéressés ont pu discuter, avec les meilleurs experts des grands laboratoires et avec un physicien du Bureau International, à une « table ronde » de quarante participants organisée à Vienne en octobre 1966 conjointement par l'Agence Internationale de l'Énergie Atomique et le Bureau International.

« Le Bureau International améliore ses appareils et ses méthodes de mesure d'activité, particulièrement par la méthode de comptage par coïncidences $(\pi^{\pm})(\text{CP})-\gamma$. Il a fourni à plusieurs laboratoires des sources solides de ^{60}Co préparées par galvanoplastie; ces sources, de stabilité éprouvée et de décroissance connue, peuvent servir au contrôle des ensembles de comptage par coïncidences $(\pi^{\pm})(\text{CP})-\gamma$; leur durée utile est de plusieurs années.

Étalons d'énergie α . — Aidé des conseils d'un petit groupe de spécialistes, le Bureau International installe un spectromètre magnétique α spécialement conçu pour la mesure absolue de l'énergie des désintégrations α dont on a besoin pour étalonner les spectromètres usuels.

« Des énergies α de 2,3 à 10,8 MeV seront mesurées, avec une précision de l'ordre de 0,5 keV. La préparation des sources émettrices sera assurée en grande partie par les laboratoires les plus vivement intéressés à ces mesures absolues.

Mesures neutroniques. — Le Bureau International a achevé et publié l'étude faite en collaboration avec d'autres laboratoires sur la mesure du taux d'émission de la source de neutrons Ra-Be (α, n) du Conseil National de Recherches du Canada, par la méthode de ralentissement et capture des neutrons dans une solution de sulfate de manganèse et mesure de l'activité du ^{56}Mn . Ce rapport contient une analyse des résultats obtenus au Bureau International et dans neuf autres laboratoires, une description des méthodes, et une discussion des erreurs.

« Le Bureau International a tourné ensuite son attention vers le comptage des neutrons rapides qu'il pouvait produire avec le petit accélérateur (150 keV) disponible, en utilisant la réaction $\text{D}(d, n)^3\text{He}$. Cette réaction s'accompagne de l'émission de neutrons relativement monocinétiques, d'énergie 2,5 MeV, et de l'émission simultanée de particules chargées électriquement ^3He . On mesure le débit de fluence des neutrons ainsi produits, et l'on met à profit la particule chargée associée pour un contrôle. Jusqu'à présent, il subsiste un désaccord de 2 à 3 pour cent.

« Parmi les détecteurs de neutrons étudiés, on en a trouvé qui sont assez peu affectés par les variations de température, qui sont insensibles au rayonnement γ , et qui pourraient servir à des comparaisons internationales portant sur la mesure du débit de fluence de neutrons rapides monocinétiques.

COMITÉS CONSULTATIFS

« Le Bureau International est le centre d'organisation d'un certain nombre d'autres travaux décidés par le Comité International, après accord des représentants des laboratoires réunis en Comités Consultatifs, par exemple :

- mesures comparatives de la capacité électrique de condensateurs étalons au mica de 0,1 μF et de condensateurs étalons de 10 pF;
- mesures comparatives dans le domaine des radiofréquences, en particulier de puissance; ce programme est établi en liaison avec l'Union Radioscientifique Internationale;
- mesures comparatives du débit de fluence de neutrons thermiques dans les empilements modérateurs étalons;
- mesures radiométriques portant sur le rayonnement de lampes à incandescence;
- mesures thermométriques diverses.

« Les Comités Consultatifs jouent un rôle essentiel dans la préparation des projets de Résolutions que le Comité International présente à la Conférence Générale. La réunion du Comité Consultatif pour la Définition de la Seconde en juillet 1967 a été nécessaire pour que tous les spécialistes intéressés parviennent à un accord unanime. D'autres Comités Consultatifs se sont réunis : Électricité, Photométrie, Thermométrie, Unités; ainsi que des Groupes de travail du Comité Consultatif pour les Étalons de Mesure des Radiations Ionisantes et du Comité Consultatif de Photométrie. Le personnel du Bureau International participe à l'organisation de ces réunions et à leurs discussions.

COMITÉ INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES

« Le Comité International des Poids et Mesures a le devoir de coordonner les recherches concernant : 1° l'amélioration des étalons de base; 2° le maintien de l'uniformité mondiale des mesures; 3° les conventions de définition des grandeurs et des unités. Pour cette tâche, il est nécessaire de maintenir une liaison étroite entre le Bureau International, les grands laboratoires nationaux, et plusieurs organisations internationales. Cette liaison est assurée en grande partie par le personnel supérieur et le directeur du Bureau International, qui doivent avoir des compétences excédant largement les domaines métrologiques des travaux internes du Bureau International; le Comité International doit donc veiller à maintenir au Bureau un personnel de niveau suffisamment élevé, et l'inciter à de nombreux voyages. Il faut aussi que les membres du Comité International soient les personnalités les mieux préparées à cette tâche de coordination mondiale au niveau le plus élevé de la métrologie, et que le Comité International s'entoure des meilleures compétences lorsqu'il décide de la création et de la composition des Comités Consultatifs. Ce sont là de lourdes responsabilités, le Comité International en a conscience et il est prêt à les assumer.

PUBLICATIONS DU BUREAU INTERNATIONAL

« Je rappelle tout d'abord que la revue *Metrologia*, éditée sous les auspices du Comité International, est un complément important à la documentation métrologique publiée par le Bureau International.

« Voici la liste des publications du Bureau International depuis octobre 1964 :

- *Comptes rendus des Séances de la Douzième Conférence Générale* (1964);
- *Procès-Verbaux des séances du Comité International des Poids et Mesures* : tomes 32 (53^e session, 1964), 33 (54^e session, 1965) et 34 (55^e session, 1966);
- *Comité Consultatif d'Électricité*, 11^e session (1965), avec 18 annexes;
- *Comité Consultatif de Photométrie*, 6^e session (1965), avec 10 annexes;
- *Comité Consultatif de Thermométrie*, 7^e session (1964), avec 19 annexes;
- *Comité Consultatif pour la Définition de la Seconde*, 3^e session (1963), avec 11 annexes;
- *Comité Consultatif pour les Étalons de Mesure des Radiations Ionisantes*, 5^e session (1964), avec 5 annexes.

Les comptes rendus de deux autres Comités Consultatifs (Unités, 1^{re} session, 1967; Définition de la Seconde, 4^e session, 1967) sont en cours d'impression.

— Trois Rapports multicopiés sur les résultats de comparaisons internationales dans le domaine des radiations ionisantes [source de neutrons Ra-Be (α, n); solutions de radio-nucléides].

Dans la collection des *Travaux et Mémoires du Bureau International*, tome 22 :

— fascicule 3 : « Kilogrammes prototypes », par A. Bonhoure (1966).

« Ce fascicule termine le tome 22 des *Travaux et Mémoires* et marque la fin de cette collection dont le Comité International a décidé, dans sa session d'octobre 1966, de ne plus poursuivre la publication. Il est prévu que les travaux du Bureau International (rapports multicopiés, articles publiés dans *Metrologia* et dans d'autres revues) seront

à l'avenir tirés à part et rassemblés périodiquement pour constituer un « Recueil de Travaux du B. I. P. M. » qui prendra la suite de la collection arrêtée.

« Le personnel a en outre publié dans diverses revues et dans des ouvrages scientifiques 32 articles sur des travaux effectués au Bureau International ou en relation avec ceux-ci. »

Aucune observation n'est faite sur ce Rapport.

Mr TERRIEN (Bureau International) indique que parmi les documents déjà envoyés aux États et qui ont été distribués aux délégués :

- Convocation de décembre 1966 (p. 11);
- Programme de travail et budget du Bureau International des Poids et Mesures dans les quatre années 1969-1972;
- 1^{er} Complément (mai 1967) (p. 18) et 2^e Complément (août 1967) (p. 23) à la Convocation de décembre 1966,

ces deux derniers documents ont perdu une partie de leur intérêt, le Comité International ayant retiré les projets de résolutions A et F et modifié certains autres projets. Les nouvelles propositions du Comité International (projets de résolutions B 1 à E 1, G 1 à J 1, K et L) ont été distribuées aux délégués en cours de séance.

La séance est levée à 17 h.

*
* *

A 18 h, les délégués ont assisté à une réception offerte par le Ministre des Affaires Étrangères dans les salons du Centre de Conférences Internationales.

VISITE DU BUREAU INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES ET DU CAVEAU DES PROTOTYPES MÉTRIQUES

MERCREDI 11 OCTOBRE 1967, A 15 h

La visite des laboratoires du Bureau International, au Pavillon de Breteuil à Sèvres, a permis aux délégués de s'informer des travaux en cours et de voir les installations et appareils récents, en particulier :

— les derniers perfectionnements apportés à l'installation pour la détermination absolue de l'accélération due à la pesanteur; les premiers résultats de la mesure de g ont été obtenus en juin 1967;

— les améliorations apportées au comparateur photoélectrique et interférentiel qui est maintenant utilisé pour de nombreuses mesures d'étalons à traits et d'étalons à bouts par comparaison à la radiation étalon primaire;

— l'installation pour la mesure interférentielle des fils géodésiques de 24 m;

— le manobaromètre interférentiel qui a été mis en service en 1966;

— protection thermique de la balance Rueprecht N° 1 et mesure de la température à l'aide de thermocouples différentiels;

— ponts de mesure pour la comparaison d'étalons de capacité électrique de faible valeur; perfectionnements apportés aux installations pour la mesure en courant continu des étalons de résistance et de force électromotrice;

— la rénovation de la salle de photométrie;

— l'installation pour la détermination pyrométrique du point de congélation de l'or; four pour la comparaison de thermocouples au thermomètre à résistance à 630 °C;

— dans les laboratoires de la section des radiations ionisantes : château de plomb contenant une source intense de ^{60}Co pour mesures d'exposition et pour spectrométrie γ ; calorimètre pour la mesure de l'énergie totale dissipée par une source de ^{60}Co ; installation pour la mesure automatique de l'exposition produite par les rayons X mous; électro-aimant pour la

spectrométrie absolue α ; source de neutrons produits par la réaction $D(d, n) {}^3\text{He}$ avec analyseur du faisceau des deutons.

Après cette visite et celle du caveau des Prototypes métriques, une réception a été offerte aux délégués par le Président du Comité International des Poids et Mesures et le Directeur du Bureau International dans la salle de conférences du Pavillon de Breteuil.

PROCÈS-VERBAL DE LA VISITE DU DÉPÔT DES PROTOTYPES MÉTRIQUES

Le 11 octobre 1967, à 16 h, en présence des Délégués de la Treizième 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 Mr P. DURYE 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 qui contient les Prototypes, on a constaté dans ce dernier leur présence et celle de leurs témoins.

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

Température actuelle.....	20,1 °C
» maximale.....	24,6
» minimale.....	18,8
État hygrométrique.....	76 %

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

Le Directeur du Bureau,

J. TERRIEN

Le Président du Comité,

L. E. HOWLETT

*Le Conservateur en Chef
chargé du Secrétariat général
des Archives de France,*

P. DURYE

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 JEUDI 12 OCTOBRE 1967, A 15 h

Présidence de Mr P.-P. GRASSÉ,

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

Le PRÉSIDENT donne la parole à Mr DE BOER, secrétaire de la Conférence, pour la lecture du procès-verbal abrégé de la première séance; ce résumé ne donne lieu à aucune observation.

7. Programme des travaux futurs du Bureau International

Ce point de l'ordre du jour a été exposé dans un document intitulé « Programme de travail et budget du Bureau International des Poids et Mesures dans les quatre années 1969-1972 » qui donne une description détaillée du programme de travail proposé par le Comité International. Ce document, qui était annexé à la Convocation de décembre 1966 envoyée aux États membres de la Convention du Mètre et qui avait été distribué aux délégués à la première séance, n'a donné lieu à aucune observation par écrit avant la Conférence. Sur la demande du PRÉSIDENT, aucune objection n'est soulevée en séance sur ce document.

8. Dotation annuelle du Bureau International pour la période 1969-1972

Le secrétaire du Comité International, Mr DE BOER, expose les propositions du Comité International sur cette question en se référant aux considérations qui figurent au point 8 de la Convocation (*voir* p. 13). Le Comité International a estimé que pendant la période 1969-1972 une augmentation totale de 14 pour cent chaque année de la dotation du

Bureau International était le minimum nécessaire pour réaliser le programme décrit dans le document mentionné au point 7 ci-dessus, c'est-à-dire pour faire progresser le Bureau International et pour continuer le redressement, commencé en 1965, des activités classiques.

En conséquence, le projet de résolution suivant est soumis à l'approbation de la Conférence :

Projet de résolution

La Treizième Conférence Générale des Poids et Mesures,

ayant considéré la proposition du Comité International des Poids et Mesures dûment notifiée à l'avance aux Gouvernements conformément à l'article 6, paragraphe 5, du Règlement annexé à la Convention du Mètre de 1875, modifiée en 1921,

décide après un vote sans avis contraire, d'accroître la partie fixe de la dotation annuelle à partir du 1^{er} janvier 1969, par rapport à ce qu'elle était avant le 1^{er} octobre 1967, de façon que l'ensemble de la partie fixe et de la partie complémentaire calculée à cette dernière date soit porté aux valeurs suivantes :

en 1969.....	2 000 000	francs-or
1970.....	2 290 000	
1971.....	2 620 000	
1972.....	2 990 000	

Mr NOVIKOV (U. R. S. S.) déclare que tout en étant en faveur du programme de développement scientifique du Bureau International pour les années 1969-1972, il trouve néanmoins les augmentations proposées excessives. La 12^e Conférence Générale a déjà voté en 1964 des augmentations importantes, justifiées à l'époque par la création des nouveaux laboratoires de la section des radiations ionisantes: ces laboratoires étant maintenant achevés et en fonctionnement, il ne voit pas la nécessité d'augmenter la dotation du Bureau International suivant le rythme proposé.

Il estime qu'il faut tenir compte aussi du développement des organismes nationaux de métrologie et que le Bureau International devrait, par une meilleure coordination de ses travaux, chercher à utiliser les ressources que peuvent offrir ces organismes nationaux.

Les augmentations concernant les salaires apparaissent par ailleurs trop fortes et non justifiées.

Les propositions du Comité International étant inacceptables, il est nécessaire qu'elles soient sérieusement réexaminées et en tenant compte de l'aide que le Bureau International pourrait recevoir des organismes nationaux de métrologie pour l'exécution de son programme de développement.

Mr DUNWORTH (Royaume-Uni) intervient, non seulement comme délégué et membre du Comité International, mais aussi comme directeur d'un grand laboratoire national de métrologie, le National Physical Labo-

ratory de Teddington, pour indiquer que les augmentations demandées sont raisonnables et justifiées. Pour maintenir ce laboratoire à son niveau actuel de personnel et de travail, une augmentation annuelle de 8 pour cent du budget est nécessaire; pour le développement des travaux métrologiques majeurs il faut prévoir une augmentation supplémentaire de 4 pour cent, soit au total 12 pour cent. Compte tenu de l'inflation, une augmentation totale de 15 pour cent par an est finalement considérée nécessaire pour le budget du National Physical Laboratory, ce qui rejoint les estimations faites en ce qui concerne le Bureau International.

Mr DEL CARRIL (Argentine) ne pense pas qu'il faille tenir compte du facteur inflation puisque l'on parle uniquement de francs-or.

Mr DE BOER répond en expliquant que le Comité International a bien fait ses calculs avec le franc-or tel qu'il est défini, c'est-à-dire par référence au dollar. Dans ces conditions, l'augmentation prévue pour les salaires est due en partie aux avancements du personnel et en partie à la hausse des prix en France; pour les investissements, tout remplacement d'appareil coûte plus cher que le précédent. L'augmentation globale de 14 pour cent est donc parfaitement justifiée.

La Délégation de la Pologne estime aussi que l'augmentation demandée est trop forte. Tout en acceptant le principe d'une augmentation de la dotation du Bureau International, elle considère que cette augmentation ne devrait pas dépasser celle du revenu national des États contractants (pour la Pologne 5 pour cent). Il est nécessaire de réexaminer le budget et le programme des activités futures du Bureau International en profitant des travaux des organismes nationaux de métrologie.

La Délégation de la Tchécoslovaquie considère également que l'augmentation proposée est disproportionnée par rapport aux cotisations des autres organisations internationales calculées sur la base des coefficients de l'Organisation des Nations Unies. Une augmentation de 5 à 7 pour cent par an serait normale et suffisante. Un nouvel examen de la situation devrait permettre de trouver les moyens pour améliorer les conditions de fonctionnement et de développement du Bureau International.

Mr HENDERSON (Canada) remarque que la comparaison avec d'autres organisations n'est pas entièrement justifiée. Par exemple, le Comité International a décidé de confier au Bureau International l'organisation de comparaisons internationales dans le domaine des hautes fréquences; il y aurait avantage à ce que le Bureau International n'agisse pas simplement comme un organisme de secrétariat, mais qu'il effectue aussi des mesures pour lesquelles on aura besoin d'appareils modernes et coûteux.

Cet exemple, parmi d'autres, est une des raisons d'appuyer l'augmentation demandée par le Comité International.

La Délégation de la Roumanie approuve l'intention du Bureau International d'étendre ses travaux scientifiques et métrologiques, mais souhaite que cela s'effectue dans le cadre d'une coordination internationale avec les travaux des autres laboratoires nationaux.

En examinant le document « Programme de travail et budget du B. I. P. M. » on constate que les augmentations concernent plus les dépenses de personnel que celles des investissements dont dépend le développement du Bureau International. La question du personnel — fonction du développement des laboratoires et non des services annexes — et des salaires est à reconsidérer. Pour ces raisons, la Délégation roumaine se range à l'avis de l'U. R. S. S. et de la Pologne que l'augmentation demandée devrait être d'environ 5 pour cent par an.

Constatant que l'on critique surtout les traitements du personnel, Mr HOWLETT attire l'attention sur les difficultés rencontrées pour obtenir un personnel scientifique hautement qualifié. La concurrence avec les autres laboratoires européens est très vive et si le Bureau International veut conserver un personnel compétent il faut offrir à ce personnel des traitements comparables à ce qu'il peut trouver en Europe et en Amérique du Nord, sinon nous perdrons nos meilleurs éléments.

Quant aux investissements, il nous faut les développer si nous voulons faire progresser la métrologie et retenir au Bureau International un groupe de chercheurs et de physiciens compétents en leur donnant les moyens de poursuivre leurs recherches, et non pas simplement celui de noircir du papier.

Le niveau des traitements du personnel n'est pas en notre pouvoir. Bien que le Bureau International soit un organisme très petit, il lui faut suivre l'exemple des autres grands laboratoires européens.

Mr HONTI (Hongrie) accepte le point de vue d'une augmentation du coût de la vie et des salaires, mais les autorités de son pays constatent que l'augmentation proposée pour la dotation est excessive en la comparant avec les augmentations accordées aux autres organisations internationales. L'accroissement des dépenses est à peu près le même dans les autres organisations et il estime qu'une augmentation de la dotation du Bureau International de 7 à 10 pour cent par an serait plus conforme à la réalité.

Mr HOWLETT constate qu'il est facile de dire que les traitements du personnel sont trop élevés, mais il faut savoir ce que l'on veut. Il est raisonnable de penser que les salaires du personnel scientifique supérieur

du Bureau International soient comparables à ceux des professeurs d'État français. Désirons-nous que le Bureau International devienne un laboratoire de qualité inférieure ou qu'il soit au contraire un laboratoire possédant un niveau comparable à celui des grands laboratoires nationaux dans des domaines choisis ? Pour cela il nous faut maintenir un groupe de scientifiques de haute valeur et non simplement de bureaucrates ; par exemple, lors des sessions des Comités Consultatifs, le Bureau doit participer aux discussions scientifiques avec les représentants des grands laboratoires nationaux.

A ce point de la discussion nous nous trouvons devant une situation critique à la suite des objections formulées par quelques délégations sur le projet de résolution présenté par le Comité International (p. 48). Si ce projet est repoussé, même par une seule voix, la dotation annuelle du Bureau International serait maintenue à son niveau actuel. Avant de procéder à un vote définitif, il serait donc utile de connaître quelles sont les délégations qui se déclarent opposées à ce projet.

Cette consultation indique 8 votes contre (Bulgarie, Hongrie, Pologne, Portugal, Roumanie, Tchécoslovaquie, U. R. S. S., Yougoslavie).

Mr DE BOER rappelle alors que le Comité International et le Bureau International ont pris soin de donner dans le document « Programme de travail et budget du B. I. P. M. » toutes les informations sur le développement du Bureau International. Si certaines délégations, contrairement à ce qu'il ressort de l'examen du point 7 (p. 47), ne sont pas d'accord sur ce programme, c'est à elles d'indiquer sur quels points les propositions du Comité International n'ont pas leur assentiment, et de faire de nouvelles propositions.

Il propose en conséquence la nomination d'une petite commission pour trouver une solution aux difficultés qui se présentent.

Mr DEBIESSÉ (France) appuie cette proposition et ajoute que les crédits demandés sont normaux et même modestes. Dans les grands centres de recherches, un agent moyen coûte de 14 000 à 20 000 dollars U. S. ; on rejoint ainsi les propositions du Comité International. Constatant que les travaux du Bureau International n'auraient plus d'intérêt s'ils ne se situaient pas à la pointe des progrès de la métrologie, il lance un appel aux délégations des pays qui manifestent leur opposition à la proposition du Comité International.

Avec l'approbation de la Conférence Générale, cette « Commission *ad hoc* » est constituée avec la participation des représentants de huit délégations : MM. de Alcantara Carreira, Astin, Dunworth, Ghita, Girard, Kersten, Novikov, Ostrowski.

A 16 h, le PRÉSIDENT propose une suspension de séance pour la réunion de la Commission *ad hoc*.

A la reprise de la séance, à 18 h 5 m, Mr HOWLETT indique qu'aucune solution n'a pu être obtenue jusqu'à ce moment au sein de la Commission *ad hoc* qui se réunira de nouveau demain matin.

La séance est ensuite levée à 18 h 10 m.

* * *

A 19 h, les délégués ont été invités, dans les locaux de l'Ambassade des États-Unis, à une réception offerte par MM. Astin, Chef de la Délégation américaine, et Piret, Attaché scientifique, réception dont la date coïncidait avec le 475^e anniversaire de la découverte de l'Amérique par Christophe Colomb.

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 VENDREDI 13 OCTOBRE 1967, A 15 h 10 m

En l'absence du président P.-P. Grassé excusé, Mr Howlett assume la présidence de la séance.

Le secrétaire, Mr DE BOER, donne lecture du procès-verbal abrégé de la deuxième séance.

La Délégation de la Pologne fait remarquer que dans ce procès-verbal figure le nom « Allemagne » au lieu de « République Fédérale Allemande » et demande qu'une rectification soit faite.

Mr DE BOER répond qu'il ne faut pas attacher d'importance à la rédaction des procès-verbaux abrégés qui sont préparés seulement pour l'utilité immédiate.

8. Dotation annuelle du Bureau International pour la période 1969-1972 (suite)

Mr HOWLETT indique que le Comité International et la Commission *ad hoc* se sont réunis ce matin. Dans un esprit de conciliation, les Délégations qui s'étaient déclarées opposées, dans la deuxième séance, au projet de résolution présenté par le Comité International, accepteraient de s'abstenir lors du vote définitif sur ce projet. Le vote de la dotation du Bureau International pourrait ainsi être obtenu sans avis contraire, les abstentions de certaines Délégations indiquant que celles-ci maintiennent en principe leurs objections contre l'augmentation proposée.

Au cours de ces réunions des propositions ont été présentées par l'U. R. S. S. concernant l'extension du programme du Bureau International dans les domaines de la métrologie fondamentale et sur la politique suivie par le Comité International et le Bureau International dans cette

voie. Les participants sont tombés d'accord pour que ces propositions soient examinées et discutées, si nécessaire lors d'une réunion exceptionnelle du Comité International.

Mr HOWLETT propose alors de passer à un vote préliminaire sur le projet de résolution du Comité International afin de voir si un vote sans avis contraire peut être obtenu.

La Délégation de la Pologne intervient pour préciser qu'elle maintient le point de vue qu'elle a exprimé à la deuxième séance : l'augmentation proposée ne devrait pas, en ce qui concerne la Pologne, être supérieure à l'accroissement de son revenu national, soit 5 pour cent par an. Elle ne s'oppose pas à ce que le Comité International recherche, en consultation avec les pays intéressés, d'autres moyens de financement. Sur l'augmentation proposée de 14 pour cent, la Pologne s'abstiendra.

Mr NOVIKOV réaffirme la position de l'U. R. S. S. à l'égard de la poursuite des activités métrologiques du Bureau International. Plusieurs voies s'offrent pour assurer ce développement; celle de l'augmentation des contributions des États n'est pas le meilleur moyen; c'est une voie banale qui n'aboutit pas au but recherché. Il nous faut trouver de nouvelles voies conformément aux décisions choisies et au mandat qui est le nôtre, par exemple renforcer les liens entre le Bureau International et les organismes nationaux en transmettant à ces derniers une partie de la tâche confiée au Bureau International, ou alors que les travaux demandés au Bureau International soient effectués contre paiement d'une taxe d'établissement. Mr NOVIKOV se demande si le Bureau International utilise aussi toutes les possibilités des organismes nationaux de métrologie afin d'économiser son temps et ses efforts pour augmenter l'efficacité de ses travaux de recherches à l'aide d'un matériel moderne.

Mr NOVIKOV estime que ces considérations sont fondées sur la réalité des faits. Si l'on choisit la bonne direction des efforts à accomplir on doit pouvoir trouver la solution, mais non pas la plus banale, celle qui consiste à augmenter les contributions des États. Il ne faut pas transformer le Bureau International en un organisme qui monopolise les travaux de métrologie, et la liaison avec les laboratoires nationaux est indispensable pour établir un programme. Une consultation avec tous les États devrait permettre d'autre part de trouver les possibilités de financement.

En conclusion, l'U. R. S. S. ne peut accepter l'augmentation de 14 pour cent et s'abstiendra dans le vote.

Le vote préliminaire sur le projet de résolution du Comité International (p. 48) donne les résultats suivants : en faveur 21 (avec les réserves de l'Argentine, du Brésil et de la Suisse); abstentions : 12 (Bulgarie,

Espagne, Hongrie, Inde, Indonésie, Pologne, Portugal, Roumanie, Tchécoslovaquie, Thaïlande, U. R. S. S., Yougoslavie).

Ce vote préliminaire n'ayant pas montré d'avis contraires, le PRÉSIDENT propose alors de procéder au vote définitif.

Mr Novikov demande le sens exact que l'on donne à « abstention » dans le vote préliminaire. Pour l'U. R. S. S. l'abstention ne donne pas la possibilité d'adopter l'augmentation de 14 pour cent; si les abstentions sont comptées comme des votes « pour », l'U. R. S. S. votera alors « contre ».

La Délégation de la Tchécoslovaquie partage ce point de vue. Elle s'en tient à une augmentation ne dépassant pas 7 pour cent, ordre de grandeur de l'augmentation du budget des autres organisations internationales et qui devrait permettre d'assurer le programme du Bureau International. La Tchécoslovaquie votera donc contre toute proposition supérieure à ce chiffre.

Mr DE BOER fait remarquer que l'augmentation du budget des organisations internationales ne peut être la même pour toutes les organisations; cela dépend du pays où ces organisations ont leur siège. Une autre objection sérieuse contre les 5 à 7 pour cent est que le Bureau International n'est pas simplement un organisme administratif, mais qu'il possède des laboratoires de physique et de métrologie pour lesquels des crédits de fonctionnement plus élevés sont nécessaires. Par exemple à l'Organisation Européenne pour la Recherche Nucléaire (C. E. R. N.) à Genève ou à l'Institut pour la Recherche Nucléaire à Dubna, l'augmentation annuelle est de beaucoup supérieure à 5 pour cent. Une augmentation de l'ordre de 5 pour cent ne suffirait pas pour assurer le fonctionnement et l'équipement des laboratoires du Bureau International.

Mr Novikov considère que deux propositions sont en présence; il estime qu'il serait raisonnable que l'on présente le projet du Comité International (augmentation de 14 pour cent), puis la proposition d'augmentation de 5 à 7 pour cent en chargeant le Comité International de l'étude de moyens de financement supplémentaires.

MM. HOWLETT et DE BOER constatent avec regret que l'accord obtenu ce matin au sein de la Commission *ad hoc* se trouve pratiquement rompu. Le Bureau International doit être soutenu par les moyens traditionnels, c'est-à-dire avec un budget normal; on recherchera ensuite d'autres solutions si nécessaire, mais elles ne peuvent être improvisées. La Commission *ad hoc* doit se réunir de nouveau et toutes les Délégations opposées au projet du Comité International sont priées d'assister à la réunion.

La Délégation de la Tchécoslovaquie précise sa position : son abstention dans le vote préliminaire du projet du Comité International ne doit pas être considérée comme un vote favorable. Les objections à l'augmentation proposée se fondent sur la comparaison des budgets des organisations scientifiques et non pas seulement administratives.

Mr GIRARD (France) est surpris de la situation dans laquelle se trouve la Conférence. Le Bureau International fonctionne sur la base d'une convention internationale; le comparer à d'autres organisations internationales n'a pas un caractère de pertinence. L'augmentation du budget des organisations spécialisées, avec leurs programmes particuliers, dépasse sûrement 5 pour cent par an. Si certains États membres de la Convention du Mètre ne désirent pas contribuer au fonctionnement du Bureau International, il est alors inutile de perdre son temps.

Le Comité International — dont certains membres appartiennent à des pays opposants — a présenté un projet de budget; la Commission *ad hoc* a entériné ces propositions après des discussions au cours desquelles les pays opposants ont fait preuve d'un esprit de conciliation en décidant de s'abstenir afin de ne pas paralyser le fonctionnement du Bureau International. La situation est donc claire : la dotation du Bureau International devant être adoptée sans avis contraire, certaines Délégations s'abstiennent parce qu'elles estiment que l'augmentation proposée n'est pas jugée conforme à leur position.

Mr GIRARD ne voit pas d'autre signification à donner au vote préliminaire qui vient d'avoir lieu. Si cette solution est adoptée, le Comité International aurait à tenir compte des objections formulées pour infléchir ses activités dans le sens de la coopération souhaitée avec les organisations nationales.

Mr NOVIKOV n'accepte pas que l'on puisse extrapoler les résultats de ce vote préliminaire pour le vote définitif. Le Comité International a reconnu que les contributions des États membres ne sont pas les seules sources de financement possibles. Nous estimons que le Bureau International doit pouvoir poursuivre et développer ses activités en limitant l'augmentation de son budget à 5 pour cent pour les États, et en recherchant d'autres solutions. Il faudrait, par exemple, examiner la possibilité d'utiliser dans les laboratoires du Bureau International des installations et des équipements spéciaux qui pourraient être mis à sa disposition par les laboratoires métrologiques nationaux, ce qui contribuerait à une exécution plus rapide des recherches métrologiques au Bureau International et élèverait le niveau de ces recherches grâce à l'utilisation de ces installations étrangères. Cela favoriserait aussi l'échange d'expérience et le progrès de la métrologie sur le plan international, et le Bureau International devien-

drait ainsi un véritable centre international pour la recherche métrologique. Le Bureau International pourrait aussi trouver des ressources supplémentaires en effectuant certains travaux demandés par des pays ou des organisations contre paiement de taxes d'étude. Toutes ces questions seraient à étudier par le Comité International.

La Délégation de l'U. R. S. S. soumet donc cette seconde proposition, car elle est persuadée que d'autres pays aideront aussi à trouver une solution pour soulager le Bureau International de l'achat d'appareils et de matériels de laboratoire. Nous voulons développer le Bureau International, mais l'expérience montre que l'augmentation continue des contributions n'est pas la meilleure solution.

MR DUNWORTH (Royaume-Uni) appuie l'intervention de la Délégation française; il pensait aussi qu'un accord était intervenu ce matin, les abstentions devant attirer l'attention du Comité International sur la nécessité d'étudier les contre-propositions présentées.

MR RUDBERG (Suède) remarque que les Délégations qui avaient des objections à formuler ayant expliqué leur position et décidé de s'abstenir dans le vote, elles auraient satisfaction si leurs objections sont mentionnées dans les comptes rendus de la Conférence.

MR NOVIKOV répète qu'il ne peut considérer le résultat du vote préliminaire indicatif comme représentant quelque chose de définitif. Ayant demandé à la Commission *ad hoc* si l'abstention pouvait vouloir dire « non », on m'a répondu que ce serait interprété ainsi et que le Comité International réexaminerait la question. Si notre abstention est interprétée comme une approbation de la dotation du Bureau International, alors l'U. R. S. S. votera contre.

MR HOWLETT donne lecture d'un extrait de l'article 6 du Règlement annexé à la Convention du Mètre concernant le vote de la dotation du Bureau International : « La décision sera valable seulement dans le cas où aucun des États contractants n'aura exprimé, ou n'exprimera, dans la Conférence, un avis contraire ». Il peut donc y avoir des abstentions et des explications de vote qui sont portées aux comptes rendus.

La Délégation de la Pologne estime qu'il existe un malentendu : son abstention signifie que l'augmentation de la contribution de la Pologne ne doit pas dépasser 5 pour cent. Avec les explications qui viennent d'être données, la Pologne votera contre.

La Délégation de la Roumanie indique que son « abstention » ne doit pas être interprétée comme un vote contre; elle ne désire donc pas participer à la prochaine réunion de la Commission *ad hoc*.

A ce stade de la discussion, Mr HOWLETT constate qu'un accord complet n'est pas encore obtenu et propose de reprendre l'examen de ce point de l'ordre du jour à la prochaine séance (*voir* p. 67), une nouvelle réunion de la Commission *ad hoc* étant fixée samedi matin à 10 h.

9. Changement de la définition de la seconde

Mr BARRELL, président du *Comité Consultatif pour la Définition de la Seconde*, présente le rapport suivant :

« A la troisième session du Comité Consultatif pour la Définition de la Seconde, tenue en décembre 1963, il n'avait pas été possible d'obtenir l'unanimité sur la question d'une nouvelle définition de la seconde fondée sur une transition quantique spécifiée. En conséquence, le Comité International obtint de la 12^e Conférence Générale (1964) l'approbation de la Résolution 5 qui maintenait la définition astronomique de la seconde pour le moment, mais habilitait le Comité International à désigner un étalon atomique ou moléculaire de fréquence à employer provisoirement dans les mesures de précision de fréquence et de temps. Le Comité International désigna alors l'étalon à césium avec la valeur $9\,192\,631\,770$ hertz, représentant la fréquence correspondant à une transition hyperfine spécifiée de l'atome de césium 133 exprimée en seconde des éphémérides.

« Ainsi donc la seconde conservait-elle une définition astronomique, alors que toutes les mesures de précision de temps et de fréquence en physique, ou dans les applications pratiques, sont fondées sur une transition quantique du césium. C'est un état de choses qui ne doit pas être prolongé au-delà de ce qui est absolument nécessaire.

« En septembre 1966 j'ai assisté, avec quelques membres du Comité Consultatif, aux discussions sur les étalons atomiques de temps, organisées par la Commission 1 de l'U.R.S.I. à l'occasion de l'Assemblée Générale de l'Union Radioscopique Internationale à Munich. Ce fut une excellente occasion de consulter les experts internationaux en mesures de temps et de fréquence et de voir se confirmer l'opinion générale tendant à recommander une nouvelle définition de la seconde fondée sur une transition quantique spécifiée.

« En conséquence le Comité International, à sa session d'octobre 1966, a accepté la proposition que le problème pourrait être réglé par correspondance parmi les membres du Comité Consultatif. La première consultation par correspondance a été faite en novembre et décembre 1966 et la deuxième en janvier et février 1967.

« Il est néanmoins apparu que ces délibérations sur la définition d'une unité de base du Système International aussi importante que l'unité de temps, quoiqu'elles aient révélé l'accord à peu près unanime en faveur d'une définition atomique de la seconde, devraient être complétées par une réunion d'information mutuelle et de discussions verbales.

« Le Comité Consultatif a donc tenu sa quatrième session les 12 et 13 juillet 1967. Les sujets principaux des discussions étaient :

- 1° le progrès des étalons atomiques depuis la session de 1963;
- 2° les conditions générales d'un changement de définition de la seconde;
- 3° les influences des concepts de la théorie de la relativité sur la rédaction d'une définition atomique de la seconde.

« De la discussion du point 1°, il est apparu que l'existence de nombreux appareils de type commercial permet d'avoir une vue statistique de la précision actuellement garantie, estimée à quelques 10^{-12} pour l'étalon à césium; le Comité Consultatif a donc décidé de confirmer le choix du césium 133 comme étalon. En ce qui concerne la continuité avec la définition actuelle (point 2°) le Comité Consultatif a examiné divers aspects du problème, en particulier les déterminations récentes du rapport entre la seconde atomique et la seconde des éphémérides. Il a été décidé de conserver, pour la fréquence de la transition du césium, la valeur $9\,192\,631\,770$ hertz précédemment choisie. Sur le point 3°, il a été reconnu qu'une définition atomique de la seconde pouvait être formulée d'une façon compatible avec les théories relativistes.

« Dans le Rapport de sa quatrième session, le Comité Consultatif a fait une Déclaration qui est un résumé des considérations conduisant à la Recommandation présentée au Comité International que le moment est venu de remplacer la définition de l'unité de temps du Système International d'Unités actuellement en vigueur, par une définition atomique fondée sur l'étalon à césium désigné par le Comité International à sa session de 1964.

« Pour terminer, je voudrais remercier les physiciens et les astronomes éminents qui ont contribué aux travaux du Comité Consultatif au nombre desquels était l'ancien président du Comité Consultatif, le regretté A. Danjon que nous avons eu le malheur de perdre au début de 1967.

En conclusion de cet exposé, le Comité International soumet à l'approbation de la Conférence Générale les deux projets de résolutions J 1 et K :

Projet de résolution J 1

[Texte du projet J (p. 23) modifié par le Comité International]

La Treizième Conférence

considérant

que la définition de la seconde

qu'à sa session de 1964

que cet étalon de fréquence

que le moment est venu de remplacer

décide

1° L'unité de temps

« La seconde est la durée

2° La Résolution 1 adoptée par le Comité International des Poids et Mesures à sa session de 1956 et la Résolution 9 de la Onzième Conférence Générale des Poids et Mesures sont abrogées.

Projet de résolution K

(Voir le texte p. 23)

La Délégation de la Pologne constate qu'on a déjà changé la définition de la seconde il y a onze ans pour la fonder sur un phénomène astronomique et le temps des Éphémérides. L'universalité de cette unité comme unité de base du SI est un fait important et doit être sauvegardée. L'astronomie conservant la définition actuelle (1956) de la seconde, on va se trouver en présence de deux définitions différentes et le changement proposé risque ainsi de faire perdre l'universalité souhaitée.

Les considérants du projet J 1 précisent sans doute que c'est l'unité de temps du SI qui est en cause, mais il faut considérer cette unité dans son universalité; les systèmes de mesures peuvent changer, mais la seconde doit conserver son sens pur inaltéré.

On note par ailleurs, semble-t-il, une contradiction entre le troisième considérant du projet J 1 : « que cet étalon de fréquence est maintenant suffisamment éprouvé et suffisamment précis... » et le considérant du projet K : « que l'étalon de fréquence à césium est encore perfectible... ».

Pour ces raisons, il paraît sage de reporter tout changement à la 14^e Conférence Générale.

Mr RIVAS MARTINEZ (Espagne) appuie les observations de la Pologne et rappelle qu'il avait déjà attiré l'attention de la 12^e Conférence Générale en 1964 sur le problème de l'établissement d'une échelle de temps à partir d'une unité fondée sur un étalon atomique de fréquence. Il estime donc souhaitable d'attendre la prochaine Conférence Générale pour décider d'un changement.

Mr STILLE indique que d'après les résolutions des Commissions 4 et 31 de l'Union Astronomique Internationale, cette Union s'est déclarée en 1967 en faveur de cette nouvelle définition qui donne la possibilité de vérifier les lois de l'astronomie. La « seconde des Éphémérides » est sans doute une des constantes de l'astronomie, mais elle n'est pas la seule.

Mr BARRELL rappelle que le projet J 1 a été préparé après de larges discussions entre les physiciens et les astronomes au sein du Comité Consultatif pour la Définition de la Seconde. La nouvelle définition proposée permet de disposer d'un étalon plusieurs centaines de fois plus précis et mieux reproductible que celui de la définition actuelle. Quant au projet K il concerne les travaux futurs en vue d'améliorer encore l'étalon à césium, et les recherches sur d'autres étalons susceptibles d'être utilisés.

Le problème de l'établissement d'une échelle de temps, rappelé par Mr Rivas Martinez, concerne les organisations astronomiques. Le Comité International pourra néanmoins être amené à agir comme un organe de coordination pour établir une échelle de temps fondée sur la définition atomique.

La Délégation de la Pologne, après avoir entendu les explications de Mr Barrell, maintient que sa proposition d'ajourner la décision du changement lui semble justifiée.

Mr HENDERSON (Canada) tient à préciser qu'on a déjà montré qu'il est possible, avec cette nouvelle définition, de maintenir une échelle de temps avec une précision de quelques microsecondes et de conserver cette échelle dans les laboratoires avec un accord bien meilleur qu'auparavant.

Le projet de résolution J 1 est finalement adopté avec 2 voix contre (Espagne et Pologne) et le projet K à l'unanimité (*Résolutions* 1 et 2, p. 103).

10. Travaux du Comité Consultatif de Thermométrie. Échelle Internationale Pratique de Température

Mr DE BOER présente le rapport sur l'activité du *Comité Consultatif de Thermométrie* :

« Le Comité Consultatif de Thermométrie, dont la présidence est assurée depuis 1964 par Mr F. G. Brickwedde, a déjà exprimé dans son rapport présenté à la 12^e Conférence Générale la nécessité d'arriver à une nouvelle définition de l'Échelle Internationale Pratique

de Température (E. I. P. T.) dans le domaine des températures au-dessus de 90 °K, couvert par l'Échelle de 1948, valable à présent, et d'une extension de l'Échelle dans la région des basses températures. Il existe d'importants écarts, jusqu'à plus de 1 degré, entre la température thermodynamique et la température définie par l'E. I. P. T. de 1948, dans la région des hautes températures et des écarts plus petits, mais certainement non négligeables, dans les autres régions de température.

« Le Comité Consultatif de Thermométrie a donc poursuivi activement les études nécessaires pour la révision de l'E. I. P. T.

« Les deux Groupes de travail I et II, constitués à la 6^e session du Comité Consultatif de Thermométrie en 1962, se sont réunis à Moscou et à Leningrad du 8 au 14 septembre 1966 sous la présidence de Mr Brickwedde.

« Le Groupe de travail I, ayant pour tâche d'établir une table des différences entre la température thermodynamique et la température internationale pratique définie par l'E. I. P. T. de 1948, et d'étudier l'usage de thermomètres à résistance de platine au-dessus de 630 °C, a comparé le graphique des écarts qu'il avait établi en 1963 (*Procès-Verbaux C. I. P. M.*, **32**, 1964, p. 85) avec les déterminations les plus récentes de la température thermodynamique au thermomètre à gaz, ce qui a donné lieu à de légères corrections et à l'établissement d'une table encore provisoire (voir le rapport de J. Terrien et H. Preston-Thomas sur cette réunion, publié dans *Metrologia*, **3**, 1967, p. 30 et p. 87).

« Le Groupe de travail II a pour tâche d'améliorer l'E. I. P. T. dans la région des basses températures et en particulier aussi de l'étendre au-dessous de 90 °K. Ce Groupe de travail a étudié plus profondément un nouveau projet pour la définition de la température au-dessous de 0 °C, proposé comme projet d'étude par le Comité Consultatif de Thermométrie en 1964. Ce projet, basé sur une table de la résistance réduite (R_t/R_{t_0}) du platine en fonction de la température (Table de référence provisoire CCT-64), a été confirmé après quelques adaptations des valeurs numériques des points fixes à utiliser.

« Le Comité Consultatif de Thermométrie a tenu sa 8^e session à Washington et à Ottawa du 6 au 14 septembre 1967. Pendant cette réunion, le Comité Consultatif a maintenant recommandé d'accepter le principe de la révision de l'E. I. P. T. de façon à la faire concorder le mieux possible avec l'échelle thermodynamique et à l'étendre jusqu'à 13,810 °K. Le Comité Consultatif a accepté les principes et pris les décisions nécessaires pour réaliser ce projet de révision et d'extension de l'E. I. P. T. pendant l'année suivante, et a l'intention de soumettre un projet définitif au Comité International des Poids et Mesures en juin 1968.

« Les principes sur lesquels l'E. I. P. T. révisée et étendue sera fondée sont les suivants :

1° Des valeurs numériques acceptées pour les points triples et les points d'ébullition de l'hydrogène en équilibre, de l'oxygène et de l'eau, et pour les points de congélation du zinc, de l'argent et de l'or.

2° Entre le point triple de l'hydrogène et 273,15 °K, l'E. I. P. T. sera basée sur les principes mentionnés ci-dessus.

3° Entre 0 °C et le point de congélation de l'antimoine, l'E. I. P. T. sera définie d'après une équation comme dans l'E. I. P. T. de 1948; mais cette équation sera modifiée, les constantes étant déterminées par étalonnage au point triple et au point d'ébullition de l'eau et au point de congélation du zinc, le point d'ébullition de l'eau pouvant être remplacé par le point de congélation de l'étain.

4° Entre le point de congélation de l'antimoine et celui de l'or, l'E. I. P. T. sera définie par la même méthode que dans l'E. I. P. T. de 1948, en utilisant toutefois de nouvelles valeurs des points fixes.

5° Au-dessus du point de l'or, l'E. I. P. T. sera définie comme l'E. I. P. T. de 1948, mais avec une nouvelle valeur pour la deuxième constante de rayonnement c_2 .

En conséquence de ces travaux et devant l'urgence de réviser l'E.I.P.T., révision pour laquelle les laboratoires compétents se sont mis d'accord

dans les grandes lignes, la Conférence Générale est saisie d'un projet de résolution (I) donnant au Comité International « le pouvoir de prendre les décisions nécessaires pour que soit mise en vigueur dès que possible une nouvelle Échelle Internationale Pratique de Température. »

Mr MOSER remarque qu'il est en effet de règle que l'on change l'E.I.P.T. lorsque l'on constate des écarts importants entre cette Échelle et l'échelle thermodynamique; ce moment est actuellement venu, car des valeurs incorrectes ne doivent pas être maintenues dans un texte en vigueur, ce qui justifie l'urgence d'une révision de l'Échelle.

Mr RIVAS MARTINEZ (Espagne) souhaite que l'on précise dans le texte révisé de l'E. I. P. T. les points origines des échelles Kelvin et Celsius, car des confusions se produisent.

Le projet de résolution présenté par le Comité International est adopté à l'unanimité (*Résolution 8*, p. 105) ⁽¹⁾.

11. Système International d'Unités

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

« A l'occasion de ce premier rapport sur les travaux du Comité Consultatif des Unités dont la création par le Comité International des Poids et Mesures en 1961 a été annoncée déjà à la dernière Conférence Générale, il me semble utile d'exposer la tâche de ce nouveau Comité Consultatif et de préciser son domaine d'activité parmi celui des autres organisations internationales qui s'occupent des définitions et des unités des grandeurs physiques, de la nomenclature et de la normalisation des symboles de ces grandeurs, et des noms et abréviations symboliques de leurs unités.

« Parmi ces organisations internationales, je mentionne tout d'abord les organisations internationales spécialisées purement scientifiques affiliées au Conseil International des Unions Scientifiques, comme par exemple l'*Union Astronomique Internationale*, l'*Union Internationale de Physique Pure et Appliquée* (U. I. P. P. A.), l'*Union Internationale de Chimie Pure et Appliquée* (U. I. C. P. A.), etc. Chacune de ces Unions Internationales est intéressée dans un domaine spécial des activités du Comité International des Poids et Mesures qui prend toujours soin de consulter ces organisations internationales avant de prendre des décisions qui sont soumises à l'approbation de la Conférence Générale des Poids et Mesures.

« Ainsi, par exemple, les décisions des Conférences Générales concernant l'établissement du Système International d'Unités, depuis la Résolution 6 de la 9^e Conférence Générale des Poids et Mesures en 1948 jusqu'à l'importante Résolution 12 de la 11^e Conférence Générale en 1960, ont été prises en accord complet avec l'U.I.P.P.A. et les milieux techniques intéressés. De même les discussions actuelles concernant la nouvelle définition de la seconde ont lieu au Comité Consultatif pour la Définition de la Seconde dans lequel l'Union Astronomique Internationale et l'Union Radioscopique Internationale sont représentées.

⁽¹⁾ *Note ajoutée aux épreuves* : A la suite de l'adoption de cette Résolution 8, le Comité International a approuvé à sa 57^e session (octobre 1968) le texte de l'« Échelle Internationale Pratique de Température de 1968 » (voir p. A 1).

« Il y a aussi d'autres organisations internationales qui s'intéressent beaucoup aux définitions des grandeurs physiques et de leurs unités et aux problèmes de nomenclature connexes. Je mentionnerai en particulier : le *Comité Technique 12* de l'*Organisation Internationale de Normalisation* (I. S. O./TC 12), les *Comités d'Études 24* et *25* de la *Commission Électrotechnique Internationale* (C. E. I.) et la *Commission Internationale de l'Éclairage* (C. I. E.). En particulier l'I. S. O./TC 12 a fait un travail vraiment remarquable avec l'établissement de la Recommandation R 31 concernant les grandeurs physiques, leurs définitions et leurs unités, Recommandation qui a beaucoup contribué à la diffusion mondiale du Système International d'Unités.

« Ces organisations laissent en général au Comité International des Poids et Mesures et à la Conférence Générale la responsabilité primaire d'établir les définitions des grandeurs physiques de base, de fixer leurs unités et de formuler les règles générales concernant la nomenclature et les symboles des unités, ainsi que la formation des multiples et des sous-multiples des unités et les préfixes. Bien souvent des propositions de ces organisations concernant l'introduction de nouveaux noms d'unités ont été soumises à l'approbation de la Conférence Générale.

« Il y a aussi l'*Organisation Internationale de Métrologie Légale* (O. I. M. L.) qui prend le soin d'étudier les aspects législatifs et qui pour cette raison est intéressée par nos décisions.

« Le Comité International a senti la nécessité de consulter plus régulièrement toutes ces organisations internationales parce que le développement systématique du Système International d'Unités donne lieu à beaucoup de problèmes scientifiques et de normalisation pour lesquels une solution ne peut être obtenue qu'après une étude profonde et une consultation étroite des experts intéressés.

« En conséquence, le Comité International a réuni dans ce Comité Consultatif des Unités des représentants des organisations internationales, ainsi que des experts ou spécialistes, pour recueillir leurs avis et lui faire des propositions.

« Le Comité Consultatif des Unités a tenu sa 1^{re} session du 4 au 7 avril 1967. Les discussions ont montré l'utilité de la création de ce Comité Consultatif représentant un centre international dans lequel des problèmes concernant la nomenclature ou la définition des unités peuvent être discutés, problèmes pour lesquels un accord mutuel entre diverses organisations internationales est indispensable. »

En ce qui concerne l'*unité de température thermodynamique (kelvin)*, les projets de résolutions B 1 et C 1 sont soumis à la Conférence Générale.

Projet de résolution B 1

[Texte du projet B (p. 19) modifié par le Comité International]

La Treizième Conférence

considérant

les noms « degré Kelvin » et « degré », les symboles
que l'unité de température thermodynamique

décide

1° l'unité de température thermodynamique

2° ce même nom

3° un intervalle de température peut aussi s'exprimer en degrés Celsius;

4° les décisions mentionnées au premier considérant concernant le nom de l'unité de température thermodynamique, son symbole et la désignation de l'unité pour exprimer un intervalle ou une différence de température sont abrogées, mais les usages qui sont la conséquence de ces décisions restent admis temporairement.

Projet de résolution C 1

[Texte du projet C (p. 19) en supprimant les mots « plus claire et » dans la première ligne du considérant]

Sur le projet B (p. 19), le Deutsches Amt für Messwesen und Warenprüfung (D. A. M. W.), Berlin, a présenté, par l'intermédiaire de la Délégation de la Tchécoslovaquie, des commentaires qui sont résumés ci-après :

« Le D. A. M. W. est d'avis que le projet B est trop restreint et a besoin d'être clarifié. Nous proposons en conséquence :

a. d'ajouter un troisième considérant ainsi conçu : « que dans l'Échelle Internationale Pratique de Température (édition amendée de 1960, section IV.3) la température thermodynamique Celsius est introduite avec comme unité le degré Celsius, symbole °C »;

b. d'ajouter, aux points 2° et 4°, « ou une différence » après « intervalle »;

c. d'ajouter un point 5° : « Pour l'unité d'intervalle ou de différence de température, le symbole « deg » ne doit plus être employé. (Le symbole « deg » est lu par exemple « degré » en français, « degree » en anglais, « Grad » en allemand, « gradous » en russe, « graad » en néerlandais);

d. de charger le Comité Consultatif des Unités, en collaboration avec le Comité Consultatif de Thermométrie, de préparer les nouvelles propositions à présenter à la prochaine Conférence Générale pour résoudre l'ensemble du problème des unités de température.

« Ces propositions sont motivées par les considérations suivantes :

« Le D. A. M. W. estime en effet qu'il est nécessaire de préciser l'emploi futur de l'unité « degré Celsius », symbole « °C » et sa position par rapport au SI.

« A notre avis, il n'y a qu'une grandeur « température » : c'est celle qui est définie par les principes de la thermodynamique, en particulier par le deuxième principe fondamental. En revanche, la distinction entre l'échelle thermodynamique et l'échelle pratique ne concerne pas les *grandeurs*, mais seulement les *échelles* de température. Cela veut dire qu'il est seulement question de la valeur numérique que l'on attribue à une certaine température.

« Le D. A. M. W. incline à penser que l'on doit comprendre la température Celsius (t) comme une différence de température particulière telle que $t = T - T_0$, avec $T_0 = 273,15$ °K.

« En conséquence, il faut employer l'unité « kelvin » (K) pour exprimer une « température Celsius », comme cela est expressément indiqué au point 2° du projet de résolution B pour toutes les différences de température. C'est une question de grande importance pratique, mais non fondamentale, qu'il soit aussi permis d'employer à la place l'unité « degré Celsius » (°C).

« Le D. A. M. W. estime qu'il faudrait résoudre les questions ci-dessus avant d'arrêter la rédaction définitive de la prochaine E. I. P. T. La question se pose aussi de savoir si les équations dans l'E. I. P. T. doivent être données comme des équations aux grandeurs — ce qui serait bien désirable — ou seulement des équations numériques ».

La discussion est ensuite ouverte sur le projet B 1.

Mr RIVAS MARTINEZ (Espagne) estime que le point 3° risque de créer des confusions du fait des origines différentes des échelles, bien que la valeur de l'intervalle soit la même dans l'échelle thermodynamique.

Mr MOSER admet qu'à première vue cette objection soit valable; il ne s'agit toutefois pas de définir ici la *grandeur* température, mais seulement son *unité*; il n'est donc pas nécessaire d'introduire cette distinction.

Mr de BOER appuie cette remarque et note qu'au point 1^o on aurait pu dire « seulement en kelvin », mais il est admis qu'une différence de deux températures peut aussi s'exprimer en degrés Celsius.

La Délégation de la Pologne expose son point de vue comme suit : Le caractère spécial de la température consiste en ce que cette grandeur est exprimée dans des échelles déterminées. La même température exprimée par des valeurs numériques différentes conduit à la formation d'un ensemble irrationnel de termes et de définitions. L'idée de mettre en ordre partiellement ces questions est en principe juste, mais le contenu du projet B 1 est loin d'apporter une solution. Ces questions se rapportent surtout à la distinction des notions suivantes : température thermodynamique, température internationale pratique, température thermodynamique Celsius, température internationale pratique Kelvin, avec la distinction simultanée des deux notions : Échelle Internationale Pratique de Température et échelle thermodynamique. Ces notions de température appartiennent à des échelles particulières; la température thermodynamique, sans autre qualificatif, s'exprime uniquement dans l'échelle thermodynamique (Texte de l'E. I. P. T. de 1948, édition amendée de 1960, tableau III).

Il est donc nécessaire de déterminer l'unité de température sans égard à l'échelle acceptée. Cette situation est comparable à celle du potentiel électrique qui a été résolue d'une manière non ambiguë. On voit donc la nécessité de mettre complètement en ordre les notions et d'introduire ensuite les changements de noms et de désignations correspondants.

Adopter de nouvelles désignations et admettre que les différences de température soient exprimées en kelvins et en degrés Celsius, en ne fixant pas les notions, n'arrangera pas les difficultés qui existent. Il est donc souhaitable de n'introduire aucun changement jusqu'à ce que ces questions soient discutées plus complètement, en particulier par le Comité Consultatif de Thermométrie.

La Délégation de la Roumanie approuve les remarques de la Pologne et ajoute qu'utiliser kelvin (K) et degré Celsius (°C) compliquera la situation dans l'enseignement.

Mr FLEURY (France) se demande aussi si les inconvénients pratiques qui viennent d'être signalés ne seront pas plus grands que les avantages du projet proposé.

Mr DE BOER indique que l'intention du Comité Consultatif des Unités est de n'avoir qu'un symbole unique, K, pour l'unité de température et pour l'unité d'intervalle de température alors qu'on avait jusqu'ici deux symboles : °K et deg. On préférerait en effet employer le symbole « deg » lorsqu'il s'agissait d'un intervalle de température, au lieu d'utiliser le

symbole « °K ». Mais des confusions risquaient de se produire, car il était difficile de faire la distinction dans certains cas. Conserver le petit cercle (°) avant le C de Celsius est peut-être gênant, mais les avantages d'un symbole unique, le « K » pour kelvin, sont plus grands que les inconvénients du maintien du ° dans le cas du °C.

Mr STILLE admet que les objections de la Pologne et de la Roumanie sont motivées, mais les difficultés signalées ne touchent pas le projet B 1. Ces difficultés concernent la formulation du texte de l'E. I. P. T. et son tableau III qui distingue deux échelles et quatre températures. Il n'existe en fait que deux grandeurs : la température absolue ou thermodynamique et la température Celsius dont les échelles pratiques ne sont que les meilleures approximations actuelles.

Mr LANDOLT (Suisse) ne voit vraiment pas les avantages de la suppression du ° pour Kelvin et s'abstiendra dans le vote du projet B 1.

Après avoir entendu les commentaires précédents, les Délégations de la Pologne et de la Roumanie ne voient toujours pas la nécessité d'un changement tant que le texte de l'E. I. P. T. ne sera pas révisé, le texte actuel, toujours valable, obligeant à conserver les dénominations et les symboles anciens. Le changement proposé est secondaire en comparaison des problèmes plus importants qui doivent d'abord être résolus.

Mr DE BOER admet que ce changement pour les noms et les symboles des unités peut paraître d'une importance mineure. C'est toutefois une des responsabilités de la Conférence Générale de décider sur ces questions de symboles utilisés dans le langage scientifique, questions dont la Conférence Générale a déjà eu à s'occuper par ses décisions antérieures. D'autres organisations internationales, l'I. S. O. par exemple, s'intéressent à ces questions pour lesquelles elles demandent la sanction de la Conférence Générale.

La suite de la discussion sur le projet B 1 est reportée à la prochaine séance (voir p. 69), et la séance est levée à 17 h 35 m.

Quelques minutes après la clôture de la séance, Mr HOWLETT annonce que la prochaine séance aura lieu le lundi 16 octobre à 10 h.

*
* * *

A 18 h 30 m, une réception a été offerte aux Délégués par l'Ambassadeur du Canada dans l'immeuble de la Chancellerie.

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 LUNDI 16 OCTOBRE 1967, A 10 h 10 m

8. Dotation annuelle du Bureau International pour la période 1969-1972 (suite)

MR DE BOER résume les discussions qui ont eu lieu à la réunion de la Commission *ad hoc* le samedi matin 14 octobre.

La signification à donner au mot « abstention » a été précisée : l'abstention dans le vote de la dotation du Bureau International doit être interprétée comme un désaccord sur la proposition du Comité International, sans vouloir pour cela voter contre afin de ne pas entraver le développement du Bureau International. Par leur abstention, les délégués prennent la responsabilité de convaincre l'administration de leurs propres pays sur la nécessité d'accepter ce qui a été proposé.

La Délégation de l'U. R. S. S. a dit qu'elle s'abstiendrait si l'augmentation annuelle proposée était ramenée de 14 à 9 pour cent. Mais une augmentation de 9 pour cent est juste suffisante pour maintenir le Bureau International à son niveau actuel, le supplément de 5 pour cent ayant été jugé nécessaire par le Comité International afin de combler des lacunes existantes et pour assurer le développement des activités du Bureau International au-dessus du niveau actuel.

L'U. R. S. S. a proposé dans ce but de rechercher des ressources supplémentaires par d'autres moyens (offres d'instruments, aide dans les mesures, etc.). Cette proposition n'apparaît toutefois pas convenable pour un laboratoire international tel que le Bureau International, le plus ancien du monde et qui a survécu à deux guerres mondiales.

Les explications données par la Délégation de l'U. R. S. S. indiquent clairement que l'U. R. S. S. souhaite que le Bureau International se développe dans une voie plus administrative, les tâches fondamentales

et de physique étant laissées aux laboratoires nationaux. Beaucoup de délégués considèrent ce point de vue comme contraire aux intérêts des États membres de la Convention du Mètre; certains n'ont pas de grand laboratoire national de métrologie et souhaitent pouvoir disposer d'un laboratoire international. L'importance d'un tel laboratoire apparaît ainsi primordiale. Le Bureau International doit jouer le rôle d'intermédiaire entre les laboratoires nationaux, et remplir ce rôle dans un esprit scientifique de premier ordre sans entrer dans tous les domaines de la métrologie. La Commission *ad hoc* a donc souhaité concilier le point de vue de l'U. R. S. S. et l'existence même du Bureau International, avec les tâches exposées dans le document « Programme de travail ».

Mr HOWLETT indique que le Comité International s'est réuni avant cette séance de la Conférence et a décidé de s'en tenir à sa proposition initiale concernant la dotation.

Mr NOVIKOV rappelle que la Délégation de l'U. R. S. S. et plusieurs autres Délégations ont présenté des propositions concrètes qui doivent être prises en considération. L'U. R. S. S. a estimé qu'une augmentation de 5 pour cent par an devait suffire pour assurer le développement du Bureau International, mais elle a accepté, dans un esprit de conciliation, le chiffre de 9 pour cent; d'autres Délégations ont donné leur appui à cette proposition. Il faut aussi réaliser des économies partout où cela est possible.

D'autre part, la Délégation de l'U. R. S. S. ne peut accepter l'interprétation donnée par Mr de Boer suivant laquelle la position soviétique indiquerait une opposition au développement scientifique du Bureau International et souhaiterait une orientation dans une voie administrative. L'U. R. S. S. désire au contraire que le Bureau International se développe, comme elle l'a déjà prouvé à plusieurs reprises et récemment en 1960 lors de la création des laboratoires pour la section des radiations ionisantes. Nous trouvons en particulier nécessaire et utile que les comparaisons internationales des étalons et des moyens d'étalonnage soient intensifiées, tant par leur nature, leur nombre et leur périodicité. Le fait qu'une augmentation de 14 pour cent soit jugée excessive ne peut être considéré comme portant préjudice au développement du Bureau International. Il faut revoir le programme; nous y notons par exemple que dans l'augmentation du personnel du Bureau de 9 personnes entre 1968 et 1972, il y a seulement 5 personnes pour les laboratoires.

Mr DE BOER répond en précisant que dans son exposé il avait interprété la position de l'U. R. S. S. comme devant conduire le Bureau International vers un développement *plutôt* administratif, et non *purement* administratif.

Il constate d'autre part que la déclaration de la Délégation de l'U. R. S. S. offre la perspective de trouver une solution acceptable par la Conférence.

La Délégation de la Pologne constate avec regret que dans son exposé Mr de Boer n'a pas présenté exactement le déroulement de la discussion dans la Commission *ad hoc*. Ce n'est pas seulement la Délégation de l'U. R. S. S. qui a accepté le chiffre de 9 pour cent pour l'augmentation du budget. La Délégation du Royaume-Uni a été d'accord aussi pour 9 pour cent et celle des États-Unis s'est déclarée prête à accepter 11 pour cent. D'autres Délégations ont présenté aussi leur point de vue. La Délégation de la Pologne a indiqué de son côté que si l'augmentation doit dépasser 9 pour cent elle votera contre.

Mr DUNWORTH précise qu'en acceptant le chiffre de 9 pour cent, la Délégation du Royaume-Uni a reconnu que cette augmentation permettait seulement de maintenir le Bureau International à son niveau actuel, mais qu'elle souhaitait un développement des activités du Bureau et qu'elle était en faveur d'une augmentation plus élevée.

La Délégation de la Tchécoslovaquie indique qu'elle votera contre toute augmentation supérieure à 9 pour cent.

Sur une question de Mr GIRARD (France), Mr HOWLETT confirme que le Comité International a décidé ce matin de maintenir son projet de résolution initial (p. 48) et de le soumettre au vote de la Conférence.

Au moment de procéder à ce vote, MM. HONTI (Hongrie) et KOCH (Norvège) font remarquer que certains délégués ne sont pas présents à cette séance non prévue dans la Convocation, et dont l'annonce a été faite quelques minutes après que la troisième séance ait été levée. Mr HOWLETT exprime ses regrets et propose en conséquence de reporter le vote à la prochaine séance.

11. Système International d'Unités (suite)

Mr HOWLETT propose de passer au vote sur le projet de résolution B 1 (p. 63) concernant le *kelvin* et son symbole K.

Mr SAJANIEMI intervient sur les projets B 1 et C 1 qui concernent partiellement la même chose et expose le point de vue de la Finlande comme suit :

« Le degré dans une échelle de température a un sens différent suivant ses positions différentes dans l'échelle. Un degré Kelvin possède par exemple au voisinage du zéro absolu une importance très grande en comparaison d'un degré Kelvin dans le domaine de la température habituelle. Ainsi, le degré n'est pas une vraie unité de mesure. La température est un « état », elle n'a pas de « quantité ». C'est pourquoi la température ne peut pas être exprimée en unités de mesure, mais au moyen d'une échelle de température. Ainsi, la définition de l'échelle Kelvin devrait être formulée de la façon suivante : « L'échelle Kelvin est une échelle thermodynamique de température dans laquelle le point triple de l'eau est 273,16 degrés Kelvin (°K) ». Aussi, et parce que le degré n'est

pas une vraie unité de mesure, il est opportun que le symbole du degré ($^{\circ}$) soit compris dans le symbole de température.

« Je propose de la part de la Finlande que les projets de résolutions B 1 et C 1 concernant l'échelle Kelvin soient reportés à la prochaine Conférence Générale afin que les remarques faites par les délégués des différents pays sur cette question puissent être examinées profondément. »

Mr MOSER remarque que le projet B 1 concerne seulement deux questions qui n'ont que des conséquences pratiques : remplacement de « degré Kelvin » par « kelvin » (le signe $^{\circ}$ n'étant pas alors nécessaire) et remplacement du mot « degré » (et ses traductions dans les autres langues) comme unité d'intervalle de température par « kelvin » ou « degré Celsius ».

La Délégation de la Pologne se réfère à la position qu'elle a exposée à la troisième séance (p. 65). Le changement de symbole proposé n'est pas nécessaire et son adoption risque de provoquer une grande confusion. Toute décision doit être précédée d'une remise en ordre complète dans ce domaine.

Le projet de résolution B 1 est finalement adopté avec 7 voix contre et 4 abstentions (*Résolution 3*, p. 104).

Mr DE BOER introduit le projet de résolution C 1 (p. 64) qui est une formulation de la définition de l'unité de température thermodynamique contenue dans la Résolution 3 de la Dixième Conférence Générale (1954), sous une forme voisine de celle des autres unités de base du SI.

Mr SAJANIEMI (Finlande) rappelle son intervention précédente. Il propose en outre d'ajouter, dans la définition proposée, les mots « température égale à la » avant le mot « fraction ».

Après quelques échanges de vues et l'intervention de la Délégation de la Pologne qui trouve acceptable la définition proposée, l'amendement de la Finlande est rejeté ne recueillant que 2 voix pour.

Le projet de résolution C 1 est ensuite adopté avec 1 voix contre (Finlande) (*Résolution 4*, p. 104).

Mr OTERO indique que le projet de résolution D 1 (identique au projet D, p. 20) est destiné à définir d'une façon plus logique l'unité d'intensité lumineuse (*candela*) sans faire appel à la luminance.

Mr CLAESSEN (Belgique) regrette que des unités dérivées, notamment la pression, interviennent dans la définition d'une unité de base SI.

Mr OTERO admet que la mention de la pression n'est peut-être pas indispensable mais, comme le note aussi Mr NOVIKOV (U. R. S. S.), il est préférable d'indiquer les conditions de validité de la définition. Mr DE BOER

et la Délégation de la Pologne remarquent du reste qu'un cas semblable existe pour la définition de l'ampère.

Cette objection n'est donc pas considérée comme très grave et le projet de résolution D 1 est adopté avec 1 abstention (Belgique) (*Résolution 5*, p. 104).

Mr DE BOER introduit le projet de résolution sur la *mole*. Le projet finalement soumis au vote de la Conférence Générale est issu du projet E (p. 20) qui a été modifié par le Comité International.

Projet de résolution E 2

La Treizième Conférence Générale des Poids et Mesures,

considérant les avis de l'Union Internationale de Physique Pure et Appliquée, de l'Union Internationale de Chimie Pure et Appliquée et de l'Organisation Internationale de Normalisation concernant le besoin de définir une unité de quantité de matière,

décide

1° La mole, symbole mol, est la quantité de matière d'un système contenant autant d'entités élémentaires qu'il y a d'atomes dans 0,012 kilogramme de carbone 12.

2° Lorsque l'on emploie la mole, les entités élémentaires doivent être spécifiées et peuvent être des atomes, des molécules, des ions, des électrons, d'autres particules, ou des groupements spécifiés de telles particules.

Cette définition a été acceptée par les experts des Unions Internationales de Chimie Pure et Appliquée, de Physique Pure et Appliquée et de l'Organisation Internationale de Normalisation.

L'examen de ce projet de résolution donne lieu à diverses interventions :

Mr CLAESSEN (Belgique) demande tout d'abord si la mole est une unité du SI. Mr DE BOER répond que d'après le projet E 2 cette question est laissée en suspens.

Mr FLEURY (France) constate que la mole est présentée comme l'unité d'une grandeur « quantité de matière » dont on n'a pas de définition. Cette grandeur apparaît variable pour une même masse. De plus, le choix de la dénomination « quantité de matière » ne semble pas très heureux; la dénomination « population d'entités élémentaires » serait sans doute meilleure.

Mr DE BOER répond que la définition de la mole laisse à penser que la « quantité de matière » ne serait pas définie, mais en fait elle a le caractère d'une grandeur de base sans que cela soit dit explicitement. Une grandeur de base n'est jamais définie tant qu'on n'a pas donné la définition de l'unité. Ici c'est la même chose; on définit l'unité d'une grandeur qui, de l'avis des organisations qui l'utilisent, est une unité de base.

Mr LANDOLT (Suisse) indique que la question de la mole a été discutée dans son pays en se référant au projet E dans lequel la mole était alors

une unité de base du SI. Après un deuxième projet, où la mole était devenue une unité supplémentaire du SI, on a distribué un troisième projet (E 2) qui n'indique plus la catégorie d'unité que l'on veut accorder à la mole.

De ces changements successifs Mr LANDOLT constate :

1^o que les avis des auteurs de la résolution concernant la mole ne semblent pas encore être bien arrêtés;

2^o que la mole est une grandeur très importante dont la définition mérite d'être retenue par la Conférence Générale;

3^o que la dénomination « quantité de matière », utilisée dans la définition, est très discutable; il s'agit d'un *ensemble de particules*.

Regrettant de ne pas disposer d'un temps suffisant pour exposer ses arguments en détail, Mr LANDOLT conclut en proposant la motion suivante :

« Considérant que la définition de la mole n'a pas encore atteint une forme suffisamment mûre, la 13^e Conférence Générale charge le Comité International des Poids et Mesures et son Comité Consultatif des Unités de bien vouloir poursuivre l'étude de cette question et de soumettre à une prochaine Conférence Générale un nouveau projet de définition de la mole ».

La Délégation de la Pologne appuie le point de vue de la Suisse. Dans la définition, il est nécessaire de distinguer « quantité de matière » et « quantité de substance ». On a un autre sens quand on exprime en moles le nombre d'électrons, de protons, ou bien la quantité de particules chimiques. La conclusion de la Suisse nous paraît donc la meilleure.

Mr DE BOER fait remarquer que le terme français « quantité de matière » (en anglais « amount of substance ») a été adopté par l'Association Française de Normalisation.

Mr SAJANIEMI indique qu'en Finlande on dirait : « La mole est le nombre de particules de matière... ». Il appuie la proposition d'ajournement de la Suisse.

Mr RIVAS MARTINEZ (Espagne) accepte la définition proposée. Si elle est approuvée par la Conférence, il souhaiterait que l'on décide si la mole est une unité SI ou non, ce point étant important pour les pays qui révisent actuellement leur loi sur les unités de mesure.

A ce stade de la discussion, Mr DE BOER remarque qu'il est toujours possible d'ajourner la décision, mais cela ne donnera pas de solution. La proposition présentée résulte d'une étude sur le plan international par des organisations compétentes et la définition de la mole figure déjà depuis plusieurs années dans les documents de l'I. S. O./TC 12. Il souhaite en conséquence que le projet de résolution E 2 ne soit pas rejeté.

Après quelques échanges de vues, la Conférence décide finalement de voter sur la motion de la Suisse proposant l'ajournement du projet E 2. L'ajournement est adopté par 12 voix pour, 8 contre et 5 abstentions.

Mr DE BOER introduit ensuite le projet de résolution G 1 (*unités dérivées*) établi après modification et simplification par le Comité International du projet G (p. 20).

Projet de résolution G 1

La Treizième Conférence Générale des Poids et Mesures,

considérant qu'il est utile de citer d'autres unités dérivées dans la liste du paragraphe 4° de la Résolution 12 de la Onzième Conférence (1960),

décide d'y ajouter :

Nombre d'ondes.....	1 par mètre	m^{-1}
Entropie.....	joule par kelvin	J/K
Chaleur massique.....	joule par kilogramme kelvin	J/(kg·K)
Conductivité thermique.....	watt par mètre kelvin	W/(m·K)
Intensité énergétique.....	watt par stéradian	W/sr
Activité (d'une source radioactive)...	1 par seconde	s^{-1}

La Délégation de la Pologne demande si la Conférence Générale envisage d'adopter aussi le nom « siemens » pour l'unité de conductance, et s'il existe une raison de changer le nom de l'unité d'activité d'une source radioactive; cette unité est appelée « 1 par seconde » dans le projet G 1, alors que la Résolution 7 de la 12^e Conférence Générale indique « seconde à la puissance moins un ».

Les Délégations de la Belgique, de la Suisse, de l'Italie et de la Finlande interviennent aussi en faveur de l'adoption du « siemens »; le Deutsches Amt für Messwesen und Warenprüfung, Berlin, a présenté par écrit une demande dans le même sens.

La Délégation de la Roumanie a présenté par écrit les commentaires suivants :

« 1° Il serait utile de compléter la liste des unités dérivées, en y ajoutant d'autres unités qui sont déjà utilisées dans la science et la technique. Nous pensons particulièrement :

a. aux unités désignées par des noms spéciaux, comme l'unité de conductance électrique, le siemens (symbole S);

b. aux unités dont les noms peuvent être exprimés de manières différentes, par exemple l'unité de réluctance (A/Wb ou H^{-1}).

« 2° Il est nécessaire de reprendre le problème des unités supplémentaires du système SI, de donner une définition générale des « unités supplémentaires » en analysant théoriquement la différence entre une telle unité et une unité dérivée, et de formuler les arguments pour maintenir ou non cette catégorie d'unités.

« 3° La question de la rationalisation des unités électromagnétiques n'est pas encore résolue d'une manière satisfaisante.

« Nous proposons en conséquence que le Comité Consultatif des Unités soit chargé d'étudier en détail les questions mentionnées ci-dessus, en collaborant avec la Commission Électrotechnique Internationale et l'Organisation Internationale de Normalisation. »

Mr ASTIN (États-Unis) n'est pas favorable à l'adoption du siemens. Le Comité Consultatif des Unités a déjà déclaré qu'il est en général opposé à l'introduction de nouveaux noms, dérivés de noms propres de savants, pour les unités SI et le Comité International a pris position dans le même sens.

Mr FLEURY (France) est du même avis et souhaite que la Conférence évite d'improviser en séance sans qu'il y ait possibilité d'examiner les questions soulevées.

Mr CLAESEN (Belgique) estime que la proposition concernant le siemens n'est pas improvisée, puisque la Commission Électrotechnique Internationale a déjà décidé son adoption depuis 1935.

Mr HOWLETT répond qu'il n'est pas dans les intentions du Comité International de critiquer les décisions des autres organisations internationales. C'est une question de procédure; aucune proposition d'adopter le siemens n'a été faite par le Comité Consultatif des Unités et le Comité International; c'est la raison pour laquelle il est sage de ne pas accepter l'adoption du siemens pour le moment, tout en reconnaissant que la décision appartient en dernier ressort à la Conférence.

La Délégation de la Pologne propose alors de charger le Comité International de réexaminer la question pour la prochaine Conférence Générale. Mr HOWLETT donne l'assurance que ce sera fait et que le Comité Consultatif des Unités sera consulté.

Mr STILLE demande pourquoi la suppression de l'appellation « unités supplémentaires », qui était proposée dans le projet G (p. 20), ne figure plus dans le projet G 1 ?

Mr DE BOER répond que les simplifications introduites dans le projet G 1 résultent des modifications apportées au projet de résolution A (p. 18). En fait, ainsi que cela a été indiqué à la fin de la première séance, ce projet A a été retiré de l'ordre du jour de la Conférence Générale et il a été soumis au Comité International pour un nouvel examen.

Au sujet des deux expressions « 1 par seconde » et « seconde à la puissance moins un » relevées par la Pologne, Mr DE BOER ne pense pas que cela soit bien grave. La Délégation de la Pologne en convient; mais c'est une question de forme et de continuité et elle souhaite que les pays qui s'appuient sur les textes des Résolutions de la Conférence Générale pour l'établissement de leur loi sur les unités de mesure n'aient pas à changer fréquemment.

Le projet de résolution G 1 est alors adopté avec 1 abstention (Suisse) (*Résolution* 6, p. 105).

Passant au projet de résolution H 1, Mr DE BOER indique que ce projet concerne uniquement l'abrogation de décisions antérieures de la Conférence Générale, notamment du mot « micron » qui ne doit plus figurer dans des décisions de la Conférence Générale, mais être remplacé par « micromètre (μm) ».

Projet de résolution H 1

[Texte du projet H (p. 21) modifié par le Comité International]

La Treizième Conférence

considérant que les décisions

décide en conséquence

1^o le nom d'unité « micron », et le symbole « μ » qui fut attribué à cette unité et qui est devenu un préfixe;

2^o le nom d'unité « bougie nouvelle ».

Ce projet de résolution est adopté à l'unanimité (*Résolution 7*, p. 105).

Au sujet du projet de résolution F (p. 20) concernant l'emploi des préfixes dans le cas du kilogramme, projet qui a été retiré de l'ordre du jour de la Conférence, la Délégation de l'Autriche présente la proposition suivante :

* L'unité de masse, le kilogramme, a été fixée comme unité de base par la Résolution 12 de la Onzième Conférence Générale des Poids et Mesures (1960). Selon le paragraphe 3^o de cette Résolution, les multiples et sous-multiples des unités de base sont formés par l'adjonction de certains préfixes. Il est bien connu que cette règle n'est pas applicable à l'unité de masse.

* La Délégation de l'Autriche est d'avis que la présente Conférence devrait améliorer la Résolution 12 de la Onzième Conférence Générale dans le sens du projet de résolution F. »

Sur la suggestion de Mr ASTIN (États-Unis) appuyé par MM. HOWLETT et DE BOER, la Conférence décide, avec 1 voix contre (Autriche), de renvoyer cette proposition au Comité International, car il s'agit seulement d'une modalité d'application d'une décision de la Conférence dans un cas particulier ⁽¹⁾.

Mr CLAESSEN (Belgique) demande enfin que toutes les Résolutions des Conférences Générales et les Recommandations du Comité International adoptées depuis l'établissement du Système International d'Unités soient rassemblées et coordonnées dans un document unique afin de permettre

(1) A sa 56^e session (octobre 1967), le Comité International a adopté la Recommandation 2 suivante :

Le Comité International des Poids et Mesures,

CONSIDÉRANT que la règle de formation des noms des multiples et sous-multiples décimaux des unités du paragraphe 3^o de la Résolution 12 de la Onzième Conférence Générale des Poids et Mesures (1960) peut prêter à des interprétations divergentes dans son application à l'unité de masse,

DÉCLARE que les dispositions de la Résolution 12 de la Onzième Conférence Générale s'appliquent dans le cas du kilogramme de la façon suivante : les noms des multiples et sous-multiples décimaux de l'unité de masse sont formés par l'adjonction des préfixes au mot « gramme ».

leur consultation d'une manière efficace. Mr DE BOER indique qu'un tel projet a déjà été envisagé par le Comité International.

12. Photométrie et colorimétrie

Mr OTERO, président du *Comité Consultatif de Photométrie*, donne lecture du rapport suivant :

« Le Comité Consultatif de Photométrie est toujours préoccupé par les différences trop importantes (1,3 %) observées entre les valeurs de l'intensité lumineuse obtenues dans les grands laboratoires nationaux, différences qui proviennent de la réalisation pratique de l'étalon primaire de lumière (corps noir au point de congélation du platine). Le Groupe de travail, chargé d'en rechercher les causes, s'est réuni deux fois : juste avant la 6^e session du Comité Consultatif en septembre 1965, puis en juin 1967 à l'occasion de la réunion à Washington de la Commission Internationale de l'Éclairage.

« La géométrie, les matériaux et les conditions de fonctionnement et d'observation des corps noirs utilisés pour réaliser l'étalon primaire ont été systématiquement considérés, mais les tentatives faites pour apporter des corrections, le plus souvent *a posteriori*, aux valeurs correspondant aux différents corps noirs n'ont finalement pas permis d'améliorer l'accord entre les laboratoires (1,2 %). Les études seront activement poursuivies en vue de déterminer la meilleure forme pratique à adopter pour que les réalisations futures conduisent à une cohérence des résultats meilleure que 0,5 %, jugée nécessaire.

« Cependant les lampes à incandescence modernes fonctionnent à des températures de couleur très supérieures à la température du point de congélation du platine; or la réalisation d'un corps noir à une température plus appropriée, voisine de 3 000 °K par exemple, présente de réelles difficultés qui incitent à rechercher une méthode plus intéressante pour réaliser l'étalon primaire de lumière.

« C'est pourquoi le Comité Consultatif a également porté son attention sur les travaux de radiométrie absolue et, pour faciliter l'examen des résultats d'une comparaison de lampes étalonnées en unités énergétiques, organisée par le National Physical Laboratory (Royaume-Uni), il a créé un Groupe de travail composé des représentants des laboratoires nationaux qui s'occupent de radiométrie. Ce Groupe de travail s'est réuni en septembre 1966 à Moscou où il a tiré les conclusions de cette comparaison; bien que la précision des mesures ait été limitée par les instabilités des lampes, elle a toutefois permis de déceler une dispersion un peu supérieure à 2 % entre les différentes échelles radiométriques; au stade actuel, il serait donc prématuré d'envisager l'adoption de la méthode radiométrique pour l'établissement de l'unité de lumière. Cependant, il a été convenu que la prochaine étape du programme expérimental devrait être la détermination de l'efficacité lumineuse spectrale maximale K_m .

« Le Comité Consultatif a examiné aussi un certain nombre d'autres questions : procédés de photométrie hétérochrome qui permettent d'attribuer des valeurs aux étalons secondaires d'intensité et de flux lumineux autres que ceux de la candela à 2 042 °K, conditions dans lesquelles doit s'effectuer la prochaine comparaison internationale des étalons d'intensité et de flux lumineux, résultats d'une comparaison de lampes à vapeur de mercure à haute pression organisée par l'Electrotechnical Laboratory (Japon) à la suite d'une recommandation de la Commission Internationale de l'Éclairage, etc.

« Enfin, le Comité Consultatif a estimé qu'il n'était plus possible de séparer complètement la photométrie et la colorimétrie et qu'il devait maintenant prendre en considération dans ses travaux certains aspects de la colorimétrie. Le Comité International des Poids et Mesures a approuvé cette proposition en octobre 1965, et a invité le Comité Consultatif à s'occuper des conventions fondamentales de la colorimétrie. »

Au sujet du dernier paragraphe de ce rapport, la Conférence adopte à l'unanimité le projet de résolution 11 (texte du projet I, p. 21, légè-

rement modifié à la fin) « approuvant l'intention exprimée par le Comité International d'inclure dans ses activités et dans celles du Bureau International les aspects métrologiques fondamentaux de la colorimétrie et de la radiométrie » (*Résolution 9*, p. 105).

13. Étalons de longueur; Électricité; Radiations ionisantes : travaux des Comités Consultatifs

Mr HOWLETT, président du *Comité Consultatif pour la Définition du Mètre*, présente le rapport suivant :

1. *Radiations du krypton 86.* — Des recherches complémentaires précisant nos connaissances sur le profil de la radiation étalon primaire (radiation $2p_{10} \rightarrow 5d$ de l'atome de krypton 86) ont été effectuées au Bureau International des Poids et Mesures (B. I. P. M.), à l'Institut de Métrologie D. I. Mendéléev (I. M. M.), à la Physikalisch-Technische Bundesanstalt (P. T. B.), au National Physical Laboratory (N. P. L.) et au National Standards Laboratory (N. S. L.). Aucune cause importante de limitation de la validité de cet étalon n'a été signalée. Le N. P. L. et le N. S. L. ont publié de nouvelles valeurs de la dissymétrie; elles sont très voisines l'une de l'autre mais sont plus petites que celles qui ont été communiquées au Comité Consultatif pour la Définition du Mètre en 1962. Le B. I. P. M. a exposé les résultats des déterminations des profils de la radiation étalon primaire et de cinq autres radiations du ^{86}Kr au Colloque de Spectroscopie organisé par le Centre National de la Recherche Scientifique en juillet 1966; ces résultats ont été publiés dans le *Journal de Physique*, **28**, 1967, supplément au N° 3-4.

La P. T. B. a étudié les variations de la longueur d'onde (variations de l'ordre de 10^{-9}) en fonction de la position du point d'émission dans une section transversale du capillaire de la lampe. Ce laboratoire a également étudié les moyens de réduire les fluctuations du plasma et, par conséquent, le bruit dans la lampe adoptée comme source étalon.

L'I. M. M. a fourni des renseignements sur l'émission de la radiation étalon primaire entre 57 et 65 °K par la lampe de Popov.

2. *Autres radiations étalons.* — La P. T. B. a annoncé la réalisation de lampes de type Osram au ^{198}Hg et au ^{111}Cd qui seront bientôt commercialisées. Les résultats expérimentaux concernant le profil spectral et la longueur d'onde des radiations produites par ces lampes permettent de considérer celles-ci comme des sources satisfaisantes pour la production de radiations étalons secondaires.

Des lampes au ^{86}Kr et au ^{136}Xe ont aussi été réalisées comme sources de radiations étalons secondaires pour la spectroscopie.

Le Deutsches Amt für Messwesen und Warenprüfung (D. A. M. W.) met au point des sources spectrales pour la métrologie expérimentale; celles-ci ont fait l'objet d'une communication dans *Feingertechnik* en 1965 et en 1966.

3. *Lasers.* — La P. T. B., le N. S. L., l'I. M. M., le National Research Laboratory of Metrology (N. R. L. M.), le N. P. L. et le Conseil National de Recherches (N. R. C.) ont communiqué les résultats de leurs travaux concernant les applications des lasers en métrologie. La plupart de ces travaux portent sur la stabilisation de la longueur d'onde du laser hélium-néon, avec un écart maximal de 10^{-8} , par différentes méthodes précédemment exposées dans les publications scientifiques. Les valeurs publiées de la longueur d'onde d'une radiation émise par différents lasers présentent des écarts nettement supérieurs à 10^{-8} ; toutefois les mesures faites avec le même laser à la P. T. B., au N. S. L. et au National Bureau of Standards (N. B. S.) concordent à 5×10^{-9} près. Le N. R. C., la P. T. B. et le N. S. L. ont entrepris les recherches initiales sur l'emploi éventuel du rayonnement laser comme étalon primaire.

4. *Comparateurs.* - Les principaux laboratoires nationaux annoncent la mise au point définitive, ou presque, de comparateurs pour la mesure des étalons à bouts et des étalons à traits avec une précision de 10^{-7} ou mieux.

Un même étalon à bouts de 1 m a été mesuré à la P. T. B. et au B. I. P. M. avec un accord de 10^{-8} .

D'après des mesures effectuées au B. I. P. M., la valeur numérique provisoire de la différence entre la nouvelle et l'ancienne définition du mètre ($0,026 \pm 0,10 \mu\text{m}$) est compatible avec celle qui a été publiée par le N. R. C. en 1960.

5. *Autres recherches.* - Des études faites au N. S. L. sur la stabilité de la pression du gaz dans les tubes à décharge ont été publiées dans *Vacuum*, **16**, 1966, p. 433.

Le B. I. P. M. emploie maintenant le filtrage interférentiel pour produire des raies fines pour la métrologie.

La P. T. B. a annoncé la production en grande quantité de ^{86}Kr , de ^{20}Ne et de ^{136}Xe dont le degré de pureté dépasse 99 %; la P. T. B. a aussi fait état d'une réévaluation des travaux anciens de la P. T. R. sur l'indice de réfraction de l'air, qui réduit les écarts entre la formule de la P. T. R. et celle de Barrell et Sears, mais qui laissent néanmoins subsister un écart de 6 unités sur la 8^e décimale de $n - 1$.

L'I. M. M. a annoncé la réalisation d'un ensemble d'étalons à traits, en acier, à section transversale en H, qui se sont révélés très stables pendant de longues périodes.

Aucune observation n'est faite sur ce rapport.

Mr LEHANY, président du *Comité Consultatif d'Électricité*, rend compte des travaux de ce Comité :

« Avant de vous présenter mon rapport, je désire rendre hommage à mon prédécesseur, Monsieur le Professeur G. BOURDOUX, pour les services qu'il a rendus au Comité Consultatif d'Électricité jusqu'au moment de son départ, il y a environ un an.

« Depuis la Douzième Conférence Générale des Poids et Mesures, le Comité Consultatif d'Électricité a tenu sa onzième session à Sèvres, en mai 1965, sous la présidence de Mr Bourdoux. Au cours de cette session il a examiné les résultats des comparaisons internationales des étalons de l'ohm et du volt effectuées par le B. I. P. M. en 1964, et jugé ces résultats très satisfaisants. Ces comparaisons, effectuées toutes les trois années, assurent la coordination internationale de l'ohm et du volt, et à partir de là celle des autres unités électriques. Actuellement cette coordination est probablement assurée au millionième près.

« Ces comparaisons permettent également de confronter les résultats des déterminations absolues faites par les grands laboratoires nationaux et de fixer la précision avec laquelle les étalons matériels du B. I. P. M. reproduisent les unités. La situation est satisfaisante pour l'ohm, dont la valeur semble ajustée sur la valeur théorique au millionième près, mais elle l'est moins pour le volt qui paraît supérieur à sa valeur de définition de l'ordre de 11 millionièmes. Dans le but de disposer de méthodes nouvelles et indépendantes pour contrôler cet écart, plusieurs laboratoires nationaux essaient maintenant de réaliser le « volt absolu » par des méthodes fondées sur la force électrostatique et non sur la force électromagnétique.

« De nouvelles comparaisons internationales des étalons de l'ohm et du volt ont eu lieu au début de 1967. Les étalons de dix laboratoires nationaux ont été engagés dans ces comparaisons qui ont duré du 12 décembre 1966 au 26 avril 1967. Les résultats n'en sont pas encore connus; ils seront soumis à l'examen du Comité Consultatif au cours de la session qu'il tiendra en 1968.

« La construction de piles étalons stables demeure l'une des préoccupations des spécialistes chargés de « conserver » les unités électriques, car ces piles constituent toujours le meilleur étalon matériel du volt que l'on connaisse. A la suite d'une enquête importante menée auprès des laboratoires nationaux, le Comité Consultatif sera peut-être conduit à recommander de nouvelles prescriptions pour la fabrication de ces piles.

« Bien que les piles semblent toujours les meilleurs étalons pour conserver le volt, quelques laboratoires étudient les possibilités offertes par les diodes de Zener. Leur application la plus souvent envisagée est celle d'étalons de tension facilement transportables et, de ce point de vue, les résultats déjà obtenus sont encourageants.

« A la suite de la découverte d'un théorème nouveau en électrostatique, plusieurs laboratoires nationaux étudient la possibilité d'utiliser un condensateur en croix (« cross-capacitor ») calculable, au lieu d'une inductance calculable, comme point de départ de la détermination de l'ohm absolu.

« Cette découverte a également permis la mesure avec une meilleure précision de condensateurs de faible valeur et le Comité Consultatif a organisé une comparaison internationale circulaire d'un groupe d'étalons de 10 pF. Comme les mesures effectuées dans ce domaine auront probablement une importance croissante pour la métrologie électrique de base, le Comité Consultatif a émis le vœu que le B. I. P. M. soit équipé du matériel lui permettant de participer à cette comparaison. Grâce à l'appui de divers laboratoires nationaux et en particulier du National Bureau of Standards, le B. I. P. M. possède maintenant le pont de comparaison nécessaire.

« La première partie de la comparaison internationale circulaire des étalons de capacité au mica de 0,1 μ F, à laquelle n'ont participé que des laboratoires européens, a conduit à quelques résultats intéressants. Il a donc été décidé de poursuivre la comparaison, en ne conservant cependant que les quatre condensateurs les plus stables.

« Suivant la Résolution 9 de la Douzième Conférence Générale, plusieurs laboratoires nationaux ont déjà effectué, ou s'approprient à effectuer, de nouvelles déterminations du coefficient gyromagnétique du proton. Les nouveaux résultats seront analysés en automne 1968 par les experts du Groupe de travail *ad hoc* créé par le Comité Consultatif.

« Le Groupe de travail permanent pour les « Grandeurs aux radiofréquences » s'est réuni pour la première fois en mai 1965 à Sèvres. Il a proposé l'organisation de trois comparaisons internationales circulaires qui sont maintenant en cours d'exécution. Les deux premières concernent la comparaison d'instruments de mesure des faibles puissances, respectivement aux fréquences de 3 et 10 GHz; la troisième concerne la mesure de paramètres diélectriques à 10 GHz. Ces comparaisons ont été organisées en liaison avec l'Union Radioscopique Internationale.

« Dans tous les domaines ci-dessus, ainsi que dans d'autres domaines connexes, les métrologistes électriciens de nombreux pays améliorent les méthodes existantes et en développent de nouvelles pour satisfaire les exigences croissantes de la technique. Je désire les remercier de leurs efforts et les féliciter des résultats importants déjà acquis. »

Ce rapport ne donne lieu à aucun commentaire.

En l'absence de Mr K. Siegbahn, président du *Comité Consultatif pour les Étalons de Mesure des Radiations Ionisantes*, Mr ASTIN présente le rapport suivant :

« En 1965, lors de la 54^e session du Comité International des Poids et Mesures, Mr Astin a exprimé son désir d'abandonner la présidence du Comité Consultatif pour les Étalons de Mesure des Radiations Ionisantes et Mr K. Siegbahn a été désigné à l'unanimité pour lui succéder. Le nouveau président a proposé de légères modifications dans la composition de ce Comité Consultatif en y introduisant en particulier certains laboratoires spécialisés en spectrométrie nucléaire. A la même époque, Mr Siegbahn a annoncé son intention de créer un nouveau groupe de travail s'occupant en un premier temps de la spectroscopie du rayonnement α .

Réunions des Groupes de travail du Comité Consultatif. — Le Groupe de travail pour la mesure des rayons X et γ s'est réuni en mai 1965. Il a examiné le rapport du Bureau International sur la comparaison des étalons d'exposition de Pologne, des États-Unis d'Amérique et de la France. A la même réunion on a discuté une comparaison des étalons nationaux d'exposition pour les rayons X de faible énergie qui est organisée actuellement par le Bureau International. Les bases d'une comparaison d'étalons d'exposition d'une source de ^{60}Co ont été établies.

« Le Groupe de travail pour la mesure des radionucléides s'est réuni en septembre 1965. Il a examiné le rapport du Bureau International sur la comparaison de la méthode $^{47}\text{Ca}(\text{CP})-\gamma$ au moyen du ^{60}Co et la première partie du rapport du Bureau International sur la comparaison du ^{90}Sr - ^{90}Y . Les membres du Groupe de travail ont décidé de se partager le travail de rédaction du rapport sur la comparaison du ^{54}Mn et ils ont proposé une nouvelle comparaison du ^{60}Co qui a été organisée par le Bureau International en 1967.

« Le Groupe de travail pour les mesures neutroniques s'est réuni en septembre 1966. Il a examiné le rapport du Bureau International sur les mesures comparatives internationales du taux d'émission de la source de neutrons Ra-Be (α, n) du Conseil National de Recherches (Canada) par la méthode de ralentissement dans une solution de sulfate de manganèse. A la même réunion les membres du Groupe de travail ont décidé d'organiser une comparaison de débit de fluence de neutrons thermiques dont les résultats sont analysés actuellement par deux membres du Groupe de travail.

« Une Commission *ad hoc* pour les étalons d'énergie de particules α s'est réunie en septembre 1966 sous la présidence de Mr Siegbahn. Cette Commission, très légèrement étendue, a été transformée en Groupe de travail régulier par le Comité International des Poids et Mesures en octobre 1966. A leur réunion de septembre 1966 les membres de la Commission ont discuté le choix des étalons d'énergie α , ainsi que les détails techniques concernant en particulier la préparation des sources. Les projets du Bureau International concernant un spectromètre magnétique ont été exposés aux membres de cette Commission.

Relations avec d'autres organismes. - En plus des relations avec des organismes nationaux et internationaux impliqués dans l'organisation des comparaisons internationales et dans les réunions des Groupes de travail, le Bureau International a organisé, conjointement avec l'Agence Internationale de l'Énergie Atomique de Vienne, une « table ronde » en octobre 1966. Au cours de cette réunion quatre comparaisons internationales de solutions de radionucléides, organisées par le Bureau International, ont été discutées. »

Aucun commentaire n'est fait sur ce rapport.

14. Accélération due à la pesanteur; système gravimétrique de référence

MR TERRIEN (Bureau International) expose à la Conférence la situation actuelle concernant la révision du système gravimétrique de référence dit « de Potsdam » :

« L'accélération due à la pesanteur (g) a été mesurée en 1906 à Potsdam par F. Kühnen et Ph. Furtwängler; à partir de ce résultat, on a obtenu, par des mesures relatives, la valeur de cette accélération en divers points de la surface de la Terre. L'ensemble de ces valeurs est le système gravimétrique dit de Potsdam, qui est utilisé en géodésie pour l'étude des anomalies locales et en métrologie pour des mesures de force.

« Depuis 1960, la Conférence Générale a donné au Comité International des Poids et Mesures le pouvoir de changer le système de Potsdam, car toutes les mesures absolues postérieures à 1906 ont donné des valeurs de g plus petites que celles de ce système. Mais le Comité International et l'Union Géodésique et Géophysique Internationale ont estimé, et estiment encore à présent, qu'il est prématuré de remplacer le système de

Potsdam par un autre système ⁽²⁾. L'ajournement de cette révision s'explique par plusieurs raisons :

1° La méthode de mesure absolue de g par la chute libre d'un corps observé dans sa course ascendante puis descendante, est moins sujette aux erreurs systématiques que les autres méthodes connues. Bien qu'elle fût proposée dès 1947 par Ch. Volet, elle ne fut mise en application que récemment par A. H. Cook d'abord, au National Physical Laboratory de Teddington, puis par A. Sakuma, au Bureau International des Poids et Mesures, par une méthode interférentielle de J. Terrien; les premiers résultats obtenus au Bureau International en 1967 permettent d'atteindre une précision relative de 10^{-8} . Il convient cependant d'attendre les résultats d'autres mesures absolues qui sont en cours ou en projet ⁽³⁾.

2° La précision des mesures relatives qui ont servi à établir un système gravimétrique à partir de la station de Potsdam n'est plus suffisante, elle est inférieure à la précision optimale accessible actuellement dans les mesures absolues;

3° L'observation de la Lune, des satellites artificiels et des sondes spatiales renseigne aussi sur le champ gravimétrique terrestre, ce qui introduit des éléments nouveaux qu'il faut coordonner avec les observations purement terrestres. »

Aucune observation n'est faite à la suite de cet exposé ⁽⁴⁾.

Notes ajoutées aux épreuves :

⁽²⁾ L'Association Internationale de Géodésie a toutefois adopté à Lucerne en 1967 la résolution suivante :

« *considérant* que la valeur de la pesanteur à Potsdam, à savoir 981 274 milligals [$9,812\ 74\ \text{m/s}^2$] en fonction de laquelle sont exprimées toutes les valeurs mesurées de la pesanteur, est affectée d'une erreur considérable, et qu'une valeur plus précise est nécessaire et disponible pour les usages scientifiques;

« *recommande* que toutes les fois que de meilleures valeurs absolues de pesanteur sont nécessaires, en particulier en métrologie et dans le calcul des anomalies dans le Système de Référence Géodésique 1967, la valeur à Potsdam soit prise égale à 981 260 milligals [$9,812\ 60\ \text{m/s}^2$]. »

⁽³⁾ Au National Research Laboratory of Metrology, Tokyo, une valeur provisoire de g a été obtenue récemment par la méthode de la chute libre dans le vide d'une règle divisée; ce résultat provisoire conduit à une correction de $-1,2 \times 10^{-6}\ \text{m/s}^2$ pour la valeur de Potsdam.

Au Deutsches Amt für Messwesen und Warenprüfung, Berlin, une détermination de g par la méthode de la chute libre d'un corps dans le vide vient de commencer; pendant sa chute (1 m) le corps traverse trois barrières de lumière dont les distances sont connues. L'incertitude de la mesure sera probablement de $\pm 1 \times 10^{-8}\ \text{m/s}^2$. Les premiers résultats seront sans doute obtenus vers la fin de 1968.

⁽⁴⁾ *Note ajoutée aux épreuves :* A sa 57^e session (octobre 1968), le Comité International a adopté la Résolution 1 (1968) suivante :

Le Comité International des Poids et Mesures, réuni le 16 octobre 1968,

CONSIDÉRANT la Résolution 11 de la Onzième Conférence Générale des Poids et Mesures (1960) qui décidait de conserver provisoirement le Système gravimétrique de Potsdam et qui donnait pouvoir au Comité International des Poids et Mesures de décider du changement du Système de Potsdam lorsqu'il aura estimé que la valeur de l'accélération due à la pesanteur est connue avec une exactitude suffisante;

CONSIDÉRANT

que les mesures absolues les plus récentes et les rattachements effectués au moyen d'un appareil transportable de mesure absolue donnent des résultats concordants avec une précision qui semble meilleure que le millionième;

que des valeurs plus exactes de l'accélération due à la pesanteur sont devenues nécessaires dans certaines déterminations métrologiques de précision;

DÉCIDE que, pour les besoins métrologiques, la valeur de l'accélération due à la pesanteur à Potsdam, qui est le point de départ de ce Système, soit prise égale à $9,812\ 60\ \text{m/s}^2$, et non plus $9,812\ 74\ \text{m/s}^2$, valeur adoptée initialement.

15. Progrès du Système Métrique et diffusion du Système International d'Unités

Un rapport établi par le Bureau International a été distribué aux délégués. Ce rapport, modifié et complété à la suite des informations qui ont été fournies pendant la Conférence, est publié à la page 109.

La séance est levée à 12 h 30 m.



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 LUNDI 16 OCTOBRE 1967, A 15 h 15 m

Mr DE BOER donne lecture du procès-verbal abrégé de la troisième séance. Ce procès-verbal est approuvé après des observations des Délégations de l'U. R. S. S. et de la Pologne, et une remarque de Mr Ghita (Roumanie) qui regrette la façon dont fut annoncée, quelques instants après la déclaration de clôture de la troisième séance, la quatrième séance de ce lundi matin.

8. Dotation annuelle du Bureau International pour la période 1969-1972 (suite)

Ainsi qu'il avait été indiqué au début de la quatrième séance, Mr HOWLETT procède au vote sur le projet de résolution présenté par le Comité International (p. 48).

Le résultat est le suivant, 33 États ayant participé au vote :
en faveur : 22 (avec les réserves de l'Argentine et du Brésil); contre : 3 (Pologne, Tchécoslovaquie, U. R. S. S.); abstentions : 8 (Bulgarie, Hongrie, Inde, Indonésie, Portugal, Roumanie, Thaïlande, Yougoslavie).

Après ce vote qui rejette la proposition du Comité International demandant une augmentation annuelle de 14 pour cent du budget du Bureau International, Mr SZAMOTULSKI fait la déclaration suivante :

« La Délégation de la Pologne ainsi que d'autres Délégations ont cherché un compromis acceptable pour tous les pays et assurant les besoins du Bureau International.

« Malgré ces efforts, le Comité International n'a pas pris en considération les différentes propositions de compromis et nous sommes revenus au point de départ.

• « Nous pensons que notre participation aux discussions sur les différents points de l'ordre du jour et l'activité de notre Délégation pendant cette Conférence, prouvent que la Pologne a une très grande estime pour les travaux de cette Organisation inter-

nationale et veut honorer et appliquer en pratique les décisions prises par les Conférences Générales.

« Dans l'esprit de la coopération internationale la situation exige de chercher toujours un compromis, et ce n'est pas de notre faute si ce compromis n'a pas été recherché. »

Mr HOWLETT propose de reprendre la discussion sur cette question après avoir terminé les autres points de l'ordre du jour.

16. Répartition de la dotation du Bureau International entre les États

Mr HOWLETT rappelle qu'à la 12^e Conférence Générale le président du Comité International avait mentionné dans son rapport que le Comité International reprendrait l'étude du mode de répartition de la dotation financière du Bureau International entre les États membres de la Convention du Mètre.

Ainsi que les Gouvernements et les délégués en ont été informés par le commentaire qui figure au point 16 de la Convocation (*voir* p. 16), commentaire dont lecture est donnée, le Comité International n'a pu trouver une solution plus satisfaisante que la solution actuelle.

Aucune observation n'est faite à ce sujet.

17. Propositions des Délégations

Mr RIVAS MARTINEZ (Espagne) présente une proposition (p. 86) relative à l'emploi de la langue espagnole comme quatrième langue de travail à la Conférence Générale.

Cette proposition fait suite au vœu transmis au Comité International des Poids et Mesures en 1964 par le délégué du Venezuela à la Douzième Conférence Générale. Mr Vieweg, alors président du Comité International, en avait informé la Douzième Conférence Générale.

Cette demande a été par la suite examinée par le Comité International qui a exposé ses conclusions à son sujet dans le point 1 de la Convocation (*voir* p. 13), en laissant à la Conférence le soin de décider.

Mr RIVAS MARTINEZ estime que la Douzième Conférence Générale n'ayant pas fait d'objection lorsque le vœu du Venezuela a été porté à sa connaissance, celui-ci doit être considéré comme approuvé. Mr DEL CARRIL (Argentine) appuie la proposition de l'Espagne. Il considère aussi que l'absence d'opposition de la Douzième Conférence Générale ne peut être interprétée que comme un vote favorable.

Ce point de vue est contesté par la Délégation de l'Italie.

Il n'y a pas eu de vote à ce sujet, la Douzième Conférence Générale ayant été seulement informée du vœu du Venezuela sans avoir eu à se prononcer pour ou contre (lecture est donnée du paragraphe en cause dans les *Comptes rendus de la Douzième Conférence Générale*, p. 76).

Mr KERSTEN et la Délégation de l'Italie n'approuvent pas la proposition espagnole. Plusieurs Délégations s'informent des difficultés qu'entraînerait l'adoption d'une langue supplémentaire et de ses répercussions financières sur le budget du Bureau International.

Mr HOWLETT rappelle que les conditions favorables dans lesquelles se déroulent à Paris, depuis 1960, les séances des Conférences Générales sont dues à la générosité du Gouvernement français, et indique que l'interprétation simultanée dans une quatrième langue entraînerait une dépense supplémentaire de l'ordre de 10 000 francs français.

Mr RIVAS MARTINEZ n'est pas d'accord sur l'interprétation que l'on donne à la présentation du vœu du Venezuela à la Douzième Conférence Générale. D'après l'article 19 du Règlement annexé à la Convention du Mètre, la langue officielle de notre organisation est le français. Il a cependant été décidé en 1964 d'ajouter deux langues de travail pour la Conférence, pour lesquelles le Gouvernement français participe aux dépenses que cela entraîne; il n'y a donc aucune raison pour refuser d'ajouter l'espagnol qui n'a rencontré aucune opposition lorsque la demande a été présentée à la Douzième Conférence, ce qui signifie bien que cette demande a été acceptée. Il faut donc rechercher actuellement les possibilités de mettre en application ce que la Conférence Générale de 1964 a décidé, et non pas vouloir voter de nouveau sur une décision déjà acquise.

Mr TERRIEN fait remarquer que la question financière n'a pas été considérée en 1964 lorsque le vœu du Venezuela a été présenté. En tant que directeur du Bureau International, Mr TERRIEN estime qu'il ne serait pas raisonnable de prélever la dépense supplémentaire sur le budget du Bureau au détriment des crédits affectés aux travaux scientifiques.

MM. HALLIDAY (Afrique du Sud) et HONTI (Hongrie) considèrent aussi que c'est avant tout une question financière et que l'on ne peut accepter actuellement des dépenses supplémentaires.

Mr RIVAS MARTINEZ se déclare d'accord avec Mr Terrien; mais si le Gouvernement français participe aux dépenses pour deux autres langues, il n'y a pas de raison de rejeter la langue espagnole qui, répète-t-il, a été adoptée par la Douzième Conférence Générale.

Mr GIRARD (France) estime que le Gouvernement français n'a pas à être mis en cause dans un problème qui le concerne indirectement. Le Gouvernement français a simplement accepté pour faciliter le travail du Bureau International et le déroulement des séances des Conférences Générales, de prendre à sa charge les frais d'interprétation simultanée dans deux langues; de son côté, le Bureau International assure la rému-

nération des interprètes pendant les jours où il n'y a pas de séance de la Conférence. Ce geste de courtoisie à l'égard du Bureau International sera maintenu pour le moment, mais si les demandes s'accroissent nous ne pouvons assurer de le continuer.

La Délégation française s'abstiendra donc dans tout vote sur cette question.

Mr HOWLETT remercie une nouvelle fois le Gouvernement français de sa générosité et considère qu'un vote est nécessaire, car le compte rendu de la Douzième Conférence Générale ne dit rien sur les dépenses à engager.

La Conférence est alors appelée à voter sur la proposition suivante :

Proposition de la Délégation de l'Espagne

La Treizième Conférence Générale des Poids et Mesures,
considérant

que, bien que le français soit la langue officielle de la Convention du Mètre, on commence à utiliser des interprétations simultanées dans quelques langues de travail,

que pendant la Douzième Conférence Générale des Poids et Mesures (1964) la Délégation du Venezuela a proposé que la langue espagnole soit ajoutée comme troisième langue de travail à l'anglais et au russe déjà utilisés et que cette proposition n'a pas rencontré d'opposition,

que les dépenses correspondantes ne doivent pas être prélevées sur le budget ordinaire du Bureau International,

décide

1° que la dotation annuelle de l'année où se tiendra la Quatorzième Conférence Générale sera majorée de la quantité nécessaire;

2° que le Comité International des Poids et Mesures est chargé de mettre cette décision en application.

Cette proposition est rejetée par 4 voix pour (Argentine, Brésil, Espagne, Mexique), 9 contre (Allemagne, Autriche, Bulgarie, Hongrie, Italie, Norvège, Pays-Bas, Suède, Suisse) et 20 abstentions.

Après ce vote, Mr RIVAS MARTINEZ demande alors que l'on applique le règlement de la Convention du Mètre qui, d'après son article 19, stipule que le français est la seule langue officielle de notre organisation.

Mr DE BOER fait remarquer que cet article concerne la langue écrite (rapports, publications), mais n'interdit pas l'usage d'autres langues de travail dans les discussions orales. L'article 19 dit en effet : « Les rapports et les publications du Comité et du Bureau seront rédigés en langue française, et communiqués aux Gouvernements des Hautes Parties contractantes ».

Mr RIVAS MARTINEZ conteste cette interprétation restrictive du Secrétaire de la Conférence et demande que cette question soit réexaminée.

A son avis, si aucun accord ne peut être obtenu sur la proposition espagnole, il faudrait alors s'en tenir strictement au règlement de la Convention du Mètre.

18. Renouvellement par moitié du Comité International

Conformément à l'article 8 du Règlement annexé à la Convention du Mètre, la Conférence est appelée à renouveler par moitié le Comité International. Les neuf membres sortants (sept membres cooptés depuis la Conférence de 1964 et deux membres désignés par tirage au sort) sont rééligibles et le Comité International les présente aux suffrages de la Conférence. Aucune autre candidature n'a été proposée.

Au sujet du libellé des bulletins de vote distribués, les Délégations de la Pologne, de la Tchécoslovaquie et de l'U. R. S. S. font remarquer que le nom « Allemagne », qui figure en regard du nom de Mr Kersten, devrait être changé en « République Fédérale Allemande ». La Délégation de la Tchécoslovaquie s'informe d'autre part de ce qui a été fait, à la suite des interventions de plusieurs Délégations à la première séance, au sujet de la participation de la République Démocratique Allemande à cette Conférence, l'absence de ce pays n'étant pas de son fait.

Après la votation par État à bulletin secret, le scrutin est dépouillé par trois scrutateurs (délégués de l'Argentine, de la Finlande et de l'Indonésie); le résultat est le suivant :

Nombre de bulletins : 33. Ont obtenu :

	MM. CINTRA DO PRADO.....	33 voix
Membres sortants rééligibles	DUNWORTH.....	33 »
	KERSTEN.....	31 »
	NIEWODNICZANSKI.....	32 »
	NOVIKOV.....	32 »
	NUSSBERGER.....	31 »
	TOMONAGA.....	33 »
	VÄISÄLÄ.....	32 »
	VERMA.....	32 »
Divers	DE COLUBI (Venezuela).....	1 »
	KOCIAN.....	1 »
	RUDBERG.....	1 »
	SAJANIEMI.....	1 »

Les neuf membres présentés par le Comité International sont donc réélus.

8. Dotation annuelle du Bureau International pour la période 1969-1972
(suite)

Après le rejet au début de cette séance de la proposition du Comité International sur la dotation du Bureau International, Mr HOWLETT présente au nom du Comité International les deux projets de résolutions suivants :

Projet de résolution 10

La Treizième Conférence Générale des Poids et Mesures,
considérant

que pendant les séances tenues en octobre 1967 elle n'a pas décidé le montant exact des dotations du Bureau International des Poids et Mesures pour les quatre années 1969-1972,

qu'elle a reconnu la nécessité d'une augmentation annuelle d'environ 9 pour cent pendant ces quatre années pour que le Bureau International se maintienne à son niveau actuel,

mais qu'elle veut que le niveau du Bureau International s'élève avec le progrès de la métrologie en utilisant des ressources supplémentaires qui restent à définir,

décide que la partie fixe de la dotation annuelle à partir du 1^{er} janvier 1969 sera augmentée par rapport à ce qu'elle était au 1^{er} octobre 1967, de façon que l'ensemble de la partie fixe et de la partie complémentaire calculée à cette dernière date ne soit pas inférieur

en 1969 à	1 910 000 francs-or
1970	2 080 000
1971	2 270 000
1972	2 475 000

demande au Comité International des Poids et Mesures de fournir aux États de la Convention du Mètre, dans un délai inférieur à six mois, une étude documentée qui permette aux États de décider la nature et le montant des ressources supplémentaires à consacrer au Bureau International et d'apprécier les conséquences de leur décision sur l'avenir du Bureau International.

Projet de résolution 11

La Treizième Conférence Générale des Poids et Mesures,
considérant

que les séances tenues aux dates prévues n'ont pas suffi pour épuiser l'ordre du jour,

que les questions en suspens nécessitent un délai d'étude,

décide de reprendre sa session le mardi 11 juin 1968.

Le projet de résolution 10, qui ne donne lieu à aucune discussion, est soumis au vote par État. Le résultat est :

en faveur : 23 (avec les réserves de l'Argentine et du Brésil); contre : 1 (Espagne); abstentions : 9 (Australie, Inde, Indonésie, Japon, Mexique, Pologne, Royaume-Uni, Tchécoslovaquie, U. R. S. S.).

Une suspension de séance d'environ 15 minutes est alors décidée.

A la reprise de la séance, Mr HOWLETT demande à la Délégation de l'Espagne de reconsidérer son vote qui bloque le projet de résolution 10; ce vote négatif ne pourrait-il être transformé en abstention ? Mr RIVAS MARTINEZ répond que l'Espagne fait honneur à sa parole et maintient son vote.

MM. HOWLETT et DE BOER proposent alors de laisser le scrutin ouvert, car ils ne pensent pas que le Gouvernement espagnol veuille paralyser le fonctionnement de notre organisation. C'est là une question de procédure, déjà employée dans un cas semblable, et qui laisse au Gouvernement espagnol la possibilité de revenir sur la décision prise.

Mr DEL CARRIL (Argentine) s'étonne de cette proposition. Pourquoi laisser le scrutin ouvert ? Le vote de l'Espagne est parfaitement régulier puisque sa Délégation est munie de pouvoirs de son Gouvernement. Si la Conférence accepte qu'un Gouvernement puisse modifier par la suite un vote acquis en séance, cela risque de créer un précédent dangereux. La Conférence a voté et la décision est acquise.

Mr RIVAS MARTINEZ ne s'explique pas non plus ce délai supplémentaire, le Gouvernement espagnol ayant donné les pouvoirs à sa Délégation qui a exprimé son vote *dans* la Conférence conformément au règlement de la Convention du Mètre.

Mr HOWLETT répond que le projet de résolution 11 prévoit justement la suspension de cette session de la Conférence jusqu'en juin 1968.

Mr DE BOER intervient en disant que la Conférence cherche une solution aux difficultés qui se présentent pour élever le niveau du Bureau International. Un pays a voté contre le projet de résolution 10 non pas parce qu'il est contre la dotation proposée, mais pour une autre raison. Nous devons donc saisir toute possibilité qui s'offre pour que le vote de la Délégation de ce pays soit reconsidéré.

Mr GIRARD (France) constate les difficultés devant lesquelles se trouve placée la Conférence. Le point de vue du délégué de l'Argentine lui paraît justifié dans la mesure où le vote de la Délégation espagnole a été effectivement émis. La situation actuelle est du reste différente de celle qui s'est présentée en 1964 où, dans un vote sans avis contraire, certaines Délégations avaient simplement demandé un délai pour que leur gouvernement fixe leur position définitive.

Tout en comprenant aussi les arguments de Mr de Boer, Mr GIRARD ne voit donc pas que la situation présente puisse être remise en cause. La Conférence ne peut que prendre acte du vote de la Délégation espagnole.

Toutefois, il est dans le pouvoir de la Conférence d'émettre le vœu que les autorités espagnoles veuillent bien réexaminer leur position au sujet de cette question en prenant en considération l'intérêt important qu'elle présente pour le fonctionnement du Bureau International.

A la suite de cette suggestion, Mr DE BOER propose « que la Conférence Générale charge le Comité International de faire une démarche auprès du Gouvernement espagnol pour qu'il reconsidère son vote, le scrutin restant ouvert pour quelque temps ». Cette proposition est adoptée à l'unanimité par la Conférence (1).

Après accord sur un changement de date, le projet de résolution 11 décidant l'ajournement de cette session de la Conférence jusqu'au 5 juin 1968 est adopté à l'unanimité (*Résolution 11*, p. 106).

19. Questions diverses

Accord de siège. — Les commentaires mentionnés dans le 1^{er} Complément à la Convocation (point 19, p. 22) n'ont pas été évoqués en séance. Mr le Ministre des Affaires Étrangères de la République Française avait en effet informé la Conférence, dans son discours inaugural (p. 25), de l'état actuel des négociations avec le Gouvernement français et des dispositions déjà prises par celui-ci en faveur du Bureau International des Poids et Mesures en ce qui concerne l'exonération de taxes fiscales sur les achats de matériel et pour certains services.

Au sujet de la future dotation du Bureau International, Mr VERMA (Inde) souhaite qu'elle soit répartie de telle sorte que les cotisations des pays du tiers monde demeurent à leur niveau actuel, et que les pays fortement industrialisés prennent provisoirement à leur charge la différence.

Avant que la séance soit levée, Mr ASTIN propose une motion de remerciements et de félicitations à l'adresse : du président du Comité International des Poids et Mesures pour la manière dont il a dirigé les débats des séances, du directeur du Bureau International des Poids et Mesures pour les travaux du Bureau International et les résultats obtenus, du Gouvernement français pour son hospitalité si appréciée dans ce Centre de Conférences internationales, et des interprètes dont les traductions ont été si utiles à tous.

La séance est levée à 18 h et la session est ajournée jusqu'au 5 juin 1968.



(1) Le résultat de cette démarche est exposé p. 91.

CONVOCATION

pour la reprise de la session de la Treizième Conférence Générale des Poids et Mesures

Après l'ajournement de la session de la Conférence Générale, le bureau du Comité International des Poids et Mesures a adressé le 25 avril 1968 aux Ambassades des États membres de la Convention du Mètre, avec copie aux Chefs des délégations à la Conférence Générale, la convocation suivante :

MONSIEUR L'AMBASSADEUR,

Le Comité International des Poids et Mesures a l'honneur de Vous rappeler que la Treizième Conférence Générale des Poids et Mesures, qui s'est ouverte le 10 octobre 1967 à Paris, a décidé à sa cinquième séance d'interrompre sa session et de la reprendre le 5 juin 1968.

La sixième séance de la Treizième Conférence Générale aura donc lieu le

Mercredi 5 juin, à 15 h

au Centre de Conférences Internationales du Ministère des Affaires Étrangères de France, 19, avenue Kléber, Paris, 16^e, c'est-à-dire à la même place et dans les mêmes conditions que les séances précédentes (1).

Deux autres séances sont prévues :

septième séance, jeudi 6 juin à 15 h;

huitième séance, vendredi 7 juin à 10 h.

La question la plus importante qui reste à résoudre est la dotation financière du Bureau International des Poids et Mesures dans les quatre années 1969-1972, et la mise en harmonie du programme de travail et des ressources financières disponibles.

A la cinquième séance, le projet de résolution 10 (*voir* p. 88) fut soumis au vote de la Conférence Générale. Ce projet de résolution ne fut pas adopté en raison du vote contraire de l'un des États membres. Selon le vœu de la Conférence Générale, le Comité International des Poids et Mesures a fait une démarche auprès du Gouvernement de cet État; par la voie diplomatique, ce Gouvernement a informé le bureau du Comité International qu'il n'avait pas l'intention de bloquer par son vote le budget de l'Orga-

(1) Par suite des événements survenus en France en mai et juin 1968, la reprise de la session a dû être reportée au 15 octobre 1968. Le Centre de Conférences Internationales du Ministère des Affaires Étrangères n'étant pas disponible à cette date, le lieu des séances a été fixé à l'Office International des Epizooties dans une salle mise gracieusement à la disposition du Comité International par Mr R. Vittoz, directeur de cet Office.

nisation. Tenant compte du contenu du dernier paragraphe du projet de résolution 10, celui-ci pourra donc être considéré comme adopté par la Conférence Générale.

Pour préparer l'exécution du dernier paragraphe de cette Résolution 10, le Comité International des Poids et Mesures a chargé une Commission *ad hoc* de recevoir les suggestions de tous les membres du Comité International et d'étudier des propositions nouvelles en vue d'une solution. Après des échanges de vues par correspondance, cette Commission s'est réunie au Pavillon de Breteuil le 19 mars 1968. Elle a formulé des propositions qui ont été soumises aussitôt à l'approbation de tous les membres du Comité International par correspondance. C'est donc au nom de l'ensemble du Comité International que nous présentons ci-après un résumé des arguments et le projet d'une résolution 12.

Une proposition déjà faite par plusieurs délégations était de distribuer les travaux scientifiques de métrologie entre le Bureau International et les laboratoires nationaux; le développement des activités métrologiques internationales serait alors assuré par une participation plus ample des laboratoires nationaux, tandis que l'effectif du personnel du Bureau International serait maintenu à son niveau actuel. L'étude de cette proposition a montré qu'une telle distribution des travaux entre le Bureau International et les laboratoires nationaux, ainsi que leur exécution planifiée et coordonnée dans un contexte international, sont déjà largement réalisées grâce à l'activité du Comité International et des Comités Consultatifs, dans lesquels les laboratoires nationaux sont représentés. Cette participation des laboratoires nationaux dans les recherches fondamentales de métrologie est même devenue très importante; par exemple les étalons atomiques de fréquence qui ont conduit à la nouvelle définition de la seconde, et la révision et l'extension en cours de l'Échelle Internationale Pratique de Température sont étudiés activement et avec succès par les laboratoires nationaux, sans participation expérimentale du Bureau International des Poids et Mesures.

Mais la part importante prise par les laboratoires nationaux n'évite pas la nécessité de maintenir au Bureau International un laboratoire hautement qualifié, capable non seulement d'améliorer toujours la précision des comparaisons internationales, mais aussi d'entreprendre des recherches métrologiques décisives dans le cas de désaccords fondamentaux entre les grands laboratoires nationaux.

Cet argument à lui seul suffirait à démontrer la nécessité de corriger le retard de certaines des activités classiques du Bureau International par l'engagement d'un tout petit nombre de personnes supplémentaires. Il est indiscutable, par exemple, qu'un physicien et deux techniciens supplémentaires sont nécessaires pour l'accomplissement des tâches suivantes qui se sont imposées dans ces dernières années : mesure des longueurs dans la nouvelle définition du mètre avec le comparateur photo-électrique interférentiel, mesures radiométriques, réalisation de l'Échelle Internationale Pratique de Température, exécution des calculs au moyen d'un ordinateur électronique.

De plus, le Comité International des Poids et Mesures souligne encore une fois que la compétence scientifique du personnel du Bureau International est la condition première du succès de ses travaux, non seulement dans les expériences de mesure et de recherche qui sont exécutées dans ses laboratoires, mais aussi dans le rôle de centre de coordination des travaux beaucoup plus étendus qui sont exécutés par les laboratoires nationaux et qui sont discutés au sein des Comités Consultatifs. Il faut donc retenir des physiciens de qualité reconnue en les chargeant de quelques travaux de recherche choisis comme par le passé parmi ceux qui permettront de donner une solution à une question qui n'est pas résolue par les travaux des laboratoires natio-

naux, condition nécessaire pour éviter que le meilleur du personnel actuel aille chercher dans d'autres laboratoires une activité mieux conforme à ses capacités.

La conclusion est qu'on ne peut pas échapper à la nécessité de fournir au Bureau International, non seulement les dotations en accroissement annuel de 9 pour cent jusqu'à 1972 permettant de le maintenir à son niveau actuel, mais encore des ressources supplémentaires qui évitent sa décadence par stagnation.

La solution proposée par le Comité International des Poids et Mesures est conforme à la nécessité de fournir au Bureau International ces ressources supplémentaires; elle évite les objections des délégations qui s'y étaient opposées, car elle leur laisse la possibilité de payer ces sommes supplémentaires en monnaie nationale. En conséquence, le Comité International propose le projet de résolution 12 ci-dessous.

Projet de résolution 12

La Treizième Conférence Générale des Poids et Mesures,

considérant que les dotations minimales décidées par sa Résolution 10, à savoir

1 910 000	francs-or	en	1969
2 080 000	»	»	1970
2 270 000	»	»	1971
2 475 000	»	»	1972

doivent être complétées par des ressources supplémentaires destinées à assurer le développement du Bureau International des Poids et Mesures,

décide d'allouer au Bureau International, dans les quatre années 1969-1972, les sommes supplémentaires suivantes :

90 000	francs-or	en	1969
210 000	»	»	1970
350 000	»	»	1971
515 000	»	»	1972

autorise que ces sommes supplémentaires puissent être payées en monnaie nationale;

invite les États qui choisiraient d'effectuer ces paiements en monnaie nationale à donner toutes facilités pour que le Bureau International puisse les employer à la satisfaction de ses besoins.

Si les autorités compétentes de Votre Pays avaient des raisons de rejeter par un vote contraire ce compromis élaboré à grand-peine, il serait bien nécessaire que le Comité International en soit informé dans les délais aussi brefs que possible, afin qu'il ait le temps de chercher une solution qui éviterait de placer la Conférence Générale dans une impasse qui aurait des conséquences fâcheuses pour le Bureau International des Poids et Mesures et pour les États qui comptent sur son aide.

Afin que la Conférence Générale puisse apprécier pleinement les conséquences des décisions qu'elle prendra sur la dotation financière, conformément au désir exprimé dans sa Résolution 10, le Comité International a l'intention de susciter un large débat sur ses activités et sur celles du Bureau International des Poids et Mesures.

Au cours de ce débat pourront être examinées les questions suivantes :

1° commentaires sur les travaux de laboratoire que le Bureau International effectue par lui-même, et sur le « Programme de travail et budget du Bureau International dans les quatre années 1969-1972 » (décembre 1966) qui fut approuvé à la deuxième séance;

2° l'organisation des recherches en métrologie scientifique internationale, sous l'égide du Comité International et du Bureau International, et la coordination des travaux des laboratoires nationaux;

3° le rôle d'arbitre du Bureau International en cas de désaccord entre les laboratoires nationaux sur des questions fondamentales de métrologie scientifique;

4° le rôle du Comité International dans le développement du Système International d'Unités.

Nous vous prions d'agréer,

Pour le Comité International des Poids et Mesures,

Pavillon de Breteuil, 92-Sèvres]

Le Secrétaire,

J. DE BOER

Le Vice-Président,

J. M. OTERO

Le Président,

L. F. HOWLETT

Par ordre, *le Directeur du Bureau International,*

J. TERRIEN

SIXIÈME SÉANCE

DE LA CONFÉRENCE GÉNÉRALE DES POIDS ET MESURES

TENUE A L'OFFICE INTERNATIONAL DES ÉPIZOOTIES

12, rue de Prony, Paris

LE MARDI 15 OCTOBRE 1968, A 15 h 30 m

Présidence de Mr A. COUDER,

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

En ouvrant la reprise des travaux de la Conférence Générale, le PRÉSIDENT prononce l'allocution suivante :

« MESDAMES, MESSIEURS,

« Au moment où la Treizième Conférence Générale des Poids et Mesures va reprendre sa session, je dois, comme président en exercice de l'Académie des Sciences de l'Institut de France, tout d'abord saluer les savants éminents qui, de toutes parties du monde, sont venus participer à ses travaux; les remercier du concours qu'ils apportent à cette grande œuvre internationale; enfin leur souhaiter la bienvenue la plus cordiale à Paris.

« Il se trouve que, cette année, l'honneur de vous accueillir et de présider votre assemblée échoit à un astronome — à un astronome spécialement attaché à l'observation optique des astres. La Métrologie, sous sa forme récente, n'emprunte plus à l'étude des corps célestes ses étalons fondamentaux. La mesure de la Terre, les révolutions des Planètes n'offrent plus un intérêt direct pour la discipline particulière qui est l'objet de votre activité.

« Pourtant, un astronome se sentirait-il parmi vous un étranger ? Ce n'est pas mon sentiment. D'abord parce que la réalisation, la mise en œuvre de nos instruments et la discussion de nos mesures relèvent de techniques métrologiques très fines. Et aussi parce que cet astronome se réfère assez naturellement à la naissance et à la jeunesse de notre Système Métrique.

« On peut dire de ce système qu'il fut enfanté dans la douleur — comme tout être humain depuis l'Eden. Peut-être fallait-il une grande révolution politique pour provoquer l'accouchement ? Certains le croient, observant que de grands peuples qui n'ont pas connu nos troubles, au moment où s'achevait un grand siècle intellectuel, ont conservé à peu près les systèmes issus d'une très vieille tradition. Et même ici, après cinquante ans et divers changements de régime, il fallut un grand effort du pouvoir politique pour faire accepter par la masse les nouvelles unités. Les hauts fonctionnaires durent recevoir des instructions impératives. Chateaubriand le dit au livre XII

des *Mémoires d'Outre-Tombe* : « Si vous rencontrez un homme qui, au lieu d'arpents, de toises et de pieds, vous parle d'hectares, de mètres, de décimètres, vous avez mis la main sur un préfet ».

« Valéry considérait l'étude de l'Histoire comme chose inutile et même nuisible; en effet, les rancunes politiques et militaires longuement conservées ne sont pas une nourriture saine. Il en est tout autrement de l'Histoire des Sciences. La lecture des grands livres et mémoires originaux qu'il faut bien appeler nos classiques, nous donne le fondement d'une vraie culture scientifique.

« Au laboratoire, la mise en œuvre des méthodes les plus récentes ne fait que s'ajouter à des règles de travail qui sont de tous les temps, et notre progrès ne doit pas nous empêcher de saluer l'habileté de ceux qui sont venus avant nous. Delambre et Méchain se sont trompés de deux dixièmes de millimètre dans la définition initiale du mètre; Lefèvre-Gineau de 27 millièmes sur la masse volumique de l'eau. Ceux qui connaissent les instruments de travail dont ils disposaient admirent à la fois leur adresse expérimentale et leur esprit critique.

« Même ce qu'on appelle la « petite histoire » est souvent instructif et amusant. Voyez dans la correspondance de Delambre, qui allait triangulant de clocher en clocher avec son cercle de Borda, racontés ses démêlés avec des villageois méfiants, malgré les sauf-conduits et les ordres officiels de mission dont il était pourvu.

« Ces vieux travaux, et maintes aventures qui exigeaient du courage physique, sont les titres de noblesse de la Métrologie. L'activité actuelle des grands laboratoires nationaux à vocation proprement métrologique est le témoignage des besoins accrus de la Science et de la Technique contemporaines.

« Au Bureau International des Poids et Mesures est dévolu un programme de recherche, de critique, de synthèse. A cette Conférence appartient un pouvoir de sanction.

« Mesdames, Messieurs, j'ai l'honneur de déclarer ouverte la reprise de cette Treizième Conférence Générale ».

Le PRÉSIDENT donne ensuite la parole au président du Comité International des Poids et Mesures, Mr Howlett, pour résumer l'état de la situation après l'ajournement de la session en octobre 1967.

8. Dotation annuelle du Bureau International pour la période 1969-1972 (suite)

Mr HOWLETT rappelle que le Comité International avait demandé une augmentation totale de 14 pour cent chaque année de la dotation du Bureau International pour la période 1969-1972. Cette demande d'augmentation fut rejetée au début de la cinquième séance, mais un accord a pu se réaliser sur une augmentation de 9 pour cent seulement (*Résolution 10*, p. 106).

Ainsi que la Conférence Générale l'en avait chargé dans cette Résolution 10, le Comité International a désigné dans son sein une Commission *ad hoc* pour lui proposer les moyens d'obtenir des ressources supplémentaires correspondant aux 5 pour cent manquants. Les propositions de cette Commission et les conclusions auxquelles le Comité International a abouti sont résumées dans la note aux Ambassades qui est reproduite page 91.

Pendant sa réunion d'octobre 1968, le Comité International a approuvé le projet de résolution 12 (p. 93), après une modification du dernier paragraphe. Mr DE BOER donne lecture de ce projet de résolution qui devrait, de l'avis du Comité International, recueillir l'unanimité des votes.

Projet de résolution 12

(Texte du projet p. 93, modifié à la fin)

La Treizième Conférence

considérant que les dotations

décide d'allouer au Bureau

autorise que ces sommes

invite les États qui choisiraient d'effectuer ces paiements en monnaie nationale à se mettre d'accord avec le Comité International des Poids et Mesures pour qu'ils soient employés à la satisfaction des besoins du Bureau International des Poids et Mesures en tenant compte des lois du pays.

Le PRÉSIDENT demande si des délégations ont des observations à présenter.

Mr LANDOLT indique que le Gouvernement suisse est d'avis que les paiements devraient être effectués en monnaies convertibles. La Suisse votera toutefois en faveur du projet présenté, mais uniquement dans l'intérêt du compromis afin de ne pas bloquer le budget du Bureau International.

Mr DE VILLEGAS Y UZAIZ déclare que la Délégation de l'Espagne n'est pas opposée au projet; elle tient cependant à signaler que le Gouvernement espagnol souhaite que cette solution de paiements en monnaies nationales n'ait qu'un caractère exceptionnel.

Aucune autre délégation ne demandant la parole, le projet de résolution 12 est soumis à l'approbation de la Conférence Générale. Le résultat est le suivant, 35 États ayant participé au vote (1) :

en faveur : 29; abstentions : 6 (Brésil, Indonésie, Pologne, Roumanie, Tchécoslovaquie, Thaïlande). Le projet est donc adopté sans avis contraire (*Résolution 12*, p. 106).

(1) Les Délégués chargés du vote par État étaient les mêmes que ceux qui figurent dans la liste de la page 33, sauf pour les pays suivants :

<i>Afrique du Sud</i> :	MM. PRETORIUS
<i>Autriche</i> :	LANG
<i>Brésil</i> :	CINTRA DO PRADO
<i>Bulgarie</i> :	STAYKOV
<i>Corée (Rép. de)</i> :	Won Chan RAH
<i>Espagne</i> :	DE VILLEGAS Y UZAIZ
<i>Indonésie</i> :	SOEHARDJO PARTOATMODJO
<i>Pologne</i> :	SZAMOTULSKI
<i>Portugal</i> :	DE ALCANTARA CARREIRA
<i>Turquie</i> :	ETENSEL
<i>U. R. S. S.</i> :	ERMAKOV

L'Irlande, la Turquie et le Venezuela ont pris part à ce vote. La République Argentine n'était pas représentée à cette séance.

Mr CINTRA DO PRADO précise que l'abstention du Brésil est motivée par le désir de voir appliquer une répartition des parts contributives entre les parties contractantes de la Convention du Mètre différente de celle qui existe actuellement; une participation plus importante devrait être à la charge des pays fortement développés.

Plusieurs délégations font ensuite les déclarations suivantes :

La Délégation polonaise attire l'attention sur le fait que les délégués de la République Démocratique Allemande n'ont pas obtenu l'autorisation de venir en France pour assister à la reprise des séances de la Conférence Générale. Une lettre du Président du Deutsches Amt für Messwesen und Warenprüfung explique la situation ⁽²⁾. La Délégation

(2) Cette lettre, adressée au Président du Comité International des Poids et Mesures, et dont le texte a été distribué en séance, est la suivante (traduction non officielle) :

Berlin, le 1^{er} octobre 1968

MONSIEUR LE PRÉSIDENT,

Permettez-moi d'attirer votre attention sur les lettres que Monsieur le Dr Kiesewetter, Vice-ministre des Affaires Étrangères de la République Démocratique Allemande, et Monsieur le Dr Fritzsche, ancien Président du Deutsches Amt für Messwesen und Warenprüfung de la République Démocratique Allemande, vous ont adressées respectivement le 21 septembre 1967 et le 22 septembre 1967.

Dans sa lettre, Monsieur le Vice-ministre des Affaires Étrangères de la République Démocratique Allemande vous a communiqué la composition de la délégation de la République Démocratique Allemande à la 13^e Conférence Générale des États membres de la Convention internationale du Mètre et vous a prié de vous employer dans le cadre des dispositions de l'article 16 du règlement additionnel à la Convention pour que la délégation de la République Démocratique Allemande puisse participer sur un pied d'égalité à la 13^e Conférence Générale.

Dans la lettre de Monsieur le Dr Fritzsche, celui-ci a exposé une fois de plus la position juridique de la République Démocratique Allemande en ce qui concerne son adhésion à la Convention internationale du Mètre et souligné la nécessité d'accorder à la République Démocratique Allemande tous les droits qui lui appartiennent en tant que membre égal en droit à la Convention internationale du Mètre.

A mon plus grand regret l'on n'a ni admis les délégués de la République Démocratique Allemande à la Conférence Générale ni répondu aux lettres susmentionnées.

Étant donné que la 13^e Conférence Générale reprendra prochainement sa session, le Deutsches Amt für Messwesen und Warenprüfung de la République Démocratique Allemande a fait tous les préparatifs pour obtenir les visas d'entrée en France. Dans un télégramme du 19 juillet 1968, Monsieur le Directeur du Bureau International des Poids et Mesures a été informé de la composition de la délégation de la République Démocratique Allemande et prié de faire tout son possible pour que la délégation de la République Démocratique Allemande puisse participer à ladite session.

Cette fois-ci encore, le Bureau allié de Circulation à Berlin-Ouest a refusé les visas qui permettraient une participation à la session prévue à Paris au cours du mois présent. Je proteste le plus énergiquement contre cet acte arbitraire.

Je vous prie, Monsieur le Président, de bien vouloir intervenir sans délais, conformément à l'article 16 du règlement additionnel à la Convention, auprès du Ministère des Affaires Étrangères de la République Française afin que, dans l'intérêt de la coopération scientifique dans le domaine de la métrologie, une participation de la délégation de la République Démocratique Allemande puisse être assurée malgré le peu de temps qui reste. A toute heure, la délégation de la République Démocratique Allemande est prête à participer à ladite session de la 13^e Conférence Générale.

Je vous prie, Monsieur le Président, de porter la présente et les lettres précédentes du mois de septembre 1967 à la connaissance des délégués de la prochaine session de la 13^e Conférence Générale.

En espérant que le Comité International des Poids et Mesures prendra toutes les mesures pour assurer une coopération égale en droit de la République Démocratique Allemande dans tous les organes de la Convention internationale du Mètre, je vous prie d'agréer...

Signé : DR LINDENHAYN

polonaise demande que tout soit fait pour que la R. D. A. puisse participer à cette session et aux sessions futures.

La Délégation hongroise intervient dans le même sens et rappelle sa déclaration faite à la première séance; elle espère que les possibilités seront données aux métrologistes allemands de la R. D. A. pour pouvoir participer aux travaux de la Conférence Générale.

La Délégation soviétique note que la R. D. A. paie ses contributions à l'entretien du Bureau International et participe à ses travaux, mais on lui refuse le droit de participer à ceux de la Conférence Générale. Cette situation se prolonge depuis de nombreuses années; il faut donc arriver à une solution et la Délégation soviétique souhaite que le Gouvernement français n'y fasse pas obstacle.

La Délégation roumaine s'associe aux déclarations précédentes et regrette que la R. D. A. ne puisse participer aux travaux de notre Organisation à caractère uniquement scientifique. Elle renouvelle sa protestation contre cette situation.

MR KERSTEN : « Au nom de notre Délégation allemande je crois qu'il n'est pas nécessaire de répéter mon intervention à la première séance de notre Conférence Générale en octobre 1967. Encore une fois je regrette beaucoup cette situation mauvaise. Mais seuls les Gouvernements peuvent changer ces conditions de la politique internationale. »

La Délégation tchécoslovaque se joint aux opinions exprimées par les Délégations qui ont soutenu les droits légitimes de la R. D. A.

Le PRÉSIDENT indique que toutes ces interventions figureront dans les comptes rendus de la Conférence Générale. Il remarque qu'il n'y a aucune opposition de la part du Gouvernement français dans cette situation qui résulte d'un fait international.

Activités du Comité International des Poids et Mesures et du Bureau International depuis la 5^e séance; caractère coordinateur de ces activités sur le plan métrologique mondial

MR TERRIEN, directeur du Bureau International, présente l'exposé suivant :

« A chacune de ses sessions la Conférence Générale reçoit un rapport sur les activités du Comité International des Poids et Mesures et du Bureau International; le rapport du Président du Comité International couvrant la période octobre 1964 à octobre 1967 vous a été présenté à la première séance, le 10 octobre 1967. Voici maintenant les principaux faits intervenus depuis un an.

« Je ne m'étendrai pas sur les travaux expérimentaux de comparaisons et d'étalonnages effectués dans les laboratoires du Bureau International; ces travaux sont nécessaires, ils continuent, progressent et occupent toujours une grande partie du temps du personnel.

« Je désire plutôt insister sur un aspect moins connu et d'importance croissante des activités du Comité International, aspect qui concerne l'action de coordination internationale qu'exerce le Comité International dans l'amélioration des mesures physiques et de leurs étalons. Cette action met en jeu un grand nombre de laboratoires mondiaux, non seulement les laboratoires qui ont la charge des étalons nationaux, mais aussi des laboratoires universitaires et industriels, car la métrologie scientifique d'aujourd'hui est devenue une métrologie complexe et variée qui ne peut aboutir à des résultats que par une collaboration mondiale. Il est donc nécessaire de disposer d'un *centre de coordination* pour rassembler et confronter les travaux effectués par le monde, discuter leurs résultats et se mettre d'accord sur les décisions à proposer éventuellement aux Gouvernements. Le Comité International des Poids et Mesures, qui est en contact direct avec les Gouvernements depuis 1875, a pris à sa charge cette coordination mondiale.

« Le Bureau International, établissement scientifique et permanent, participe également à cette œuvre; ses physiciens et métrologistes compétents maintiennent avec les laboratoires nationaux, par des visites et par correspondance, les étroits contacts nécessaires pour réaliser cette coordination. La quarantaine de fonctionnaires du Bureau International est donc peu de chose en regard de l'importance de l'activité métrologique répartie dans le monde.

« L'énumération des réunions internationales qui se sont tenues récemment au Bureau International me servira à illustrer par des exemples concrets ce que signifie cette coordination mondiale dans les recherches métrologiques et dans le progrès des mesures physiques.

« Le *Groupe de travail pour les grandeurs aux radiofréquences* s'est réuni du 23 au 25 septembre 1968. Cette métrologie a pris une importance énorme dans quelques pays, par exemple dans les laboratoires de Boulder du National Bureau of Standards, et le Comité International a reçu des demandes en vue d'ajouter une nouvelle section au Bureau International pour s'occuper de ces grandeurs. Le Comité International a laissé à son Comité Consultatif d'Électricité le soin de créer le Groupe de travail ci-dessus qui a déjà organisé des mesures comparatives de diverses grandeurs (puissance, constante diélectrique, atténuation, etc.) à des fréquences de 1 MHz à 10 GHz, en général au moyen d'instruments transportables. Le Bureau International ne participe pas à ces comparaisons internationales mais il en suit le déroulement, prépare les réunions, et en publie les résultats.

« Les mesures électriques reposent sur des étalons matériels. Le Bureau International, qui effectue périodiquement la comparaison des étalons nationaux, peut étalonner et certifier des étalons pour les pays qui ne possèdent pas de grand laboratoire national.

« Des découvertes récentes permettent de contrôler la permanence des étalons matériels en faisant appel à des constantes physiques naturelles; ces dernières ne sont toutefois pas facilement accessibles et leur utilisation exige des physiciens compétents et des installations particulièrement étudiées.

« Parmi ces constantes, le coefficient gyromagnétique du proton (γ_H) présente un intérêt particulier en permettant, par la mesure d'une fréquence, de déterminer un champ d'induction magnétique, ou de contrôler l'intensité d'un courant dans une bobine, par référence à une constante invariable par nature. Il est donc important que tous les utilisateurs adoptent la même valeur. Sur la proposition de son *Groupe de travail du coefficient gyromagnétique du proton* qui s'est réuni du 27 au 30 septembre 1968, le Comité Consultatif d'Électricité a recommandé une nouvelle valeur de γ_H , plus précise et plus exacte que celle qui fut recommandée en 1963.

« L'effet Josephson dans les supraconducteurs permettra bientôt un contrôle analogue de la stabilité des étalons de force électromotrice, encore par une mesure de fréquence.

« Le *Comité Consultatif d'Électricité* a tenu sa 12^e session du 1^{er} au 3 octobre 1968. Il a examiné les rapports sur les comparaisons triennales des étalons de résistance (étalons de 1 Ω en manganine) et de force électromotrice (éléments Weston) de dix laboratoires nationaux. Il a approuvé la proposition du Bureau International d'un changement

de 11×10^{-6} apporté à la valeur attribuée aux étalons du volt du Bureau International. En effet, les mesures électriques absolues ont progressé (notamment par l'emploi du condensateur à capacité calculable de Lampard-Thompson) et le moment est venu d'améliorer les valeurs attribuées aux étalons de référence qui sont le point de départ de presque toutes les mesures électriques. Les laboratoires nationaux ont annoncé leur intention de changer eux aussi les valeurs attribuées à leurs étalons, de façon à faire disparaître les petites différences entre leurs étalons et ceux du Bureau International; tous ces étalons seront à la fois cohérents et en accord avec les mesures absolues, c'est-à-dire conformes à la définition théorique des unités électriques, à quelques millièmes près.

« Dans le domaine de la spectrométrie nucléaire, un travail important est en cours au Bureau International pour la mesure des énergies α de radioéléments destinés à fournir les spectres étalons qui sont nécessaires dans les spectromètres α .

« Le Groupe de travail pour les étalons d'énergie α a réuni les 7 et 8 octobre 1968 les quelques spécialistes des mesures absolues d'énergie α . Ces spécialistes ont discuté avec A. Rytz sur l'appareillage spécialement construit au Bureau International pour ces mesures, et préparé leur coopération, par exemple par la fourniture de sources radioactives; ils ont constaté qu'aucun autre laboratoire dans le monde n'a entrepris de telles mesures dont le besoin est pourtant aigu en physique nucléaire.

« Les mesures de *temps* et de *fréquence* n'entrent pas dans les activités expérimentales du Bureau International, mais le Comité International a eu à s'occuper de la définition de la seconde. La réalisation d'échelles de temps (temps atomique conforme à la définition de la seconde, et temps universel affecté par les irrégularités de la rotation de la Terre) est par ailleurs une nécessité scientifique et pratique importante; il faut donc assurer la coordination des émissions de fréquences étalons et des signaux horaires diffusés par les différentes stations radioélectriques mondiales. Des organisations telles que l'Union Astronomique Internationale, l'Union Radioscopique Internationale, le Comité Consultatif International des Radiocommunications ont chacune un domaine de compétence particulier qui ne permet à aucune d'elles d'envisager le problème dans son ensemble. C'est pourquoi elles se sont tournées vers le Comité International qui vient de provoquer la réunion d'une douzaine d'experts. Cette réunion tenue à Sèvres les 10 et 11 octobre 1968 est parvenue à concilier des opinions en apparence contradictoires, et à proposer des solutions pratiques qui, approuvées par le Comité International, pèseront fortement sur les décisions qui seront prises dans les divers pays.

« Cette brève revue des activités du Comité International des Poids et Mesures et du Bureau International depuis octobre 1967 montre que la Conférence Générale ne doit pas penser uniquement aux laboratoires et au personnel du Bureau International, mais aussi à leur œuvre de coordination qui s'étend dans des directions bien plus variées, coordination qui favorise l'efficacité des travaux de plus en plus nombreux effectués dans le monde pour le plus grand bien des progrès de la métrologie. »

Aucune observation n'étant faite sur ce rapport, le PRÉSIDENT remercie Mr Terrien de cet intéressant exposé qui montre l'importance du travail effectué dans les douze mois écoulés.

11. Système International d'Unités (suite)

A la suite de la demande présentée par la Belgique à la quatrième séance (p. 75), Mr HOWLETT présente le projet d'un document de travail intitulé « Le Système International d'Unités » dont un exemplaire multi-copié a été remis aux délégués. Ce document constitue, dans sa rédaction

provisoire, un exposé d'ensemble sur l'état actuel du SI et rassemble toutes les Résolutions de la Conférence Générale et les Recommandations du Comité International depuis l'établissement de ce système. Le Comité Consultatif des Unités sera appelé à examiner en détail ce document pour lequel les commentaires des délégués à la Conférence Générale sont sollicités.

Le Comité International estime qu'un tel document favorisera la diffusion mondiale du SI comme système de mesures unique, non seulement dans le domaine scientifique mais aussi dans les domaines industriels et commerciaux, et évitera que se développent les entorses à ce système.

Le PRÉSIDENT constate que l'ordre du jour est épuisé. Il remercie le président du Comité International des Poids et Mesures et le directeur du Bureau International, ainsi que tous les Délégués, et déclare close la Treizième session de la Conférence Générale des Poids et Mesures.

La séance est levée à 16 h 45 m.



RÉSOLUTIONS ADOPTÉES
PAR LA 13^e CONFÉRENCE GÉNÉRALE

Système International d'Unités (SI)

Unité de temps (seconde)

RÉSOLUTION

La Treizième Conférence Générale des Poids et Mesures,

CONSIDÉRANT

que la définition de la seconde décidée par le Comité International des Poids et Mesures à sa session de 1956 (Résolution 1) et ratifiée par la Résolution 9 de la Onzième Conférence Générale (1960), puis maintenue par la Résolution 5 de la Douzième Conférence Générale (1964) ne suffit pas aux besoins actuels de la métrologie,

qu'à sa session de 1964 le Comité International des Poids et Mesures, habilité par la Résolution 5 de la Douzième Conférence Générale (1964), a désigné pour répondre à ces besoins un étalon atomique de fréquence à césium à employer temporairement,

que cet étalon de fréquence est maintenant suffisamment éprouvé et suffisamment précis pour servir à une définition de la seconde répondant aux besoins actuels,

que le moment est venu de remplacer la définition actuellement en vigueur de l'unité de temps du Système International d'Unités par une définition atomique fondée sur cet étalon,

DÉCIDE

1^o L'unité de temps du Système International d'Unités est la seconde définie dans les termes suivants :

« La seconde est la durée de 9 192 631 770 périodes de la radiation correspondant à la transition entre les deux niveaux hyperfins de l'état fondamental de l'atome de césium 133 ».

2^o La Résolution 1 adoptée par le Comité International des Poids et Mesures à sa session de 1956 et la Résolution 9 de la Onzième Conférence Générale des Poids et Mesures sont abrogées.

RÉSOLUTION 2

La Treizième Conférence Générale des Poids et Mesures,

CONSIDÉRANT *que l'étalon de fréquence à césium est encore perfectible et que des expériences en cours autorisent l'espoir de réaliser d'autres étalons ayant des qualités encore meilleures pour servir à définir la seconde,*

INVITE *les organisations et laboratoires experts dans le domaine des étalons atomiques de fréquence à poursuivre activement leurs études.*

Unité de température thermodynamique (kelvin)

RÉSOLUTION 3

La Treizième Conférence Générale des Poids et Mesures,

CONSIDÉRANT

les noms « degré Kelvin » et « degré », les symboles « °K » et « deg » et leurs règles d'emploi contenus dans la Résolution 7 de la Neuvième Conférence Générale (1948), dans la Résolution 12 de la Onzième Conférence Générale (1960) et la décision prise par le Comité International des Poids et Mesures en 1962 (Procès-Verbaux, 30, p. 27),

que l'unité de température thermodynamique et l'unité d'intervalle de température sont une même unité qui devrait être désignée par un nom unique et par un symbole unique,

DÉCIDE

1° l'unité de température thermodynamique est désignée sous le nom « kelvin » et son symbole est « K »;

2° ce même nom et ce même symbole sont utilisés pour exprimer un intervalle de température;

3° un intervalle de température peut aussi s'exprimer en degrés Celsius;

4° les décisions mentionnées au premier considérant concernant le nom de l'unité de température thermodynamique, son symbole et la désignation de l'unité pour exprimer un intervalle ou une différence de température sont abrogées, mais les usages qui sont la conséquence de ces décisions restent admis temporairement.

RÉSOLUTION 4

La Treizième Conférence Générale des Poids et Mesures,

CONSIDÉRANT qu'il est utile de formuler dans une rédaction explicite la définition de l'unité de température thermodynamique contenue dans la Résolution 3 de la Dixième Conférence Générale (1954),

DÉCIDE d'exprimer cette définition de la façon suivante :

« Le kelvin, unité de température thermodynamique, est la fraction $1/273,16$ de la température thermodynamique du point triple de l'eau ».

Unité d'intensité lumineuse (candela)

RÉSOLUTION 5

La Treizième Conférence Générale des Poids et Mesures,

CONSIDÉRANT

la définition de l'unité d'intensité lumineuse ratifiée par la Neuvième Conférence Générale (1948) et contenue dans la « Résolution concernant le changement des unités photométriques » adoptée par le Comité International des Poids et Mesures en 1946 (Procès-Verbaux, 20, p. 119) en vertu des pouvoirs conférés par la Huitième Conférence Générale (1933),

que cette définition fixe bien la grandeur de l'unité d'intensité lumineuse mais prête à des critiques d'ordre rédactionnel,

DÉCIDE d'exprimer la définition de la candela de la façon suivante :

« La candela est l'intensité lumineuse, dans la direction perpendiculaire, d'une surface de $1/600\,000$ mètre carré d'un corps noir à la température de congélation du platine sous la pression de $101\,325$ newtons par mètre carré. »

Unités dérivées

RÉSOLUTION 6

La Treizième Conférence Générale des Poids et Mesures,

CONSIDÉRANT qu'il est utile de citer d'autres unités dérivées dans la liste du paragraphe 1° de la Résolution 12 de la Onzième Conférence Générale (1960),

DÉCIDE d'y ajouter :

Nombre d'ondes.....	1 par mètre	m^{-1}
Entropie.....	joule par kelvin	J/K
Chaleur massique.....	joule par kilogramme kelvin	J/(kg·K)
Conductivité thermique.....	watt par mètre kelvin	W/(m·K)
Intensité énergétique.....	watt par stéradian	W/sr
Activité (d'une source radioactive).....	1 par seconde	s^{-1}

Abrogation de décisions antérieures (micron, bougie nouvelle)

RÉSOLUTION 7

La Treizième Conférence Générale des Poids et Mesures,

CONSIDÉRANT que les décisions prises ultérieurement par la Conférence Générale concernant le Système International d'Unités contredisent quelques parties de la Résolution 7 de la Neuvième Conférence Générale (1948),

DÉCIDE en conséquence de retirer de la Résolution 7 de la Neuvième Conférence :

1° le nom d'unité « micron », et le symbole « μ » qui fut attribué à cette unité et qui est devenu un préfixe;

2° le nom d'unité « bougie nouvelle ».

Échelle Internationale Pratique de Température (révision prochaine)

RÉSOLUTION 8

La Treizième Conférence Générale des Poids et Mesures,

CONSIDÉRANT

qu'il est urgent de réviser l'Échelle Internationale Pratique de Température de 1948 comme l'a déjà constaté la Douzième Conférence Générale (1964) dans sa Résolution 10,

que les laboratoires compétents se sont maintenant mis d'accord sur les grandes lignes de la révision de cette Échelle,

DONNE POUVOIR au Comité International des Poids et Mesures de prendre les décisions nécessaires pour que soit mise en vigueur dès que possible une nouvelle Échelle Internationale Pratique de Température (1).

Colorimétrie et radiométrie

RÉSOLUTION 9

La Treizième Conférence Générale des Poids et Mesures,

CONSIDÉRANT que la photométrie doit tenir compte des principes et des techniques de la colorimétrie et de la radiométrie,

APPROUVE l'intention exprimée par le Comité International des Poids et Mesures en 1965 (Procès-Verbaux, 33, p. 21) d'inclure dans ses activités et dans celles du Bureau International des Poids et Mesures les aspects métrologiques fondamentaux de la colorimétrie et de la radiométrie.

(1) Voir p. A 1, le texte de l'« Échelle Internationale Pratique de Température de 1968 » adopté par le Comité International à sa 57^e session (octobre 1968).

Dotation du Bureau International pour la période 1969-1972.

RÉSOLUTION 10

La Treizième Conférence Générale des Poids et Mesures,

CONSIDÉRANT

que pendant les séances tenues en octobre 1967 elle n'a pas décidé le montant exact des dotations du Bureau International des Poids et Mesures pour les quatre années 1969-1972,

qu'elle a reconnu la nécessité d'une augmentation annuelle d'environ 3 pour cent pendant ces quatre années pour que le Bureau International se maintienne à son niveau actuel,

mais qu'elle veut que le niveau du Bureau International s'élève avec le progrès de la métrologie en utilisant des ressources supplémentaires qui restent à définir,

DÉCIDE que la partie fixe de la dotation annuelle à partir du 1^{er} janvier 1969 sera augmentée par rapport à ce qu'elle était au 1^{er} octobre 1967, de façon que l'ensemble de la partie fixe et de la partie complémentaire calculée à cette dernière date ne soit pas inférieur

en 1969 à	1 910 000	francs-or
1970	2 080 000	
1971	2 270 000	
1972	2 475 000	

DEMANDE au Comité International des Poids et Mesures de fournir aux États de la Convention du Mètre, dans un délai inférieur à six mois, une étude documentée qui permette aux États de décider la nature et le montant des ressources supplémentaires à consacrer au Bureau International et d'apprécier les conséquences de leur décision sur l'avenir du Bureau International.

RÉSOLUTION 11

La Treizième Conférence Générale des Poids et Mesures,

CONSIDÉRANT

que les séances tenues aux dates prévues n'ont pas suffi pour épuiser l'ordre du jour, que les questions en suspens nécessitent un délai d'étude,

DÉCIDE de reprendre sa session le mercredi 5 juin 1968.

RÉSOLUTION 12

La Treizième Conférence Générale des Poids et Mesures,

CONSIDÉRANT que les dotations minimales décidées par sa Résolution 10, à savoir

1 910 000	francs-or	en	1969
2 080 000	»	»	1970
2 270 000	»	»	1971
2 475 000	»	»	1972

doivent être complétées par des ressources supplémentaires destinées à assurer le développement du Bureau International des Poids et Mesures,

DÉCIDE d'allouer au Bureau International, dans les quatre années 1969-1972, les sommes supplémentaires suivantes :

90 000	francs-or en	1969	
210 000	»	»	1970
350 000	»	»	1971
515 000	»	»	1972

AUTORISE que ces sommes supplémentaires puissent être payées en monnaie nationale;

INVITE les États qui choisiraient d'effectuer ces paiements en monnaie nationale à se mettre d'accord avec le Comité International des Poids et Mesures pour qu'ils soient employés à la satisfaction des besoins du Bureau International des Poids et Mesures en tenant compte des lois du pays.

Les récents progrès du Système Métrique

Par H. MOREAU

Bureau International des Poids et Mesures

Résumé. — Situation du SI dans les pays membres de la Convention du Mètre. Progrès du Système Métrique dans le monde : Royaume-Uni, Irlande, États-Unis d'Amérique, Canada, Afrique, Asie et Australasie.

Système International d'Unités (SI)

Suivant l'approbation donnée par la 12^e Conférence Générale des Poids et Mesures, le Bureau International a effectué en 1965 une enquête sur la situation du SI dans les pays membres de la Convention du Mètre; environ trois-quarts des pays consultés — métriques ou non — ont répondu (1). Le résultat de cette enquête, complété par quelques informations récentes, est résumé dans le tableau suivant qui montre qu'en octobre 1968 le SI était légalement adopté dans 16 pays métriques.

États membres de la Convention du Mètre où le SI est légalement adopté

Allemagne (Rép. Démocratique).....	Loi du 14 août 1958 (2)
Autriche.....	Loi N° 152 du 5 juillet 1950 (2)
Bésil.....	Décret N° 52 423 du 30 août 1963
Bulgarie.....	Norme d'État BDS 3 952-65
Espagne.....	Loi du 8 novembre 1967
Finlande.....	Loi N° 219 du 14 avril 1965 et Décret N° 312 du 4 juin 1965
France.....	Décret N° 61-501 du 3 mai 1961, modifié par le Décret N° 66-16 du 5 janvier 1966
Hongrie.....	Décret N° 50 du 18 novembre 1960 (2)
Inde.....	Loi N° 89 du 28 décembre 1956 (2), modifiée par la loi N° 54 du 30 dé- cembre 1964

(1) Les réponses et les commentaires reçus à l'époque ont été rassemblés dans un document multi-copié qui a été envoyé le 14 octobre 1965 aux Services métrologiques nationaux et à quelques organisations nationales et internationales intéressées.

(2) Lois antérieures aux décisions de la 11^e Conférence Générale des Poids et Mesures (octobre 1960), mais qui tiennent compte, dans l'ensemble, des recommandations internationales qui ont servi de base à l'établissement du SI.

Japon.....	1966
Pologne.....	Décret N° 154 du 23 juin 1966
Roumanie.....	Décision ministérielle N° 550 du 6 septembre 1961
Tchécoslovaquie.....	Loi N° 35 du 29 mars 1962; Norme ČSN 011300
U. R. S. S.....	Norme d'État GOST 9 867-61 (*)
Venezuela.....	Loi du 9 décembre 1964
Yougoslavie.....	Loi du 15 novembre 1961

Dans la plupart des autres pays métriques consultés, le SI est considéré comme légalement facultatif ou est simplement recommandé dans les normes nationales. Huit de ces pays (Allemagne (Rép. Fédérale), Belgique, Italie, Norvège, Pays-Bas, Portugal, Suisse, Thaïlande) prévoient, dans un avenir plus ou moins proche, la révision de leur loi sur les unités de mesure afin de donner un caractère légal et obligatoire au SI; le projet de la nouvelle loi allemande a été publié en 1966.

En Colombie, le SI a été adopté en 1967 (décret gouvernemental N° 1731 du 19 septembre); un délai de quatre années est prévu pour la généralisation de son emploi.

Dans les pays non métriques l'utilisation du SI est facultative, au même titre que les mesures métriques en général; (la loi australienne de 1960-1964 donne la définition des principales unités SI concurremment avec celle des unités britanniques, et la British Standards Institution a édité en 1964 une norme consacrée au SI). Le développement de ce système est suivi avec intérêt dans ces pays, et son emploi est accueilli favorablement dans les milieux scientifiques et techniques.

Depuis son adoption en 1960 par la 11^e Conférence Générale, le SI — forme moderne du Système Métrique constituée par un choix rationnel d'unités métriques — s'implante progressivement dans les pays métriques en remplacement des systèmes antérieurs, malgré les difficultés dues aux inconvénients du changement pour certaines unités traditionnelles, notamment celles de force et de chaleur.

Appelé sans aucun doute à être choisi par les pays qui envisagent de changer leur système de mesure traditionnel, le SI apparaît donc comme l'unique langage international des mesures des années à venir.

Progrès du Système Métrique dans le monde

La controverse métrique, ranimée peu après la Seconde Guerre mondiale dans les pays anglo-saxons, a atteint ces dernières années une ampleur inhabituelle. Les nombreux articles publiés dans la presse d'information et dans les revues scientifiques, techniques et autres pour ou contre l'adoption du Système Métrique dans ces pays, montrent l'intérêt que suscite de nouveau cette question à la suite de l'évolution des situations politiques et économiques dans différentes parties du monde.

Avant de résumer les principales décisions pro-métriques intervenues depuis 1964, ainsi que quelques décisions antérieures dont nous n'avons eu connaissance que récemment, mentionnons à titre d'information que la *décimalisation de la monnaie*, réforme qui précède bien souvent celle des poids et mesures, a été réalisée dans les pays suivants : Aden (1965), Afrique du Sud (mai 1961), Australie (février 1966, la fin de la période de la double monnaie ayant expiré en août 1967), Bahamas (mai 1966), Ghana

(*) Un projet de Norme d'État unique sur les unités de mesure, publié en 1967, est actuellement en cours d'examen.

(juillet 1965, la nouvelle monnaie étant entrée en application en février 1967), Nouvelle-Zélande (juillet 1967), Pakistan (janvier 1961). L'introduction d'une monnaie décimale est également prévue aux Iles Fidji (janvier 1969), en Rhodésie (1970), au Royaume-Uni (février 1971) (1), en Irlande (février 1971) et en Zambie (1968).

Royaume-Uni. — Depuis la publication en 1951 du « Report of the Committee on Weights and Measures Legislation » qui recommandait l'abolition de l'« Imperial System » en faveur des mesures métriques (2), l'événement pro-métrique le plus important est sans conteste la décision prise par le Gouvernement britannique en 1965 à la suite des conclusions des rapports présentés par la British Standards Institution et la Federation of British Industries. C'est en effet le 24 mai 1965 que le président du Board of Trade fit à la Chambre des Communes la déclaration suivante relative à l'application du Système Métrique au Royaume-Uni :

« The Government are impressed with the case which has been put to them by the representatives of industry for the wider use in British industry of the metric system of weights and measures. Countries using that system now take more than one-half of our exports; and the total proportion of world trade conducted in terms of metric units will no doubt continue to increase. Against that background the Government consider it desirable that British industries on a broadening front should adopt metric units, sector by sector, until that system can become in time the primary system of weights and measures for the country as a whole.

« We are also considering how we can best encourage the educational work to familiarise future school generations and students in technological establishments with working in terms of metric units.

« Practical difficulties attending the change-over will, of course, mean that this process must be gradual; but the Government hope that within ten years the greater part of the country's industry will have effected the change. To this end they propose to establish a small standing joint committee of representatives of Government Departments and industry to facilitate the removal of obstacles and to keep under constant review the progress which is being achieved.

« The Government will keep in touch with Commonwealth Governments on this matter. »

Dès que cette prise de position gouvernementale fut connue, les organismes officiels et privés concernés se sont mis aussitôt à l'œuvre. Un important travail a déjà été effectué par la British Standards Institution en ce qui concerne la révision des normes industrielles et techniques et leur conversion en unités métriques. Divers secteurs industriels ont déjà préparé des programmes de conversion; c'est ainsi que dans l'industrie du bâtiment les architectes commenceront à concevoir leurs plans en

(1) Voir à ce sujet : HAWLEY (E. T.), New decimal coinage, *The Monthly Review*, G. B., 76, N° 4, 1968, pp. 75-78.

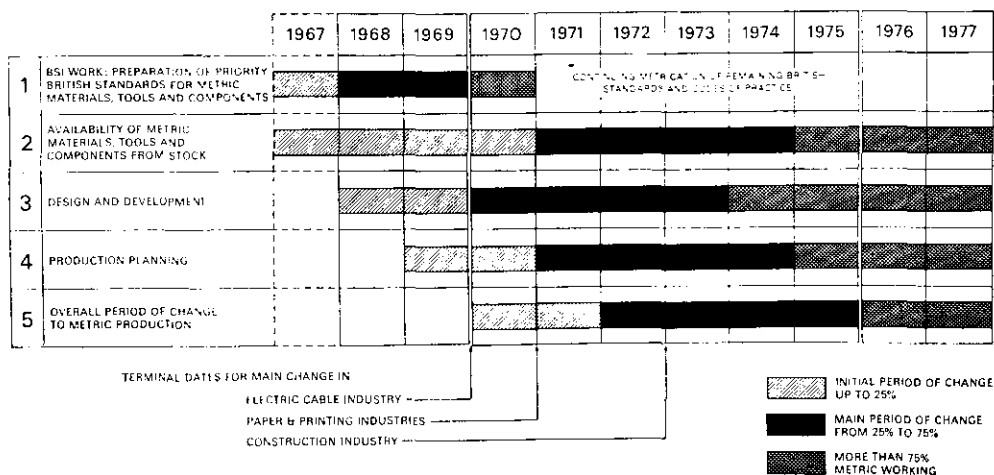
(2) Voir un résumé du chapitre 2 (« The adoption of the Metric System ») de ce rapport dans *Les récents progrès du Système Métrique* (1978-1954), pp. 40-43. A l'époque (novembre 1952), le Gouvernement britannique n'avait pas donné suite à cette recommandation.

Rappelons toutefois que depuis 1963 (« Weights and Measures Act 1963 ») le yard et le pound sont légalement définis en fonction du mètre et du kilogramme par les relations suivantes :

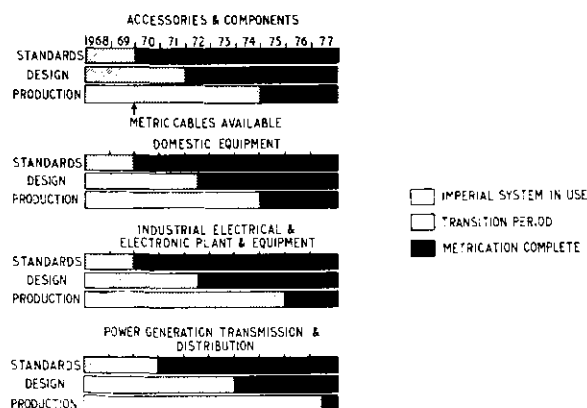
$$\begin{aligned} 1 \text{ yard} &= 0,9144 \text{ mètre exactement,} \\ 1 \text{ pound} &= 0,45359237 \text{ kilogramme exactement.} \end{aligned}$$

mesures métriques au début de 1969, que les chantiers travailleront de même dès 1970, et que la conversion sera définitive en 1972. Dans l'industrie mécanique, le changement doit intervenir en 1970 et être achevé en 1975. Les papetiers et les imprimeurs utiliseront progressivement les mesures métriques à la fin de 1970. A partir de 1969, les

**THE ADOPTION OF THE METRIC SYSTEM IN
ENGINEERING: BASIC PROGRAMME**



**DRAFT TIMETABLE FOR
CHANGEOVER IN ELECTRICAL INDUSTRY**



normes métriques seront appliquées pour tous les travaux routiers relevant du Ministère des Transports. Dans la technique de l'éclairage, l'édition 1968 du Code britannique utilise les mesures métriques.

Un résumé des premières étapes de la réforme métrique a été publié en 1967 par le directeur de la British Standards Institution (6); les graphiques ci-dessus montrent les programmes prévus pour la conversion métrique dans certaines industries.

(6) BINNEY (H. A. R.), Les deux premières années de la conversion au Système Métrique, *Courrier de la Normalisation* (Paris), juillet-août 1967, pp. 471-474.

Limitée pour le moment au domaine industriel (les mesures métriques étant par ailleurs largement employées dans les domaines scientifique, pharmaceutique, médical et de l'optique), la réforme métrique devra nécessairement être étendue par la suite au domaine commercial en général et au commerce de détail en particulier, secteurs où la conversion touchera plus directement le peuple anglais.

Dans ce but et afin de provoquer une décision gouvernementale jugée indispensable par les progrès métriques déjà réalisés dans l'industrie depuis 1965, le « Standing Joint Committee on Metrication » a présenté en mai 1968 au Ministre de la Technologie un rapport dont les conclusions sont les suivantes (1) :

« 1. The Government should indicate the end of 1975 as the guideline date for the adoption of the metric system by the country as a whole, it being understood that programmes for the changeover should be devised by those concerned, sector by sector within the economy, against this guideline date. These programmes may, on detailed examination of the problems involved, aim at an earlier or later date.

« 2. Planning bodies representing all interests concerned with a particular sector of the economy should be established to identify the problems, and to prepare sector programmes of change against the guideline date of 1975. A Metrication Board should be established under the sponsorship of a central department of Government with its own full-time staff to oversee, stimulate and co-ordinate the sector planning bodies. The Board should thus be the central planning agency, and be responsible for preparing the public for the change.

« 3. Enabling legislation, specifying the metric units to be used and permitting the necessary changes to be made in all sectors by statutory instrument, should have an appointed day not later than January 1971. »

Ces recommandations ont été acceptées par le Gouvernement le 26 juillet 1968, notamment la création d'un « Metrication Board ».

Un siècle après l'adoption de la loi de 1864 qui permettait l'emploi des mesures métriques sans encourir de pénalités et 70 ans après celle de 1897 qui a légalisé l'emploi facultatif du Système Métrique, la « Grande-Bretagne décimale et métrique » est en train de devenir une réalité.

Irlande. — Le Gouvernement irlandais a également considéré la question d'un emploi plus généralisé des mesures métriques — légales à titre facultatif depuis 1897 — dans l'économie irlandaise; il a publié à ce sujet, le 12 janvier 1968, la déclaration suivante :

« The Government welcome indications that some sectors of Irish industry are anxious to prepare for the general introduction of the metric system and urge on all sectors that they should plan for orderly conversion. The Government would expect that the greater part of Irish industry will have converted to the metric system by 1975.

« The Government propose, as the move towards the use of the metric system develops, to promote the move by seeking tenders in metric terms and encouraging other public authorities to do likewise. Regulations involving reference to weight or measure (for instance in regard to retail trade or transport regulations) will in due course be expressed in metric terms. The giving of greater emphasis to the use of the metric system in education will be encouraged. Standards

(1) *Change to the Metric System in the United Kingdom*, H. M. S. O., London, 1968, 10 pages.

declared by the Institute for Industrial Research and Standards will be progressively recast in metric terms. Legislation will be examined and where necessary amended. It will be the aim of the Government to so time their moves as to encourage conversion whilst at the same time avoiding unnecessary difficulties for industry, the distributive sector or the public generally.

« It is envisaged that the speed of change will vary from one sector to another, depending in some cases on the physical replacement of equipment. The task of converting industry to the metric system is clearly one calling for consultation and cooperation between different sectors of industry and between industry and distribution. While the primary responsibility must rest on industry itself, the Government will be prepared to assist where called upon by promoting intersectoral discussions and the Minister for Industry and Commerce will keep developments under review in relation to metrication generally, while the Minister for Local Government in consultation with him will be responsible for supervision of the work in regard to the building and construction industry. »

États-Unis d'Amérique. — La décision du Royaume-Uni — prise indépendamment de toute entente avec les États-Unis et le Commonwealth pour une conversion métrique simultanée de leur part — n'a pas été sans retenir l'attention des milieux techniques et industriels américains. Si les prises de position pour et contre l'adoption du Système Métrique sont toujours aussi nombreuses, on constate cependant une opposition beaucoup plus nuancée des adversaires d'un changement. Dans certains secteurs industriels, place forte des partisans du maintien du système de mesure actuel, on note un certain assouplissement des positions maintenues jusqu'ici; de nombreuses firmes américaines travaillent maintenant dans les deux systèmes de mesure et d'importantes sociétés industrielles forment leur personnel à l'emploi des mesures métriques en prévision d'un usage progressivement plus étendu de ces mesures dans l'industrie américaine.

Il existe en effet le sentiment général qu'un emploi croissant des mesures métriques est inévitable. Plusieurs organismes gouvernementaux, dont le National Bureau of Standards et six des centres de recherche de la National Aeronautical and Space Administration, ont adopté la politique d'utiliser exclusivement les unités SI dans leurs publications techniques, sauf si l'utilité de celles-ci risque de s'en trouver diminuée. D'autres organisations, telles l'Institution for Electrical and Electronic Engineers, l'Instrument Society of America, l'Illuminating Engineering Society, ont adopté ou envisagent d'adopter la même politique. L'American Society for Testing and Materials a édité une brochure (« ASTM Metric practice guide », December 1966) qui donne les renseignements nécessaires pour convertir les unités américaines en unités métriques dans les spécifications américaines.

Comme dans tous les pays, ce n'est toutefois que par une prise de position gouvernementale que l'évolution vers un changement pourrait véritablement se concrétiser. Dans ce but, un projet de loi adopté par la Chambre des Représentants et par le Sénat a été finalement approuvé par le Congrès. Cette loi, signée par le Président des États-Unis le 9 août 1968 (*), confie au Ministère du Commerce, en liaison avec le National Bureau of Standards, les services gouvernementaux et les milieux scientifiques, industriels et commerciaux intéressés, l'étude, sur une période de trois années, des problèmes créés par l'usage croissant du Système Métrique dans le monde et des possibilités d'une conversion métrique aux États-Unis. Dans l'attente des conclusions

(*) Il est intéressant de noter que c'est la première loi « métrique » votée depuis 1866, lorsque le Congrès adopta l'emploi facultatif des mesures métriques aux États-Unis (loi du 28 juillet 1866).

de cette étude, aucun changement de la position des milieux officiels américains n'est donc à prévoir dans les toutes prochaines années. Pour le moment, l'emploi généralisé des mesures métriques reste limité à quelques domaines particuliers (travaux scientifiques, pharmacie, ainsi que dans certains secteurs de l'armée).

De nombreux opposants à l'adoption des mesures métriques plaident en faveur d'une plus large décimalisation des unités américaines, celle de l'inch étant déjà très largement appliquée dans l'industrie depuis de nombreuses années; mais une telle solution n'est toutefois qu'un pis-aller. Une décimalisation complète ne peut être envisagée pour les multiples et les sous-multiples sans entraîner des changements et des dépenses peut-être presque aussi importants que ceux d'une conversion métrique; elle laisserait en outre subsister la regrettable dualité qui existe actuellement entre le langage métrologique des scientifiques et celui des techniciens.

Les questions qui se posent actuellement sont donc celles de la rapidité avec laquelle la transition métrique pourrait avoir lieu et comment l'effectuer. Devançant les réponses à ces questions, quelques-uns des partisans les plus optimistes du Système Métrique estiment même que la conversion métrique, une fois décidée, pourrait intervenir plus rapidement aux États-Unis qu'au Royaume-Uni. Les milieux techniques feront néanmoins tout leur possible pour maintenir les dimensions et les spécifications normalisées américaines actuelles si elles devaient être exprimées en unités métriques.

Mentionnons enfin, à titre d'information, que le nom international de « candela » donné par la 9^e Conférence Générale des Poids et Mesures à l'unité de base SI d'intensité lumineuse, a été adopté par le Congrès américain le 4 novembre 1963 en remplacement du mot anglais « candle ».

Canada. — Un intérêt de plus en plus marqué se manifeste pour le Système Métrique. Mais quels que soient les mérites et les avantages de ce système, ce sont surtout les arguments économiques qui pourront influencer les industriels et les hommes d'affaires qui rencontreront les plus grandes difficultés pratiques et financières dans l'abandon du système anglais en faveur du Système Métrique.

Compte tenu de la position géographique du Canada au voisinage immédiat des États-Unis d'Amérique, toute décision dans le sens d'un changement de système de mesure dépend actuellement de l'attitude future des États-Unis, le Canada devant s'accoutumer à employer les deux systèmes.

Récemment, la « Canadian Hospital Association » vient de recommander vivement la conversion métrique pour les mesures de longueur, de masse et de température dans les services hospitaliers; cette conversion, qui est déjà en cours, pourrait être achevée à la fin de 1970.

AFRIQUE

Afrique du Sud. — Le Système Métrique et le système « foot-pound-gallon » ont actuellement le même statut légal (« Weights and Measures Act » N° 13 de 1958, amendé par les Acts N° 26 de 1960 et N° 44 de 1964), mais les mesures anglaises sont uniquement employées dans les transactions commerciales internes et dans de nombreux domaines techniques et industriels.

En avril 1965, le Conseil du South African Bureau of Standards a approuvé un rapport sur les possibilités d'adoption du Système Métrique et les implications d'un

changement de système de mesure dans l'économie sud-africaine; ce rapport fut soumis au Parlement en mai 1965 (9).

En septembre 1966, le ministre des Affaires Économiques déclarait que le Gouvernement acceptait en principe l'adoption des mesures métriques en remplacement des mesures anglaises et, quelques mois plus tard, en avril 1967, le Gouvernement sud-africain décidait l'adoption du Système Métrique comme seul système de mesure.

Le Gouvernement a désigné en conséquence un Comité consultatif pour la réforme métrique (« Metrication Advisory Board »), composé de délégués du commerce et de l'industrie, des services gouvernementaux et d'autres entreprises, dont le but est de conseiller sur la ligne de conduite à adopter pour le passage d'un système à un autre. La conversion commencera dans le domaine commercial par l'adoption de dimensions métriques pour les produits pré-emballés et dans le domaine industriel par l'adoption de dimensions internationales métriques pour les matériaux de base qui sont utilisés par toutes les industries.

Prévue pour s'échelonner sur une dizaine d'années, la réforme métrique est déjà entrée en application dans plusieurs industries dont les industries pharmaceutiques.

Éthiopie. — L'emploi des mesures métriques reste limité à certains services officiels et publics, les transactions commerciales internes s'effectuant toujours en unités de mesure locales dont les valeurs ont été adaptées aux unités métriques. Une unification est toutefois envisagée; d'après des informations obtenues en 1967, le Gouvernement éthiopien se propose de mettre prochainement en application une loi adoptant les unités métriques comme seules unités de mesure légales dans tout le pays. Un Service de poids et mesures est également en voie d'organisation.

Kenya; Ouganda; Tanzanie. — Par une déclaration gouvernementale commune en date du 1^{er} mars 1967, ces trois pays de l'Est-africain ont décidé d'adopter le Système Métrique en remplacement des mesures anglaises. La conversion métrique doit commencer en 1969 dans les grandes villes pour être étendue ensuite progressivement à l'ensemble de ces pays; cette réforme doit s'étendre sur quatre années environ, au bout desquelles toutes les mesures non métriques seront complètement interdites dans les transactions (10).

La *Nigeria* et la *Zambie* envisagent également l'adoption des mesures métriques.

ASIE ET AUSTRALASIE

Afghanistan. — Adoptées depuis 1926, les mesures métriques sont restées jusqu'ici d'un emploi très limité et sans vérification systématique. Avec l'aide d'experts français et de l'Organisation des Nations Unies, un programme de cinq ans a été mis au point récemment pour implanter le Système Métrique dans ce pays et généraliser son emploi; l'application de ce programme a commencé dans la capitale en décembre 1967.

Arabie Saoudite. — Le décret royal N° 24 du 22 octobre 1962 a introduit les mesures métriques dans ce pays à partir de 1964.

(9) Report to the Honourable the Minister of Economic Affairs on the Metric System of Weights and Measures, Council of the South African Bureau of Standards, April 26, 1965, 148 pages.

(10) Sur cette réforme, voir *Report of the East African Metric Commission*, East African Common Services Organization, 1967, 36 pages.

Australie. — A la suite du Royaume-Uni, les milieux officiels australiens considèrent sérieusement la question métrique qui, jusqu'à présent, n'avait retenu l'attention que de quelques organisations semi-officielles ou privées.

En avril 1967, le Sénat a approuvé la constitution d'une Commission d'enquête parlementaire chargée d'examiner et de déterminer les possibilités d'une adoption du Système Métrique, et de recommander les dispositions légales qui seraient à prendre ainsi que les amendements à apporter à la législation actuelle. Cette Commission a publié son rapport le 29 mai 1968 ⁽¹⁾; elle s'est déclarée unanimement en faveur de l'adoption prochaine du Système Métrique par l'Australie en recommandant que l'on cesse d'employer les unités de mesure impériales après un certain temps à la fin duquel les unités métriques (Système International d'Unités) deviendraient les seules unités de mesure légales du Commonwealth.

La Commission a également recommandé, entre autres, que le Gouvernement fasse une déclaration concernant son intention d'effectuer le changement, et qu'un « Metric Conversion Board » soit constitué afin d'étudier tous les aspects du problème et de préparer un programme de conversion qui pourrait s'échelonner sur une période de dix ans à partir de la déclaration gouvernementale.

Actuellement, les mesures métriques sont déjà largement utilisées en pharmacie (mai 1965), en médecine et dans certains services hospitaliers.

Inde. — Douze années se sont écoulées depuis l'adoption (décembre 1956) du Système Métrique. La réforme, effectuée par étapes successives, a permis de rendre obligatoire l'emploi des unités métriques de masse (1962), de longueur (1962), de capacité et de volume (1963) et de superficie (1963 et 1965); l'emploi des unités de temps (seconde), d'intensité de courant (ampère) et d'intensité lumineuse (candela) est obligatoire depuis décembre 1966, et celui du degré Celsius depuis décembre 1967. Dans un pays aussi peuplé et en voie de développement, il reste évidemment encore beaucoup à faire pour achever une réforme d'une telle ampleur, avec tout ce qu'elle implique dans ses aspects métrologiques et ses problèmes d'éducation de la jeunesse, de la population et de formation du personnel des poids et mesures.

Les résultats obtenus jusqu'ici sont déjà remarquables ⁽²⁾; nul doute que l'Inde atteindra avec succès l'objectif final qu'elle s'est fixé.

Irak. — Les mesures métriques ont été adoptées à titre obligatoire par la loi de 1960 (l'emploi du « gallon » est toutefois maintenu pour la mesure des produits pétroliers).

État de Koweït. — Le Système Métrique a été adopté par le décret du 6 mars 1961 dont le « Municipal Council » a décidé, le 20 mai 1963, la mise en application à partir du 1^{er} janvier 1964.

Japon. — Depuis le 1^{er} janvier 1959, le Système Métrique est le seul système de mesures autorisé (avec cependant quelques exceptions, notamment pour les exportations, les importations, en aviation et dans l'industrie des munitions).

L'autorisation qui avait été accordée en 1954 de pouvoir continuer à utiliser les mesures japonaises traditionnelles pour l'enregistrement et les transactions concernant

⁽¹⁾ *Report from the Senate Select Committee on the Metric System of Weights and Measures*, Parliamentary Paper No. 19, Canberra, 1968, 137 pages.

⁽²⁾ MAINKAR (V. B.), *Decade of metric reform in India*, *Bull. Organisation Intern. Métrologie Légale* (Paris), mars 1967, pp. 8-29.

les biens immobiliers a été abrogée le 1^{er} avril 1966. Les normes métriques ont été introduites pour les matériaux de construction et la fabrication des meubles, et un module métrique a été adopté pour les maisons japonaises.

En 1966, la loi sur les unités de mesure a été révisée sur la base du SI, conformément aux décisions des 11^e et 12^e Conférences Générales sur les unités et les préfixes; cette loi est entrée en vigueur en juillet 1967.

La mise en application complète du Système Métrique est maintenant réalisée et la réforme métrique au Japon est considérée comme achevée depuis 1966. L'historique des étapes de cette réforme, commencée il y a près d'un demi-siècle, est exposé dans un livre publié en 1967 ⁽¹³⁾.

Malaysia. — L'adoption du Système Métrique est envisagée.

Népal. --- Le Système Métrique a été adopté par la loi de 1963; cette loi, mise en application en 1966 dans quelques régions, doit être étendue à l'ensemble du pays en 1971.

Nouvelle-Zélande. - - L'étude des possibilités d'une conversion métrique et de ses implications financières et techniques a été entreprise en 1967 par le « Metric Advisory Committee » créé par la Standards Institution et par un comité institué auprès du Ministère de l'Industrie et du Commerce. Les premières conclusions de cette enquête sont favorables à une réforme métrique qui est considérée comme souhaitable.

Pakistan. — D'après un rapport de la Pakistan Standards Institution ⁽¹⁴⁾, la situation métrique dans ce pays peut être résumée comme suit.

Envisagée par le Gouvernement dès 1954, la question de l'introduction des mesures métriques au Pakistan n'a reçu un commencement d'exécution qu'en 1960 lorsque la Pakistan Standards Institution fut chargée d'étudier le problème. Après une enquête auprès des services gouvernementaux et des milieux privés industriels et commerciaux, cette Institution a présenté un rapport le 10 février 1961 en proposant un projet de programme pour la réforme des poids et mesures.

En 1962, le Gouvernement décidait que le Ministère de l'Industrie établirait, en consultation avec le Ministère des Finances, un programme pour l'introduction graduelle des mesures métriques et la normalisation des poids et mesures, après quoi les mesures métriques de longueur pourraient être introduites.

Après de nouvelles études sur la question, la Pakistan Standards Institution présentait en décembre 1963 des recommandations pour un projet de loi; ces recommandations furent adoptées par le Gouvernement à la fin de 1966. Peu de temps après, l'Assemblée Nationale votait à sa session d'été 1967 une loi sur les poids et mesures, fondée sur le Système Métrique.

Grâce à l'action poursuivie par la Pakistan Standards Institution la réforme métrique est maintenant en voie de réalisation au Pakistan, réforme qui doit contribuer au développement économique de ce pays.

⁽¹³⁾ *Japan's transition to the Metric System*, Tokyo, 1967, 435 pages (en langue japonaise; résumé anglais, 8 pages).

⁽¹⁴⁾ *Decade of progress 1958-1968*, Karachi, 1968, pp. 27-31.

Viet-Nam (Rép. Démocratique). — Les unités métriques sont adoptées depuis 1950 (décret du 20 janvier); le tableau des unités de mesure légales a été révisé sur la base du SI par le décret du 26 décembre 1964, entré en vigueur le 1^{er} janvier 1967.

* * *

L'expansion du Système Métrique dans le monde se poursuit d'une façon continue et irréversible depuis la Seconde Guerre mondiale.

La conversion métrique en cours au Royaume-Uni est évidemment la décision récente la plus importante qui entraînera sans aucun doute d'autres pays à suivre cet exemple. La réforme métrique décidée ou envisagée dans plusieurs pays d'Afrique, d'Asie et d'Australasie montre d'autre part combien ces pays sont conscients des avantages futurs que leur procureront les mesures métriques pour le développement de leur économie.

L'espérance d'un monde 100 pour 100 métrique dépend maintenant de la décision que pourront prendre les États-Unis d'Amérique dans les années futures d'abandonner le système Yard-Pound en faveur des mesures métriques, réforme que les spécialistes considèrent comme devant inévitablement intervenir à plus ou moins longue échéance.

(Novembre 1968)

*Résumé des adoptions du Système Métrique (S. M.)
et des principales décisions pro-métriques intervenues depuis 1955*

(complément au tableau « Régime légal du Système Métrique dans le monde » publié dans le 6^e rapport *Les récents progrès du Système Métrique* (1958-1954), pp. 59-71)

<i>Afrique du Sud</i>	Avril 1967	Décision gouvernementale adoptant le S. M.; réforme en cours.
<i>Afghanistan</i>	Décembre 1967	Application d'un programme pour généraliser l'emploi des mesures métriques adoptées depuis 1926.
<i>Arabe Unie (Rép.)</i>	16 novembre 1961	Date d'expiration du délai pour la conversion métrique (S. M. adopté par la loi N° 229 du 12 novembre 1951).
<i>Arabie Saoudite</i>	Décret royal N° 24 du 22 octobre 1962	Décret adoptant les mesures métriques à partir de 1964.
<i>Australie</i>	29 mai 1968	Rapport du « Senate Select Committee » recommandant l'adoption des mesures métriques (SI).
<i>Chine (Rép. Populaire)</i> ...	Décret du 25 juin 1959	Ce décret vise à généraliser l'emploi des mesures métriques adoptées par la loi du 16 février 1929.
<i>Corée (Rép. Populaire Démocratique)</i>	Décret N° 46 du 20 juin 1947	Adoption obligatoire du S. M. à partir du 2 septembre 1947.
<i>Égypte</i> (voir <i>Arabe Unie, Rép.</i>)		
<i>États-Unis d'Amérique</i> ...	9 août 1968	Loi pour l'étude de la possibilité d'une conversion métrique aux États-Unis.
<i>Éthiopie</i>	1967	Mise en application prévue d'une loi adoptant les mesures métriques.

<i>Grèce</i>	Décret N° 6 du 19 janvier 1959	Décret pour l'emploi obligatoire des mesures métriques.
<i>Inde</i>	Loi N° 89 du 28 décembre 1956	Loi adoptant le S. M. à titre obligatoire; réforme en cours.
<i>Irak</i>	Loi de 1960	Loi adoptant les mesures métriques à titre obligatoire (avec certaines exceptions).
<i>Irlande</i>	12 janvier 1968	Déclaration gouvernementale pour un emploi plus généralisé des mesures métriques dans l'industrie et divers secteurs de l'économie.
<i>Japon</i>	1 ^{er} janvier 1959	Mise en application définitive du S. M. adopté à titre obligatoire par la loi N° 207 du 7 juin 1951. Abrogation le 1 ^{er} avril 1966 des dérogations concernant l'emploi des mesures japo- naises dans les transactions immo- bilières.
<i>Kenya</i>	1 ^{er} mars 1967	Déclaration gouvernementale adoptant le S. M.; réforme en cours.
<i>Koweït</i>	Décret du 6 mars 1961	Décret adoptant les mesures métriques; entré en application le 1 ^{er} janvier 1964.
<i>Népal</i>	Loi de 1963	Loi adoptant le S. M.; mise en application de 1966 à 1971.
<i>Ouganda</i>	1 ^{er} mars 1967	Déclaration gouvernementale adoptant le S. M.; réforme en cours.
<i>Pakistan</i>	Loi N° V du 10 juin 1967	Loi adoptant les mesures métriques; réforme en cours.
<i>Royaume-Uni</i>	24 mai 1965	Déclaration gouvernementale pour une conversion métrique dans l'industrie, et un changement de système de mesure vers 1975.
<i>Tanzanie</i>	1 ^{er} mars 1967	Déclaration gouvernementale adoptant le S. M.; réforme en cours.
<i>Viet-Nam (République)</i> ...	Loi N° 15-58 du 19 décembre 1958	Loi confirmant l'emploi obligatoire du S. M. adopté en 1911.
<i>Viet-Nam (République Démocratique)</i>	Décret N° 8 SL du 20 janvier 1950	Décret adoptant les poids et mesures métriques.

Dans les nouveaux États africains anciennement sous administration française ou belge, le Système Métrique a conservé son caractère légal et obligatoire.

Échelle Internationale Pratique de Température de 1968 (*)

TABLE DES MATIÈRES

	Pages
I. <i>Introduction</i>	A 3
II. <i>Définition de l'Échelle Internationale Pratique de Température de 1968 (E.I.P.T.-68)</i> .	3
1. Principe de l'E.I.P.T.-68 et points fixes de définition	3
2. Définition de la Température Internationale Pratique de 1968 dans les différents domaines de température	4
a. Domaine de 13,81 K à 273,15 K	4
b. Domaine de 0 °C (273,15 K) à 630,74 °C	5
c. Domaine de 630,74 °C à 1 064,43 °C	5
d. Domaine des températures supérieures à 1 337,58 K (1 064,43 °C)	6
III. <i>Renseignements complémentaires</i>	6
1. Thermomètre à résistance étalon	6
2. Thermocouple étalon	8
3. Pression	8
4. Point triple de l'eau	8
5. Point triple, point 17,042 K et point d'ébullition de l'hydrogène en équilibre ...	9
6. Point d'ébullition du néon	10
7. Point triple et point d'ébullition de l'oxygène.....	11
8. Point d'ébullition de l'eau.....	11
9. Points de congélation de l'étain et du zinc	11
10. Points de congélation de l'argent et de l'or	12
11. Points de référence secondaires	13
ANNEXE I. <i>Historique de la mise au point des Échelles Internationales de Température; différences entre l'E.I.P.T.-68 et l'E.I.P.T.-48</i>	14
ANNEXE II. <i>Échelles pratiques de température à employer dans le domaine compris entre 0,2 K et 5,2 K.</i>	15
TABLEAU I. Points fixes de définition de l'E.I.P.T.-68	17
TABLEAU II. Fonction de référence $W_{CGT-68}(T_{68})$ pour les thermomètres à résistance de platine dans le domaine compris entre 13,81 K et 273,15 K	18

(*) Le texte en anglais de cette Échelle est publié dans *Metrologia*, 5, n° 2, 1969.

TABLEAU III.	Valeurs de $W_{\text{CCT-68}}(T_{68})$, selon l'équation donnée au tableau II, pour des valeurs entières de T_{68}	19
TABLEAU IV.	Valeurs de $W_{\text{CCT-68}}(T_{68})$, selon les données portées au tableau II, aux températures des points fixes	20
TABLEAU V.	Influence de la pression sur la température de congélation des métaux ..	20
TABLEAU VI.	Points de référence secondaires	21
TABLEAU VII.	Incertitudes estimées sur les valeurs assignées aux points fixes de définition par rapport à leur température thermodynamique.....	23
TABLEAU VIII.	Différences approximatives entre les valeurs de température données par l'E.I.P.T. de 1968 et l'E.I.P.T. de 1948	24

I. INTRODUCTION

La température de base est la température thermodynamique, symbole T , dont l'unité est le kelvin, symbole K. Le kelvin est la fraction $1/273,16$ de la température thermodynamique du point triple de l'eau ⁽¹⁾.

La température Celsius, symbole t , est définie par

$$(1) \quad t = T - T_0$$

où $T_0 = 273,15$ K. L'unité employée pour exprimer une température Celsius est le degré Celsius, symbole °C, qui est égal au kelvin. On exprime une différence de température en kelvins; on peut également l'exprimer en degrés Celsius.

L'Échelle Internationale Pratique de Température de 1968 (E.I.P.T.-68) a été choisie de telle façon que la température mesurée dans cette Échelle soit une étroite approximation de la température thermodynamique, les différences demeurant dans les limites de l'exactitude actuelle des mesures.

Dans l'Échelle Internationale Pratique de Température de 1968 on distingue la Température Kelvin Internationale Pratique avec le symbole T_{68} et la Température Celsius Internationale Pratique avec le symbole t_{68} ; la relation entre T_{68} et t_{68} est

$$(2) \quad t_{68} = T_{68} - 273,15 \text{ K.}$$

Les unités de T_{68} et t_{68} sont le kelvin, symbole K, et le degré Celsius, symbole °C, comme dans le cas de la température thermodynamique T et de la température Celsius t .

Le Comité International des Poids et Mesures a adopté l'Échelle Internationale Pratique de Température de 1968 lors de sa session d'octobre 1968, conformément aux pouvoirs que lui avait conférés la Treizième Conférence Générale des Poids et Mesures par sa Résolution 8. Cette Échelle remplace l'Échelle Internationale Pratique de Température de 1948 (édition amendée de 1960).

II. DÉFINITION DE L'ÉCHELLE INTERNATIONALE PRATIQUE DE TEMPÉRATURE DE 1968 (E.I.P.T.-68) ⁽²⁾

1. Principe de l'E.I.P.T.-68 et points fixes de définition

L'E.I.P.T.-68 est fondée sur les valeurs des températures assignées à un certain nombre d'états d'équilibre reproductibles (points fixes de définition) et sur des instruments spécifiés étalonnés à ces températures. L'interpolation entre les températures des points fixes est réalisée au moyen de formules servant à établir la relation entre les indications de ces instruments et les valeurs de la Température Internationale Pratique.

⁽¹⁾ Treizième Conférence Générale des Poids et Mesures (1967), Résolutions 3 et 4.

⁽²⁾ Dans ce document on emploie en général les températures Kelvin au-dessous de 0 °C et les températures Celsius au-dessus de 0 °C. Cela permet d'éviter l'emploi de valeurs négatives et est conforme à l'usage général.

On établit les points fixes de définition en réalisant des états d'équilibre spécifiés entre phases de substances pures. On trouvera dans le Tableau I (p. A 17) ces états d'équilibre et les valeurs de la Température Internationale Pratique qui leur sont assignées.

Entre 13,81 K et 630,74 °C c'est le thermomètre à résistance de platine qui est employé comme instrument étalon. L'élément résistant du thermomètre doit être en platine pur, recuit, exempt de toute contrainte. La résistance réduite $W(T_{68})$, définie par

$$(3) \quad W(T_{68}) = R(T_{68})/R(273,15 \text{ K})$$

où R est la résistance, ne doit pas être inférieure à 1,392 50 à $T_{68} - 373,15 \text{ K}$. Au-dessous de 0 °C la relation résistance-température du thermomètre est obtenue à l'aide d'une fonction de référence et de fonctions écarts spécifiées. Entre 0 °C et 630,74 °C deux polynômes fournissent la relation résistance-température.

Entre 630,74 °C et 1 064,43 °C l'instrument étalon est le thermocouple platine rhodié (10 % de rhodium)/platine, dont la relation force électromotrice-température est représentée par une équation du second degré.

Au-dessus de 1 337,58 K (1 064,43 °C) on définit la Température Internationale Pratique de 1968 au moyen de la loi du rayonnement de Planck avec 1 337,58 K comme température de référence et 0,014 388 mètre-kelvin comme valeur de c_2 .

2. Définition de la Température Internationale Pratique de 1968 dans les différents domaines de température

a. Domaine de 13,81 K à 273,15 K

Entre 13,81 K et 273,15 K la température T_{68} est définie par la relation

$$(4) \quad W(T_{68}) = W_{\text{CCT-68}}(T_{68}) + \Delta W(T_{68}),$$

où $W(T_{68})$ est la résistance réduite du thermomètre à résistance de platine et $W_{\text{CCT-68}}(T_{68})$ est la résistance réduite donnée par la fonction de référence indiquée au Tableau II (p. A 18) ⁽³⁾. Les écarts $\Delta W(T_{68})$ aux températures des points fixes de définition sont obtenus à partir des valeurs mesurées de $W(T_{68})$ et des valeurs correspondantes de $W_{\text{CCT-68}}(T_{68})$ (voir Tableau IV, p. A 20). Pour trouver $\Delta W(T_{68})$ aux températures intermédiaires, on emploie des formules d'interpolation. L'intervalle entre 13,81 K et 273,15 K est divisé en quatre régions; dans chacune d'elles $\Delta W(T_{68})$ est défini par un polynôme en T_{68} , dont les coefficients sont déterminés d'après les valeurs de $\Delta W(T_{68})$ aux points fixes et par la condition qu'il n'y ait pas de discontinuité de $d\Delta W(T_{68})/dT_{68}$ au passage d'une région à la région voisine.

Entre 13,81 K et 20,28 K la fonction écart est

$$(5) \quad \Delta W(T_{68}) = A_1 + B_1 T_{68} + C_1 T_{68}^2 + D_1 T_{68}^3.$$

Les coefficients de cette fonction sont déterminés d'après les écarts mesurés au point triple de l'hydrogène en équilibre, à la température de 17,042 K et au point d'ébullition de l'hydrogène en équilibre et d'après la dérivée de la fonction écart au point d'ébullition de l'hydrogène en équilibre, telle qu'elle résulte de l'équation (6).

⁽³⁾ Pour la relation entre l'É.I.P.T.-68 et les « échelles nationales » dont elle a été en partie déduite, voir l'Annexe I, p. A 14.

Entre 20,28 K et 54,361 K la fonction écart est

$$(6) \quad \Delta W(T_{68}) = A_2 + B_2 T_{68} + C_2 T_{68}^2 + D_2 T_{68}^3.$$

Les coefficients de cette fonction sont déterminés d'après les écarts mesurés au point d'ébullition de l'hydrogène en équilibre, au point d'ébullition du néon et au point triple de l'oxygène et d'après la dérivée de la fonction écart au point triple de l'oxygène, telle qu'elle résulte de l'équation (7).

Entre 54,361 K et 90,188 K la fonction écart est

$$(7) \quad \Delta W(T_{68}) = A_3 + B_3 T_{68} + C_3 T_{68}^2.$$

Les coefficients de cette fonction sont déterminés d'après les écarts mesurés au point triple et au point d'ébullition de l'oxygène et d'après la dérivée de la fonction écart au point d'ébullition de l'oxygène, telle qu'elle résulte de l'équation (8).

Entre 90,188 K et 273,15 K la fonction écart est

$$(8) \quad \Delta W(T_{68}) = A_4 t_{68} + C_4 t_{68}^3 (t_{68} - 100 \text{ °C}).$$

Dans cette relation $t_{68} = T_{68} - 273,15 \text{ K}$; les coefficients sont déterminés d'après les écarts mesurés au point d'ébullition de l'oxygène et au point d'ébullition de l'eau (*).

b. *Domaine de 0 °C (273,15 K) à 630,74 °C*

Entre 0 °C et 630,74 °C la température t_{68} est définie par la relation

$$(9) \quad t_{68} = t' + 0,045 \left(\frac{t'}{100 \text{ °C}} \right) \left(\frac{t'}{100 \text{ °C}} - 1 \right) \left(\frac{t'}{419,58 \text{ °C}} - 1 \right) \left(\frac{t'}{630,74 \text{ °C}} - 1 \right) \text{ °C},$$

dans laquelle t' est défini par l'équation

$$(10a) \quad t' = \frac{1}{\alpha} [W(t') - 1] + \delta \left(\frac{t'}{100 \text{ °C}} \right) \left(\frac{t'}{100 \text{ °C}} - 1 \right),$$

avec $W(t') = \frac{R(t')}{R(0 \text{ °C})}$. Les constantes $R(0 \text{ °C})$, α et δ sont déterminées d'après des mesures de la résistance au point triple de l'eau, au point d'ébullition de l'eau (ou au point de congélation de l'étain, voir la note (2) au Tableau I, p. A 17) et au point de congélation du zinc.

L'équation (10a) est équivalente à l'équation

$$(10b) \quad W(t') = 1 + At' + Bt'^2,$$

dans laquelle $A = \alpha(1 + \delta/100 \text{ °C})$ et $B = -10^{-4} \alpha \delta \text{ °C}^{-2}$.

c. *Domaine de 630,74 °C à 1 064,43 °C*

Entre 630,74 °C et 1 064,43 °C la température t_{68} est définie par l'équation

$$(11) \quad E(t_{68}) = a + bt_{68} + ct_{68}^2,$$

dans laquelle $E(t_{68})$ est la force électromotrice d'un thermocouple étalon platine rhodié (10 % de rhodium)/platine, quand une soudure est à la température $t_{68} = 0 \text{ °C}$ et l'autre à la température t_{68} . Les coefficients a , b et c sont calculés d'après les valeurs de E à $630,74 \text{ °C} \pm 0,2 \text{ °C}$ (température déterminée au moyen

(*) Si l'on emploie comme point fixe le point de congélation de l'étain (voir la note (2) au Tableau I, p. A 17) au lieu du point d'ébullition de l'eau, on doit calculer $W(100 \text{ °C})$ pour le thermomètre à résistance de platine d'après les équations (9) et (10).

d'un thermomètre à résistance de platine) et aux points de congélation de l'argent et de l'or.

Les fils du thermocouple étalon doivent être recuits et la pureté du fil de platine doit être telle que la résistance réduite $W(100\text{ °C})$ ne soit pas inférieure à 1,392 0. Le fil de platine rhodié doit contenir nominaleme nt en masse 10 % de rhodium et 90 % de platine. Le thermocouple doit être tel que les forces électromotrices $E(630,74\text{ °C})$, $E(\text{Ag})$ et $E(\text{Au})$ satisfassent aux relations suivantes :

$$\begin{aligned} (12) \quad & E(\text{Au}) = 10\,300\ \mu\text{V} \pm 50\ \mu\text{V} \\ (13) \quad & E(\text{Au}) - E(\text{Ag}) = 1\,183\ \mu\text{V} + 0,158 [E(\text{Au}) - 10\,300\ \mu\text{V}] \pm 4\ \mu\text{V} \\ (14) \quad & E(\text{Au}) - E(630,74\text{ °C}) = 4\,766\ \mu\text{V} + 0,631 [E(\text{Au}) - 10\,300\ \mu\text{V}] \pm 8\ \mu\text{V} \end{aligned}$$

d. *Domaine des températures supérieures à 1 337,58 K (1 064,43 °C)*

Au-dessus de 1 337,58 K (1 064,43 °C) la température T_{68} est définie par l'équation

$$(15) \quad \frac{L_{\lambda}(T_{68})}{L_{\lambda}(T_{68}(\text{Au}))} = \frac{\exp\left[\frac{c_2}{\lambda T_{68}(\text{Au})}\right] - 1}{\exp\left[\frac{c_2}{\lambda T_{68}}\right] - 1},$$

dans laquelle $L_{\lambda}(T_{68})$ et $L_{\lambda}(T_{68}(\text{Au}))$ sont les densités spectrales de la luminance énergétique du rayonnement d'un corps noir à la longueur d'onde λ ⁽⁵⁾, à la température T_{68} et au point de congélation de l'or, $T_{68}(\text{Au})$; $c_2 = 0,014\,388$ mètre.kelvin.

III. RENSEIGNEMENTS COMPLÉMENTAIRES

Les appareils, les méthodes et les modes opératoires décrits dans ce chapitre sont représentatifs d'une bonne pratique à l'époque actuelle.

1. *Thermomètre à résistance étalon*

Un thermomètre à résistance de platine doit être conçu et construit de façon que l'élément résistant à quatre bornes soit aussi dépourvu que possible de contrainte et le demeure pendant son utilisation. Des éléments résistants satisfaisants ont été faits avec des fils de platine d'un diamètre uniforme compris entre 0,05 et 0,5 mm, un court tronçon au moins de chaque conducteur aboutissant à la résistance étant également en platine. On emploie couramment une valeur de $R(0\text{ °C})$ d'environ 25 Ω et l'intensité du courant de mesure pour un tel thermomètre est normalement de 1 ou 2 mA. Toutes les parties constitutives du thermomètre proches de l'élément résistant doivent être propres et ne doivent pas réagir avec le platine. Pendant la construction du thermomètre il est recommandé d'y faire le vide lorsqu'il est à environ 450 °C, puis d'y introduire un gaz sec et de le sceller hermétiquement. Il est souhaitable que le gaz de remplissage contienne de l'oxygène pour que les traces d'impuretés du platine demeurent sous forme d'oxydes. Après achèvement du thermomètre, l'élément résistant doit être recuit à une température supérieure à la plus haute température à laquelle il doit être utilisé et en tout cas au moins égale à 450 °C.

La résistance d'isolement du support de l'élément résistant et des conducteurs doit être suffisamment élevée pour éviter un shunt appréciable de l'élément. Il convient par exemple d'éviter la condensation de vapeur d'eau entre les conduc-

⁽⁵⁾ Comme $T_{68}(\text{Au})$ est proche de la température thermodynamique du point de congélation de l'or et c_2 est proche de la seconde constante de rayonnement de l'équation de Planck, il n'est pas nécessaire de spécifier la valeur de la longueur d'onde à employer dans les mesures (voir *Metrologia*, 3, 1967, p. 28).

teurs aux basses températures et les fuites intrinsèques des isolateurs aux températures élevées. Les isolateurs sont généralement fabriqués en mica, en silice ou en alumine; ces matériaux offrent normalement un isolement intrinsèque convenable jusqu'à 500 °C. Toutefois, au fur et à mesure que la température approche de 630 °C le problème devient plus critique et des erreurs de 1 mK ou plus peuvent facilement survenir. Dans le cas du mica, une difficulté supplémentaire vient de ce que des quantités non négligeables d'eau peuvent être libérées lorsqu'il est exposé à des températures supérieures à 450 °C et la résistance d'isolement se détériorera rapidement si l'humidité n'est pas éliminée par des pompes périodiques ou au moyen d'un desséchant.

Pour assurer une stabilité convenable de la résistance et des coefficients thermiques de la résistivité, l'élément résistant du thermomètre étalon à résistance de platine doit être maintenu, dans la mesure du possible, dans un état de recuit. Un accroissement de résistivité peut se manifester aussi bien en raison de l'écroutissage accidentel qui résulte de la manipulation normale du thermomètre, qu'en raison d'un refroidissement rapide lorsqu'un thermomètre passe d'une température supérieure à 500 °C à la température ambiante. Cette dernière augmentation de la résistance est due à l'effet de trempe des défauts lacunaires concentrés, en équilibre métastable, et demeure tant que le thermomètre reste en dessous de 200 °C. La totalité de la résistance (supplémentaire) due à la trempe et la plus grande partie de celle qui est due à l'écroutissage peuvent être supprimées par un recuit de 30 minutes à 500 °C.

Des erreurs appréciables peuvent être dues à des pertes par rayonnement par réflexion totale dans les parties constitutives du thermomètre, en particulier si celles-ci sont en silice. De telles pertes dans la gaine, mais non dans les parties constitutives internes, peuvent être supprimées en noircissant la surface externe de la gaine (par exemple avec une suspension de graphite colloïdal) ou par sablage de la surface pour obtenir un fini mat.

On doit essayer le thermomètre après son achèvement afin de contrôler que la profondeur d'immersion est suffisante pour éviter des erreurs par conduction thermique. Une façon efficace d'effectuer ce contrôle est de s'assurer que le gradient apparent de température au point de congélation d'un métal est en accord avec celui auquel il faut s'attendre en raison de l'effet de la pression hydrostatique (voir Tableau V, p. A 20).

Pour des températures inférieures à 90 K, il est courant d'utiliser un petit thermomètre à résistance de platine, n'ayant généralement pas plus de 5 mm de diamètre et 60 mm de longueur, que l'on peut plonger entièrement dans une zone de température uniforme, la conduction thermique le long des conducteurs étant supprimée en attachant ceux-ci à un anneau de garde approprié. Afin de réaliser un bon contact thermique entre l'élément résistant et son entourage, l'élément est placé dans une gaine mince, généralement en platine, d'environ 0,25 mm d'épaisseur, remplie d'hélium.

Un critère utile pour juger de l'efficacité du recuit et de la fidélité du thermomètre est la constance de sa résistance à une température de référence. A cette fin on emploie généralement les températures du point triple de l'eau (273,16 K) et du point d'ébullition de l'hélium (4,215 K). La première est commode pour la plupart des thermomètres destinés aux températures élevées, tandis que la seconde est non seulement facilement obtenue pour des thermomètres placés dans un appareillage cryogénique, mais présente en outre l'avantage que la résistance des thermomètres y est relativement insensible aux variations de température. Dans la pratique, on constate que pour les thermomètres de fabrication commerciale destinés aux températures élevées les variations de résistance au point triple de l'eau ne doivent pas dépasser $4 \times 10^{-6} R(0 \text{ °C})$ (équivalant à $\approx 1 \text{ mK}$ au-dessus de 40 K) et qu'elles n'excèdent pas $5 \times 10^{-7} R(0 \text{ °C})$ sur une

période raisonnable d'utilisation pour les thermomètres vraiment les meilleurs, quand ceux-ci sont manipulés avec un soin extrême. Pour les thermomètres employés seulement à des températures de 100 °C ou moins, les variations ne doivent pas excéder $5 \times 10^{-7} R(0 \text{ °C})$.

La petite élévation de température des thermomètres due au courant de mesure peut être déterminée par des mesures à deux intensités de courant différentes.

2. Thermocouple étalon

On fabrique des thermocouples étalons satisfaisants avec des fils d'un diamètre uniforme compris entre 0,35 et 0,65 mm. Les fils du thermocouple doivent être complètement recuits de façon à assurer la constance de la force électromotrice durant l'emploi. A cette fin, il est nécessaire de chauffer le fil de platine à une température d'au moins 1 100 °C et le fil de platine rhodié à 1 450 °C. Si le recuit est effectué avant que les fils soient montés sur leurs isolateurs, le thermocouple achevé doit être à nouveau chauffé à une température d'au moins 1 100 °C jusqu'à ce que sa force électromotrice se soit stabilisée et que les défauts locaux d'homogénéité causés par les contraintes aient disparu. Lorsque cela a été effectué correctement, la force électromotrice du thermocouple ne doit pas varier avec les changements des gradients de température le long des fils; elle ne doit pas changer par exemple lorsqu'on augmente la profondeur d'immersion dans une enceinte à température uniforme.

3. Pression

Dans la pratique, on détermine généralement les pressions au moyen d'une colonne de mercure. La masse volumique moyenne du mercure pur, à la température t_{68} , dans une colonne barométrique qui équilibre la pression p à mesurer, est donnée avec une approximation suffisante entre 0 °C et 40 °C, dans le domaine des pressions utilisées dans ces mesures, par la relation :

$$(16) \quad \rho\left(t_{68}, \frac{p}{2}\right) = \frac{\rho(20 \text{ °C}, p_0)}{[1 + A(t_{68} - 20 \text{ °C}) + B(t_{68} - 20 \text{ °C})^2] \times \left[1 - \chi\left(\frac{p}{2} - p_0\right)\right]}$$

où $A = 18\,115 \times 10^{-8} \text{ °C}^{-1}$

$B = 0,8 \times 10^{-8} \text{ °C}^{-2}$

$\chi = 4 \times 10^{-11} \text{ N}^{-1} \text{ m}^2$

$\rho(20 \text{ °C}, p_0) = 13\,545,87 \text{ kg/m}^3$ est la masse volumique du mercure pur à $t_{68} = 20 \text{ °C}$ sous la pression $p_0 = 1$ atmosphère normale ($101\,325 \text{ N/m}^2$).

On peut obtenir une valeur suffisamment exacte de l'accélération locale due à la pesanteur en se servant du Système de Potsdam et en appliquant une correction de $-14 \times 10^{-5} \text{ m/s}^2$ (-14 milligals) ⁽⁶⁾.

Les pressions hydrostatiques à l'intérieur des enceintes à point fixe ont une influence, faible mais significative, sur la température (voir Tableau V, p. A 20).

4. Point triple de l'eau

On peut réaliser la température du point triple de l'eau dans des ampoules de verre scellées contenant seulement de l'eau d'une grande pureté, dont la composition isotopique est essentiellement celle de l'eau des océans. Ces ampoules sont munies d'un puits axial pour le thermomètre, et l'on obtient la température

(6) Par sa Résolution 1 (1968), le Comité International des Poids et Mesures a décidé que « pour les besoins métrologiques, la valeur de l'accélération due à la pesanteur à Potsdam, qui est le point de départ de ce Système, soit prise égale à $9,812\,60 \text{ m/s}^2$, et non plus $9,812\,74 \text{ m/s}^2$, valeur adoptée initialement ».

du point triple partout où la glace est en équilibre avec une surface liquide-vapeur. A une profondeur h au-dessous de la surface liquide-vapeur, la température d'équilibre t_{es} entre la glace et l'eau liquide est donnée par

$$(17) \quad t_{\text{es}} = A + Bh$$

où $A = 0,01$ °C et $B = -7 \times 10^{-4} \text{ m}^{-1}$ °C. La méthode recommandée pour la préparation d'une cellule à point triple consiste à former une épaisse couche de glace autour du puits du thermomètre en refroidissant de l'intérieur, puis à faire fondre une partie suffisante de cette couche de glace, également à partir de l'intérieur, pour produire une nouvelle surface de contact eau-glace au voisinage du puits. Au cours des premières heures qui suivent la préparation de la cellule, la température mesurée dans le puits du thermomètre s'élève assez rapidement de quelques dix-millièmes de kelvin pour se stabiliser après un à trois jours. Ce changement initial de température est probablement dû à la croissance des cristaux de glace ou à la lente disparition des tensions dans ces cristaux. Une cellule préparée de cette façon et conservée dans un bain de glace est capable de maintenir une température constante à 0,000 1 K près pendant plusieurs mois. Même avec des cellules de provenances diverses, lorsqu'elles sont utilisées de cette façon, les différences de température obtenues ne doivent en aucun cas dépasser 0,000 2 K. Une augmentation significative de la température du thermomètre au-dessus de la température du point triple peut être due à la lumière artificielle ou solaire tombant sur la cellule recouverte de glace; il est en conséquence recommandé que les mesures soient faites en protégeant convenablement la cellule contre ce rayonnement.

Les variations de la composition isotopique de l'eau naturelle sont telles qu'elles entraînent des différences décelables dans la température du point triple. L'eau des océans contient environ 0,016 mole de deutérium (^2H) pour 100 moles d'hydrogène (^1H), et 0,04 mole de ^{17}O et 0,2 mole de ^{18}O pour 100 moles de ^{16}O . Cette proportion d'isotopes lourds est pratiquement la plus élevée que l'on trouve dans l'eau naturelle. Les eaux continentales superficielles contiennent normalement environ 0,015 mole de ^2H pour 100 moles de ^1H ; l'eau provenant des neiges polaires ne contient parfois que 0,01 mole de ^2H pour 100 moles de ^1H .

Les opérations de purification de l'eau peuvent modifier légèrement sa composition isotopique, et la composition isotopique à une surface de contact eau-glace dépend quelque peu de la technique de congélation.

Une augmentation de 0,001 mole de ^2H pour 100 moles de ^1H correspond à une augmentation de la température du point triple de 0,000 04 K; c'est la différence entre les températures des points triples obtenus avec l'eau des océans et avec l'eau que l'on trouve normalement à la surface des continents. La plus grande différence entre les températures du point triple des eaux naturelles est 0,000 25 K.

5. Point triple, point 17,042 K et point d'ébullition de l'hydrogène en équilibre

L'hydrogène a deux variétés moléculaires, désignées par les préfixes *ortho* et *para*, dues à des orientations relatives différentes des deux spins nucléaires dans la molécule diatomique. La composition ortho-para en équilibre dépend de la température. A la température ambiante elle est de 75 % d'orthohydrogène et de 25 % de parahydrogène (« hydrogène normal »). Lors de la liquéfaction, la composition change lentement avec le temps et il y a des changements correspondants dans les propriétés physiques. Au point d'ébullition, la composition en équilibre est de 0,21 % d'orthohydrogène et de 99,79 % de parahydrogène et la température est plus basse que celle de l'hydrogène normal d'environ 0,12 K. L'expression « hydrogène en équilibre » signifie dans ce document que l'hydrogène

a sa composition ortho-para en équilibre à la température considérée. Afin d'éviter dans la réalisation de ces points fixes des erreurs dues à une composition indéterminée, il est conseillé d'utiliser de l'hydrogène en équilibre converti par l'emploi d'un catalyseur tel que l'hydroxyde ferrique. Il convient d'utiliser de l'hydrogène de très grande pureté chimique, que l'on peut obtenir par diffusion à travers le palladium.

La température d'équilibre entre les phases solide, liquide et vapeur de l'hydrogène peut être réalisée en utilisant une quantité suffisante d'hydrogène liquide avec un catalyseur dans une cavité ménagée dans un bloc de cuivre, dans lequel on a immergé des thermomètres à résistance de platine, le bloc de cuivre étant entouré d'un espace vide. La température du bloc est abaissée jusqu'à ce que l'hydrogène soit solidifié; on laisse alors la température s'élever lentement et l'on observe le passage au point triple. Le palier de la courbe de la température en fonction du temps peut être constant à 0,000 1 K près pendant 30 minutes ou plus.

On réalise normalement la température d'équilibre entre l'hydrogène liquide et gazeux par la méthode statique. Dans cette méthode, une cavité dans un bloc de métal de conductivité thermique élevée est maintenue à une température voisine du point d'ébullition par immersion dans de l'hydrogène liquide. Afin d'éviter des gradients de température dus à la pression hydrostatique, l'hydrogène liquide n'est en contact qu'avec le haut du bloc, la partie inférieure étant isolée par un espace vide. La cavité contient une petite quantité d'hydrogène liquide très pur avec un peu de catalyseur. La pression de la vapeur est transmise au moyen d'un mince tube à faible conduction thermique, relié à un manomètre situé à l'extérieur de l'enceinte. On doit prendre des précautions pour éviter tout rayonnement direct le long de ce tube jusque dans la cavité et s'assurer qu'en chacun de ses points le tube est à une température supérieure à celle de la surface de l'hydrogène liquide dans la cavité. On fait des comparaisons entre le thermomètre à tension de vapeur ainsi constitué et les thermomètres à résistance de platine introduits dans des trous de diamètre juste suffisant dans le bloc de métal entourant la cavité.

On peut vérifier la validité des mesures en constatant que les valeurs obtenues sont indépendantes du rapport du volume de l'hydrogène liquide au volume de la vapeur dans la cavité.

Pour le domaine de 13,81 K à 23 K, l'équation suivante donne la température T_{68} en fonction de la tension de vapeur de l'hydrogène en équilibre, avec une exactitude de quelques millikelvins

$$(18) \quad \lg \frac{p}{p_0} = A + \frac{B}{T_{68}} + CT_{68} + DT_{68}^2$$

où

$$\begin{aligned} A &= 1,711\ 466 & B &= -44,010\ 46\ \text{K} \\ C &= 0,023\ 590\ 9\ \text{K}^{-1} & D &= -0,000\ 048\ 017\ \text{K}^{-2} \\ p_0 &= 101\ 325\ \text{N/m}^2 \end{aligned}$$

6. Point d'ébullition du néon

On peut réaliser le point d'ébullition du néon d'une manière semblable à celle qui a été décrite pour l'hydrogène. La composition isotopique normale du néon est de 0,002 6 mole de ^{21}Ne et 0,088 mole de ^{22}Ne pour 0,909 mole de ^{20}Ne .

Pour le domaine de 27 K à 27,2 K l'équation suivante donne la température T_{68} en fonction de la tension de vapeur du néon, avec une exactitude de $\pm 0,000\ 2\ \text{K}$

$$(19) \quad T_{68} = \left[27,102 + 3,314\ 4 \left(\frac{p}{p_0} - 1 \right) - 1,24 \left(\frac{p}{p_0} - 1 \right)^2 + 0,74 \left(\frac{p}{p_0} - 1 \right)^3 \right] \text{K}$$

7. Point triple et point d'ébullition de l'oxygène

On peut réaliser le point triple et le point d'ébullition de l'oxygène d'une manière semblable à celle qui a été décrite pour l'hydrogène. On doit veiller particulièrement à la pureté de l'oxygène employé dans le thermomètre à tension de vapeur. L'oxygène est suffisamment pur quand le point d'ébullition normal demeure constant pendant qu'on élimine successivement des portions de vapeur.

Pour le domaine de 90,1 K à 90,3 K, l'équation suivante donne la température T_{68} en fonction de la tension de vapeur de l'oxygène avec une exactitude de $\pm 0,000$ 1 K

$$(20) \quad T_{68} = \left[90,188 + 9,5648 \left(\frac{p}{p_0} - 1 \right) - 3,69 \left(\frac{p}{p_0} - 1 \right)^2 + 2,22 \left(\frac{p}{p_0} - 1 \right)^3 \right] \text{K}$$

8. Point d'ébullition de l'eau

On réalise généralement la température d'équilibre entre l'eau liquide et sa vapeur par la méthode dynamique, le thermomètre étant placé dans la vapeur saturante. Pour un étalonnage précis, il est préférable d'employer des systèmes fermés dans lesquels la chaudière et le manomètre sont reliés à un manostat rempli d'air ou de préférence d'hélium.

La chaudière doit être construite de façon à éviter toute contamination de l'eau. Le thermomètre doit être protégé du rayonnement émis par les corps qui sont à des températures différentes de la température du point d'ébullition. Si l'on a obtenu la température d'équilibre, la température observée (réduite à une pression constante) doit être indépendante du temps écoulé, des variations dans le débit de chaleur fourni au liquide, et de la profondeur d'immersion du thermomètre.

Une modification de la proportion de deutérium dans l'eau entraîne une modification du point d'ébullition de l'eau dans le même sens que pour le point triple, mais trois fois plus faible.

Pour le domaine de 99,9 °C à 100,1 °C, l'équation suivante donne la température t_{68} en fonction de la tension de vapeur de l'eau avec une exactitude de $\pm 0,000$ 1 K

$$(21) \quad t_{68} = \left[100 + 28,0216 \left(\frac{p}{p_0} - 1 \right) - 11,642 \left(\frac{p}{p_0} - 1 \right)^2 + 7,1 \left(\frac{p}{p_0} - 1 \right)^3 \right] \text{°C}$$

9. Points de congélation de l'étain et du zinc

On peut réaliser des températures très reproductibles en observant le palier de la courbe de la température en fonction du temps pendant la congélation lente de métaux très purs.

On peut opérer la fusion et la congélation de l'étain et du zinc dans un creuset de graphite artificiel très pur (99,999 % en masse), d'environ 5 cm de diamètre, muni d'un puits axial pour thermomètre. La profondeur d'immersion du thermomètre dans le métal doit être suffisante pour éliminer l'influence de la conduction thermique le long des conducteurs du thermomètre sur la température de l'élément sensible. Il est commode de placer le creuset et le lingot de métal sous atmosphère inerte dans un tube de pyrex ou de silice que l'on chauffe dans un four à bloc métallique.

Dans la détermination des points de congélation on procède de façon à être sûr que l'élément sensible du thermomètre se trouve en contact aussi étroit que possible et en équilibre thermique avec une surface de contact solide-liquide; peu après le début de la formation de cristaux (germination) il doit y avoir soit une enveloppe solide complète s'épaississant à partir de la paroi du creuset, soit un manchon solide complet se formant sur le puits du thermomètre.

La température d'équilibre entre le métal solide et liquide varie légèrement avec la pression. Les grandeurs de ces variations sont données au Tableau V, p. A 20.

Lorsqu'on le refroidit à partir de l'état liquide, l'étain de très grande pureté (99,999 9 % en masse) reste généralement à l'état surfondu jusqu'à une température inférieure de 20 K à 30 K à son point de congélation. La technique suivante s'est révélée efficace pour provoquer la germination sans refroidissement excessif du four. En partant d'une température supérieure de quelques kelvins au point de congélation, le four est refroidi lentement à environ 0,1 K par minute jusqu'à ce que le métal fondu atteigne la température du liquidus; le récipient, contenant le métal fondu et un thermomètre à résistance de contrôle, est alors retiré jusqu'à l'entrée du four ou même complètement hors du four. Dans l'un et l'autre cas, le métal se refroidit rapidement; lorsqu'on décele l'augmentation rapide de température qui indique la germination générale, on remet rapidement le récipient contenant le métal dans le four que l'on continue à refroidir lentement. Pendant que la solidification se poursuit lentement, on obtient alors une courbe de refroidissement caractéristique d'un métal de très grande pureté, présentant un palier qui est reproductible pour un même échantillon de métal à $\pm 0,000 1$ K pour des durées qui dépendent de la vitesse de refroidissement du four.

Le zinc de très grande pureté (99,999 9 % en masse) est traité d'une manière quelque peu différente, car il ne donne pas de surfusion excessive. Le métal en fusion ayant atteint la température du liquidus, une mince couche de métal solide se forme autour du puits central lorsque, après avoir enlevé le thermomètre et l'avoir ramené à la température ambiante, on le remet en place, ou bien lorsqu'on introduit une tige en silice à la place du thermomètre pendant trente secondes environ avant de le replacer.

Un critère pour vérifier que la pureté d'un échantillon de zinc ou d'étain est satisfaisante est que son domaine de fusion n'est pas supérieur à 0,001 K.

10. *Points de congélation de l'argent et de l'or*

On peut réaliser les températures d'équilibre entre les phases solide et liquide de l'argent et de l'or dans des creusets fermés en graphite artificiel très pur, en matière céramique ou en silice vitreuse. Si l'on emploie du graphite, il est conseillé de mettre le creuset à l'abri de l'air pour éviter l'oxydation. L'argent fondu doit être protégé de façon à empêcher que l'oxygène ne s'y dissolve, ce qui aurait pour effet d'abaisser le point de congélation.

Le lingot de métal doit être chauffé à une température uniforme, supérieure de quelques kelvins au point de fusion du métal et ensuite refroidi lentement. Le thermocouple à étalonner, monté dans un tube de protection en matériau réfractaire approprié, avec des isolateurs réfractaires séparant les deux fils, est plongé dans le métal en fusion qu'on laisse alors se congeler. La profondeur d'immersion du thermocouple dans le métal doit être suffisante pour éliminer l'influence de la conduction thermique le long des fils du thermocouple.

On peut vérifier que la température d'équilibre est obtenue d'après les critères suivants: la force électromotrice du thermocouple doit être indépendante des petites variations de la profondeur d'immersion dans le métal au cours des congélations successives, et doit demeurer constante pendant au moins cinq minutes au cours d'une même congélation.

Un corps noir au point de congélation de l'or est nécessaire pour établir la température de référence des mesures par pyrométrie optique. Pour réaliser un tel corps noir, le creuset contenant l'or doit être agencé de façon qu'il constitue une enceinte à température uniforme plongée dans l'or. On réalise plus facilement une enceinte corps noir si le matériau employé pour sa construction possède déjà une forte émissivité; aussi le graphite est-il tout à fait approprié à cet usage.

11. *Points de référence secondaires*

En plus des points fixes de définition de l'E.I.P.T.-68 donnés au Tableau I, p. A 17, on dispose d'autres points de référence. On trouve au Tableau VI, p. A 21, quelques-uns de ces points avec leur température dans l'E.I.P.T.-68. Sauf lorsqu'il s'agit des points triples et des équations température-tension de vapeur, chaque température est celle d'un système en équilibre sous la pression de 1 atmosphère normale.

ANNEXE I

Historique de la mise au point des Échelles Internationales de Température; différences entre l'E.I.P.T.-68 et l'E.I.P.T.-48

En 1927 on a adopté l'Échelle Internationale de Température pour surmonter les difficultés pratiques de la réalisation directe des températures thermodynamiques par la thermométrie à gaz et pour unifier les échelles nationales de température existantes. C'est la Septième Conférence Générale des Poids et Mesures qui a introduit cette Échelle dans le but de fournir une échelle pratique de température, reproductible avec facilité et avec précision et aussi proche que possible de la température thermodynamique.

L'Échelle Internationale de Température a été révisée en 1948. Les procédés expérimentaux de réalisation demeuraient à peu près sans changements, mais on apportait à la définition de l'Échelle deux modifications entraînant des changements appréciables dans les valeurs numériques assignées aux températures mesurées. Le changement de la valeur de la température du point de congélation de l'argent de 960,5 °C à 960,8 °C modifiait les températures mesurées avec le thermocouple étalon (domaine de 630 °C à 1 063 °C); la différence maximale était d'environ 0,4 K vers 800 °C. L'adoption de la valeur 0,014 38 mètre-kelvin au lieu de 0,014 32 mètre-kelvin pour la constante de rayonnement c_2 modifiait toutes les températures supérieures au point de congélation de l'or, tandis que l'emploi de la formule du rayonnement de Planck, à la place de la formule de Wien, affectait les températures très élevées. Les températures supérieures au point de congélation de l'or étaient diminuées, par exemple de 2,2 K à 1 500 °C et de 6 K à 2 000 °C. A l'occasion de cette même révision et afin d'assurer l'uniformité internationale de la nomenclature, la Neuvième Conférence Générale des Poids et Mesures décida d'abandonner les mots « centigrade » et « centésimal » en faveur du nom « Celsius ». Ainsi le symbole °C prit désormais la signification « degré Celsius ».

La Onzième Conférence Générale des Poids et Mesures adopta une version modifiée de l'Échelle de 1948 sous le nouveau titre « Échelle Internationale Pratique de Température de 1948 (édition amendée de 1960) », les valeurs numériques des températures restant les mêmes qu'en 1948. La nouvelle édition comportait la nouvelle définition du kelvin donnée en fixant la température thermodynamique du point triple de l'eau à 273,16 K (Dixième Conférence Générale des Poids et Mesures 1954, Résolution 3). On a également reconnu à cette époque que l'E.I.P.T. ne représentait plus la température thermodynamique aussi étroitement que possible et le texte comportait un chapitre sur les différences entre elles. L'E.I.P.T.-68 a été conçue pour ramener ces différences dans les limites de l'exactitude avec laquelle on connaît les températures thermodynamiques (voir Tableau VII, p. A 23) et pour étendre l'Échelle vers les basses températures.

L'E.I.P.T.-68 diffère de l'E.I.P.T.-48 par les points suivants. La limite inférieure de l'Échelle est maintenant 13,81 K au lieu de 90,18 K. Les valeurs assignées aux points fixes de définition sont modifiées là où c'est nécessaire pour qu'elles coïncident aussi bien que possible avec les températures thermodynamiques, les seuls points demeurant inchangés étant le point triple de l'eau, qui est fixé de façon permanente par définition, et le point d'ébullition de l'eau. Les instruments d'interpolation sont les mêmes qu'auparavant, mais le thermomètre étalon à résistance de platine doit maintenant avoir une résistance réduite $W(100\text{ }^{\circ}\text{C})$ d'au moins 1,392 5 au lieu de 1,392 0. Dans le domaine de température compris entre 90,188 K et 273,15 K on ne se sert plus pour l'interpolation de l'équation de Callendar-Van Dusen; à sa place, on emploie la fonction de référence $W_{\text{CCT-68}}(T_{68})$. Au-dessus de 0 °C, l'équation de Callendar est modifiée de telle sorte que les valeurs interpolées des températures soient plus étroitement conformes aux valeurs de la température thermodynamique. Enfin, on a introduit la valeur la plus récente de c_3 , soit 0,014 388 mètre-kelvin, dans l'équation de Planck pour déterminer les températures supérieures au point de congélation de l'or. Les conséquences de tous ces changements sont résumées au Tableau VIII, p. A 24, qui donne les différences entre les valeurs des températures dans l'E.I.P.T.-68 et dans l'E.I.P.T.-48.

Dans le domaine de 13,81 K à 90,188 K, l'E.I.P.T.-68 est fondée sur la moyenne de quatre « échelles nationales » et sur les « meilleures » températures choisies pour les points fixes de définition. Ces échelles nationales sont chacune définies au moyen de thermomètres à résistance de platine étalonnés d'après le thermomètre à gaz et sont très bien reproductibles.

Les différences entre l'E.I.P.T.-68 et les échelles nationales sont publiées dans *Metrologia*, 5, n° 2, 1969. Cela permet l'emploi de ces échelles nationales et de ces différences pour donner une approximation étroite de l'E.I.P.T.-68.

Dans le texte de la présente définition de l'E.I.P.T.-68, on s'est conformé à la décision de la Treizième Conférence Générale des Poids et Mesures d'indiquer l'unité de température thermodynamique par le nom « kelvin », symbole K, et d'indiquer un intervalle de température par la même unité et le même symbole ou par « degré Celsius » ou « °C ».

ANNEXE II

Échelles pratiques de température à employer dans le domaine compris entre 0,2 K et 5,2 K

Les températures peuvent être déduites des tensions de vapeur mesurées de ^4He et ^3He . Les limites supérieures d'emploi correspondent aux points critiques de ces gaz (5,2 K pour ^4He et 3,3 K pour ^3He) et la limite inférieure par le fait que la tension de vapeur devient trop basse pour les mesures pratiques. L'« Échelle ^4He 1958 » et l'« Échelle ^3He 1962 » sont les échelles recommandées (7) dans lesquelles les températures sont respectivement indiquées par $T_{5,8}$ et T_{62} .

L'« Échelle ^4He 1958 », recommandée en 1958 par le Comité International des Poids et Mesures, est définie par une table des tensions de vapeur de ^4He en

(7) Des mesures thermodynamiques récentes par une méthode acoustique donnent des températures supérieures à celles des échelles à tension de vapeur de l'hélium; au point d'ébullition de ^4He la différence est environ 0,008 K.

fonction de la température (*Comité Consultatif de Thermométrie*, 5^e session, 1958, p. T 192 et *Procès-Verbaux C.I.P.M.*, **26-A**, 1958, p. T 192) ⁽⁸⁾.

L'« Échelle ³He 1962 », recommandée en 1962 par le Comité International des Poids et Mesures, est définie par une équation donnant la tension de vapeur de ³He en fonction de la température (*Comité Consultatif de Thermométrie*, 6^e session, 1962, p. 184) ⁽⁹⁾.

Dans le domaine de température compris entre 0,9 K et la température critique de ³He, on pense que les températures T_{58} et T_{62} sont en accord à mieux que 0,3 mK.

⁽⁸⁾ On trouvera une version détaillée de cette table ainsi que des renseignements complémentaires dans *Journal of Research, National Bureau of Standards* (Washington), **64A**, 1960, p. 1.

⁽⁹⁾ On trouvera une table des valeurs ainsi que des renseignements sur la mesure des tensions de vapeur dans *Journal of Research, National Bureau of Standards* (Washington), **68A**, 1964, p. 547, 559, 567 et 579.

TABLEAU I
Points fixes de définition de l'E.I.P.T.-68 (1)

État d'équilibre	Valeur assignée de la Température Internationale Pratique	
	T_{68}	t_{68}
Équilibre entre les phases solide, liquide et vapeur de l'hydrogène en équilibre (point triple de l'hydrogène en équilibre)	13,81 K	— 259,34 °C
Équilibre entre les phases liquide et vapeur de l'hydrogène en équilibre à une pression de 33 330,6 N/m ² (25/76 atmosphère normale)	17,042 K	— 256,108 °C
Équilibre entre les phases liquide et vapeur de l'hydrogène en équilibre (point d'ébullition de l'hydrogène en équilibre)	20,28 K	— 252,87 °C
Équilibre entre les phases liquide et vapeur du néon (point d'ébullition du néon)	27,102 K	— 246,048 °C
Équilibre entre les phases solide, liquide et vapeur de l'oxygène (point triple de l'oxygène)	54,361 K	— 218,789 °C
Équilibre entre les phases liquide et vapeur de l'oxygène (point d'ébullition de l'oxygène)	90,188 K	— 182,962 °C
Équilibre entre les phases solide, liquide et vapeur de l'eau (point triple de l'eau) (2)	273,16 K	0,01 °C
Équilibre entre les phases liquide et vapeur de l'eau (point d'ébullition de l'eau) (2) (3)	373,15 K	100 °C
Équilibre entre les phases solide et liquide du zinc (point de congélation du zinc)	692,73 K	419,58 °C
Équilibre entre les phases solide et liquide de l'argent (point de congélation de l'argent)	1 235,08 K	961,93 °C
Équilibre entre les phases solide et liquide de l'or (point de congélation de l'or)	1 337,58 K	1 064,43 °C

(1) Sauf pour les points triples et pour un point de l'hydrogène en équilibre (17,042 K) les valeurs assignées des températures le sont pour des états d'équilibre sous la pression $p_0 = 1$ atmosphère normale (101 325 N/m²).

Dans la réalisation de ces points fixes, de petits écarts avec les températures assignées risquent de se rencontrer; ils sont dus à une profondeur différente d'immersion des thermomètres ou au fait que la pression prescrite n'a pu être exactement obtenue. Si l'on tient compte de ces petites différences de température, la précision de la réalisation de l'Échelle ne sera pas altérée. On trouvera les ordres de grandeur de ces différences à la section III.

(2) A la place du point d'ébullition de l'eau on peut utiliser l'état d'équilibre entre les phases solide et liquide de l'étain (point de congélation de l'étain) dont la valeur assignée est $t_{68} = 231,968$ °C.

(3) L'eau utilisée doit avoir la composition isotopique de l'eau des océans, voir section III. 4.

TABLEAU II

Fonction de référence $W_{\text{CCT-68}}(T_{68})$ pour les thermomètres à résistance de platine dans le domaine compris entre 13,81 K et 273,15 K ⁽¹⁾

$$(22) \quad T_{68} = \left[A_0 + \sum_{i=1}^{20} A_i \{ \ln W_{\text{CCT-68}}(T_{68}) \}^i \right] \text{K}$$

Coefficients A_i

i	A_i	i	A_i
0	0,273 15	11	0,767 976 358 170 845 8 $\times 10^{-1}$
1	0,250 846 209 678 803 3 $\times 10^3$	12	0,213 689 459 382 850 0 $\times 10^{-2}$
2	0,135 099 869 964 999 7 $\times 10^3$	13	0,459 843 348 928 069 3
3	0,527 856 759 008 517 2 $\times 10^2$	14	0,763 614 629 231 648 0 $\times 10^{-1}$
4	0,276 768 548 854 105 2 $\times 10^2$	15	0,969 328 620 373 121 3 $\times 10^{-2}$
5	0,391 053 205 376 683 7 $\times 10^2$	16	0,923 069 154 007 007 5 $\times 10^{-3}$
6	0,655 613 230 578 069 3 $\times 10^2$	17	0,638 116 590 952 653 8 $\times 10^{-4}$
7	0,808 035 868 559 866 7 $\times 10^2$	18	0,302 293 237 874 619 2 $\times 10^{-5}$
8	0,705 242 118 234 052 0 $\times 10^2$	19	0,877 551 391 303 760 2 $\times 10^{-7}$
9	0,447 847 589 638 965 7 $\times 10^2$	20	0,117 702 613 125 477 4 $\times 10^{-8}$
10	0,212 525 653 556 057 8 $\times 10^2$		

La fonction de référence $W_{\text{CCT-68}}(T_{68})$ est continue à $T_{68} = 273,15$ K dans ses dérivées première et seconde avec la fonction $W(t_{68})$ donnée par les équations (9) et (10) pour

$$\alpha = 3,925 966 8 \times 10^{-3} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1} \quad \text{et} \quad \delta = 1,196 334 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

(1) On peut se procurer auprès du Bureau International des Poids et Mesures une table de cette fonction de référence, suffisamment détaillée pour permettre des interpolations avec une précision de 0,000 1 K. On trouvera au Tableau III un extrait de cette table.

TABLEAU III

Valeurs de $W_{\text{CCT-68}}(T_{68})$, selon l'équation donnée au Tableau II,
pour des valeurs entières de T_{68}

T_{68}	$W_{\text{CCT-68}}(T_{68})$	T_{68}	$W_{\text{CCT-68}}(T_{68})$	T_{68}	$W_{\text{CCT-68}}(T_{68})$	T_{68}	$W_{\text{CCT-68}}(T_{68})$
13	0,001 230 61						
14	0,001 459 73						
15	0,001 745 41	80	0,199 582 12	145	0,477 696 82	210	0,745 730 26
16	0,002 094 74	81	0,203 917 14	146	0,481 884 59	211	0,749 798 41
17	0,002 515 12	82	0,208 254 45	147	0,486 069 85	212	0,753 865 18
18	0,003 014 28	83	0,212 593 44	148	0,490 252 74	213	0,757 930 43
19	0,003 599 62	84	0,216 933 88	149	0,494 433 19	214	0,761 994 30
20	0,004 277 80	85	0,221 275 23	150	0,498 611 35	215	0,766 056 72
21	0,005 054 95	86	0,225 617 12	151	0,502 787 07	216	0,770 117 70
22	0,005 936 68	87	0,229 959 16	152	0,506 960 58	217	0,774 177 30
23	0,006 928 04	88	0,234 301 05	153	0,511 131 72	218	0,778 235 45
24	0,008 033 16	89	0,238 642 48	154	0,515 300 65	219	0,782 292 23
25	0,009 255 04	90	0,242 983 15	155	0,519 467 37	220	0,786 347 56
26	0,010 595 85	91	0,247 322 90	156	0,523 631 80	221	0,790 401 51
27	0,012 056 90	92	0,251 661 28	157	0,527 794 09	222	0,794 454 09
28	0,013 639 01	93	0,255 998 36	158	0,531 954 17	223	0,798 505 23
29	0,015 342 61	94	0,260 333 69	159	0,536 112 11	224	0,802 555 06
30	0,017 167 68	95	0,264 667 18	160	0,540 267 92	225	0,806 603 52
31	0,019 113 63	96	0,268 998 70	161	0,544 421 67	226	0,810 650 51
32	0,021 179 44	97	0,273 328 07	162	0,548 573 36	227	0,814 696 25
33	0,023 363 43	98	0,277 655 16	163	0,552 722 91	228	0,818 740 59
34	0,025 663 35	99	0,281 979 88	164	0,556 870 48	229	0,822 783 64
35	0,028 076 45	100	0,286 302 01	165	0,561 016 06	230	0,826 825 31
36	0,030 599 53	101	0,290 621 51	166	0,565 159 58	231	0,830 865 61
37	0,033 229 16	102	0,294 938 41	167	0,569 301 12	232	0,834 904 61
38	0,035 961 55	103	0,299 252 45	168	0,573 440 76	233	0,838 942 24
39	0,038 793 05	104	0,303 563 59	169	0,577 578 48	234	0,842 978 57
40	0,041 719 68	105	0,307 871 83	170	0,581 714 23	235	0,847 013 53
41	0,044 737 60	106	0,312 177 10	171	0,585 848 06	236	0,851 047 26
42	0,047 842 92	107	0,316 479 39	172	0,589 979 99	237	0,855 079 63
43	0,051 031 78	108	0,320 778 56	173	0,594 110 08	238	0,859 110 69
44	0,054 300 36	109	0,325 074 67	174	0,598 238 35	239	0,863 140 46
45	0,057 644 86	110	0,329 367 65	175	0,602 364 78	240	0,867 168 94
46	0,061 061 61	111	0,333 657 51	176	0,606 489 31	241	0,871 196 11
47	0,064 546 79	112	0,337 944 16	177	0,610 612 08	242	0,875 221 99
48	0,068 096 90	113	0,342 227 68	178	0,614 733 10	243	0,879 246 57
49	0,071 708 35	114	0,346 508 00	179	0,618 852 29	244	0,883 269 94
50	0,075 377 56	115	0,350 785 19	180	0,622 969 72	245	0,887 292 00
51	0,079 101 23	116	0,355 059 10	181	0,627 085 40	246	0,891 312 69
52	0,082 875 95	117	0,359 329 89	182	0,631 199 39	247	0,895 332 24
53	0,086 698 59	118	0,363 597 54	183	0,635 311 64	248	0,899 350 49
54	0,090 566 00	119	0,367 861 99	184	0,639 422 13	249	0,903 367 44
55	0,094 475 15	120	0,372 123 31	185	0,643 530 94	250	0,907 383 09
56	0,098 423 36	121	0,376 381 51	186	0,647 638 07	251	0,911 397 53
57	0,102 407 74	122	0,380 636 57	187	0,651 743 52	252	0,915 410 74
58	0,106 425 83	123	0,384 888 51	188	0,655 847 30	253	0,919 422 74
59	0,110 475 06	124	0,389 137 32	189	0,659 949 47	254	0,923 433 43
60	0,114 553 12	125	0,393 383 16	190	0,664 049 96	255	0,927 442 83
61	0,118 657 89	126	0,397 625 94	191	0,668 148 86	256	0,931 451 01
62	0,122 787 22	127	0,401 865 67	192	0,672 246 07	257	0,935 458 05
63	0,126 939 14	128	0,406 102 42	193	0,676 341 76	258	0,939 463 71
64	0,131 111 89	129	0,410 336 28	194	0,680 435 77	259	0,943 468 22
65	0,135 303 63	130	0,414 567 09	195	0,684 528 25	260	0,947 471 52
66	0,139 512 84	131	0,418 795 07	196	0,688 619 13	261	0,951 473 52
67	0,143 738 00	132	0,423 020 15	197	0,692 708 41	262	0,955 474 30
68	0,147 977 73	133	0,427 242 33	198	0,696 796 17	263	0,959 473 85
69	0,152 230 58	134	0,431 461 69	199	0,700 882 32	264	0,963 472 19
70	0,156 495 41	135	0,435 678 31	200	0,704 966 94	265	0,967 469 31
71	0,160 771 08	136	0,439 892 10	201	0,709 050 04	266	0,971 465 13
72	0,165 056 43	137	0,444 103 22	202	0,713 131 61	267	0,975 459 80
73	0,169 350 49	138	0,448 311 59	203	0,717 211 74	268	0,979 453 25
74	0,173 652 40	139	0,452 517 30	204	0,721 290 26	269	0,983 445 41
75	0,177 961 17	140	0,456 720 33	205	0,725 367 33	270	0,987 436 42
76	0,182 276 05	141	0,460 920 77	206	0,729 442 88	271	0,991 426 14
77	0,186 596 28	142	0,465 118 61	207	0,733 516 90	272	0,995 414 71
78	0,190 921 07	143	0,469 313 87	208	0,737 589 47	273	0,999 401 99
79	0,195 249 92	144	0,473 506 60	209	0,741 660 59		
80	0,199 582 12	145	0,477 696 82	210	0,745 730 26		

TABLEAU IV

Valeurs de $W_{\text{CCT-68}}(T_{68})$, selon les données portées au Tableau II,
aux températures des points fixes

Point fixe	T_{68}	t_{68}	$W_{\text{CCT-68}}$
Point triple de l'hydrogène en équilibre	13,81 K	— 259,34 °C	0,001 412 06
Point 17,042 K de l'hydrogène en équilibre	17,042 K	— 256,108 °C	0,002 534 44
Point d'ébullition de l'hydrogène en équilibre	20,28 K	— 252,87 °C	0,004 485 17
Point d'ébullition du néon	27,102 K	— 246,048 °C	0,012 212 72
Point triple de l'oxygène	54,361 K	— 218,789 °C	0,091 972 52
Point d'ébullition de l'oxygène	90,188 K	— 182,962 °C	0,243 799 09
	273,15 K	0 °C	1
Point d'ébullition de l'eau	373,15 K	100 °C	1,392 596 68
Point de congélation de l'étain	505,118 1 K	231,968 1 °C	1,892 570 86

TABLEAU V

Influence de la pression sur la température de congélation des métaux

Métal	Point de congélation sous 1 atmosphère normale	Coefficient de pression	
		kelvin par atmosphère	kelvin par centimètre de liquide
Mercure	— 38,862 °C	± 0,005 4	± 0,000 071
Indium	156,634 °C	± 0,004 9	+ 0,000 033
Étain	231,968 1 °C	+ 0,003 3	+ 0,000 022
Bismuth	271,442 °C	— 0,003 5	— 0,000 034
Cadmium	321,108 °C	+ 0,006 2	+ 0,000 048
Plomb	327,502 °C	+ 0,008 0	+ 0,000 082
Zinc	419,58 °C	+ 0,004 3	+ 0,000 027
Antimoine	630,74 °C	+ 0,000 85	+ 0,000 005

TABLEAU VI
Points de référence secondaires

État d'équilibre	Température Internationale Pratique	
	T_{68}	t_{68}
Équilibre entre les phases solide, liquide et vapeur de l'hydrogène normal (point triple de l'hydrogène normal)	13,956 K	— 259,194 °C
Équilibre entre les phases liquide et vapeur de l'hydrogène normal (point d'ébullition de l'hydrogène normal)	20,397 K	— 252,753 °C
(23) $\lg \frac{p}{p_0} = A + \frac{B}{T_{68}} + CT_{68} + DT_{68}^2$		
$A = 1,734\ 791$ $B = -44,623\ 68\ \text{K}$		
$C = 0,023\ 186\ 9\ \text{K}^{-1}$ $D = -0,000\ 048\ 017\ \text{K}^{-2}$		
pour le domaine de température compris entre 13,956 K et 30 K.		
Équilibre entre les phases solide, liquide et vapeur du néon (point triple du néon)	24,555 K	— 248,595 °C
Équilibre entre les phases liquide et vapeur du néon		
(24) $\lg \frac{p}{p_0} = A + \frac{B}{T_{68}} + CT_{68} + DT_{68}^2$		
$A = 4,611\ 52$ $B = -106,385\ 1\ \text{K}$		
$C = -0,036\ 833\ 1\ \text{K}^{-1}$ $D = 4,248\ 92 \times 10^{-4}\ \text{K}^{-2}$		
pour le domaine de température compris entre 24,555 K et 40 K.		
Équilibre entre les phases solide, liquide et vapeur de l'azote (point triple de l'azote)	63,148 K	— 210,002 °C
Équilibre entre les phases liquide et vapeur de l'azote (point d'ébullition de l'azote)	77,348 K	— 195,802 °C
(25) $\lg \frac{p}{p_0} = A + \frac{B}{T_{68}} + C \lg \frac{T_{68}}{T_0} + DT_{68} + ET_{68}^2$		
$A = 5,893\ 139$ $B = -404,131\ 05\ \text{K}$		
$C = -2,374\ 9$ $D = -0,014\ 250\ 5\ \text{K}^{-1}$		
$E = 72,534\ 2 \times 10^{-6}\ \text{K}^{-2}$		
pour le domaine de température compris entre 63,148 K et 84 K.		
Équilibre entre les phases liquide et vapeur de l'oxygène		
(26) $\lg \frac{p}{p_0} = A + \frac{B}{T_{68}} + C \lg \frac{T_{68}}{T_0} + DT_{68} + ET_{68}^2$		
$A = 5,961\ 546$ $B = -467,455\ 76\ \text{K}$		
$C = -1,664\ 512$ $D = -0,013\ 213\ 01\ \text{K}^{-1}$		
$E = 50,804\ 1 \times 10^{-6}\ \text{K}^{-2}$		
pour le domaine de température compris entre 54,361 K et 94 K.		
Équilibre entre les phases solide et vapeur de l'anhydride carbonique (point de sublimation de l'anhydride carbonique)	194,674 K	— 78,476 °C
(27) $T_{68} = \left[194,674 + 12,264 \left(\frac{p}{p_0} - 1 \right) - 9,15 \left(\frac{p}{p_0} - 1 \right)^2 \right] \text{K}$		
pour le domaine de température compris entre 194 K et 195 K.		

TABLEAU VI (suite)

État d'équilibre	Température Internationale Pratique	
	T_{68}	t_{68}
Équilibre entre les phases solide et liquide du mercure (point de congélation du mercure) ⁽¹⁾	234,288 K	— 38,862 °C
Équilibre entre la glace et l'eau saturée d'air (point de congélation de l'eau)	273,15 K	0 °C
Équilibre entre les phases solide, liquide et vapeur du phénoxybenzène (oxyde de diphényle) (point triple du phénoxybenzène)	300,02 K	26,87 °C
Équilibre entre les phases solide, liquide et vapeur de l'acide benzoïque (point triple de l'acide benzoïque)	395,52 K	122,37 °C
Équilibre entre les phases solide et liquide de l'indium (point de congélation de l'indium) ⁽¹⁾	429,784 K	156,634 °C
Équilibre entre les phases solide et liquide du bismuth (point de congélation du bismuth) ⁽¹⁾	544,592 K	271,442 °C
Équilibre entre les phases solide et liquide du cadmium (point de congélation du cadmium) ⁽¹⁾	594,258 K	321,108 °C
Équilibre entre les phases solide et liquide du plomb (point de congélation du plomb) ⁽¹⁾	600,652 K	327,502 °C
Équilibre entre les phases liquide et vapeur du mercure (point d'ébullition du mercure)	629,81 K	356,66 °C
(28) $t_{68} = \left[356,66 + 55,552 \left(\frac{p}{p_0} - 1 \right) - 23,03 \left(\frac{p}{p_0} - 1 \right)^2 + 14,0 \left(\frac{p}{p_0} - 1 \right)^3 \right]$ °C		
pour $p = 90 \times 10^3 \text{ N/m}^2$ à $104 \times 10^3 \text{ N/m}^2$.		
Équilibre entre les phases liquide et vapeur du soufre (point d'ébullition du soufre)	717,824 K	444,674 °C
(29) $t_{68} = \left[444,674 - 69,010 \left(\frac{p}{p_0} - 1 \right) - 27,48 \left(\frac{p}{p_0} - 1 \right)^2 + 19,14 \left(\frac{p}{p_0} - 1 \right)^3 \right]$ °C		
pour $p = 90 \times 10^3 \text{ N/m}^2$ à $104 \times 10^3 \text{ N/m}^2$.		
Équilibre entre les phases solide et liquide de l'eutectique cuivre-aluminium	821,38 K	548,23 °C
Équilibre entre les phases solide et liquide de l'antimoine (point de congélation de l'antimoine) ⁽¹⁾	903,89 K	630,74 °C
Équilibre entre les phases solide et liquide de l'aluminium (point de congélation de l'aluminium)	933,52 K	660,37 °C
Équilibre entre les phases solide et liquide du cuivre (point de congélation du cuivre)	1 357,6 K	1 084,5 °C
Équilibre entre les phases solide et liquide du nickel (point de congélation du nickel)	1 728 K	1 455 °C
Équilibre entre les phases solide et liquide du cobalt (point de congélation du cobalt)	1 767 K	1 494 °C
Équilibre entre les phases solide et liquide du palladium (point de congélation du palladium)	1 827 K	1 554 °C

⁽¹⁾ Voir Tableau V pour l'influence des variations de pression sur ces points de congélation.

TABLEAU VI (suite)

État d'équilibre	Température Internationale Pratique	
	T_{68}	t_{68}
Équilibre entre les phases solide et liquide du platine (point de congélation du platine)	2 045 K	1 772 °C
Équilibre entre les phases solide et liquide du rhodium (point de congélation du rhodium)	2 236 K	1 963 °C
Équilibre entre les phases solide et liquide de l'iridium (point de congélation de l'iridium)	2 720 K	2 447 °C
Équilibre entre les phases solide et liquide du tungstène (température de fusion du tungstène)	3 660 K	3 387 °C

TABLEAU VII

Incertitudes estimées sur les valeurs assignées aux points fixes de définition par rapport à leur température thermodynamique

Point fixe de définition	Valeur assignée		Incertitude estimée
Point triple de l'hydrogène en équilibre	13,81	K	0,01 K
Point 17,042 K de l'hydrogène en équilibre	17,042	K	0,01 K
Point d'ébullition de l'hydrogène en équilibre	20,28	K	0,01 K
Point d'ébullition du néon	27,102	K	0,01 K
Point triple de l'oxygène	54,361	K	0,01 K
Point d'ébullition de l'oxygène	90,188	K	0,01 K
Point triple de l'eau	273,16	K	exact par définition
Point d'ébullition de l'eau	100	°C	0,005 K
Point de congélation de l'étain	231,968 1	°C	0,015 K
Point de congélation du zinc	419,58	°C	0,03 K
Point de congélation de l'argent	961,93	°C	0,2 K
Point de congélation de l'or	1 064,43	°C	0,2 K

TABLEAU VIII

Différences approximatives ($t_{68} - t_{48}$), en kelvins, entre les valeurs de température données par l'E.I.P.T. de 1968 et l'E.I.P.T. de 1948

t_{68} °C	0	— 10	— 20	— 30	— 40	— 50	— 60	— 70	— 80	— 90	— 100
— 100	+ 0,022	+ 0,013	+ 0,003	— 0,006	— 0,013	— 0,013	— 0,005	+ 0,007	+ 0,012		
— 0	0,000	+ 0,006	+ 0,012	+ 0,018	+ 0,024	+ 0,029	+ 0,032	+ 0,034	+ 0,033	+ 0,029	+ 0,022
t_{68} °C	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
0	0,000	— 0,004	— 0,007	— 0,009	— 0,010	— 0,010	— 0,010	— 0,008	— 0,006	— 0,003	0,000
100	0,000	+ 0,004	+ 0,007	+ 0,012	+ 0,016	+ 0,020	+ 0,025	+ 0,029	+ 0,034	+ 0,038	+ 0,043
200	0,043	0,047	0,051	0,054	0,058	0,061	0,064	0,067	0,069	0,071	0,073
300	0,073	0,074	0,075	0,076	0,077	0,077	0,077	0,077	0,077	0,076	0,076
400	0,076	0,075	0,075	0,075	0,074	0,074	0,074	0,075	0,076	0,077	0,079
500	0,079	0,082	0,085	0,089	0,094	0,100	0,108	0,116	0,126	0,137	0,150
600	0,150	0,165	0,182	0,200	0,23	0,25	0,28	0,31	0,34	0,36	0,39
700	0,39	0,42	0,45	0,47	0,50	0,53	0,56	0,58	0,61	0,64	0,67
800	0,67	0,70	0,72	0,75	0,78	0,81	0,84	0,87	0,89	0,92	0,95
900	0,95	0,98	1,01	1,04	1,07	1,10	1,12	1,15	1,18	1,21	1,24
1 000	1,24	1,27	1,30	1,33	1,36	1,39	1,42	1,44			
t_{68} °C	0	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1 000
1 000		1,5	1,7	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	3,2
2 000	3,2	3,5	3,7	4,0	4,2	4,5	4,8	5,0	5,3	5,6	5,9
3 000	5,9	6,2	6,5	6,9	7,2	7,5	7,9	8,2	8,6	9,0	9,3

TABLE DES MATIÈRES

COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE LA TREIZIÈME CONFÉRENCE GÉNÉRALE DES POIDS ET MESURES, RÉUNIE A PARIS EN 1967 ET EN 1968

(Les numéros se rapportent aux différents points de l'Ordre du Jour)

	Pages
Liste des Délégués et des invités.....	3
Convocation (décembre 1966) à la Conférence et commentaires sur les principaux éléments du programme.....	11
Premier Complément (mai 1967) à la convocation de décembre 1966.....	18
Deuxième Complément (août 1967) à la convocation de décembre 1966.....	23
Ordre du Jour de la Conférence.....	24
Première Séance, 10 octobre 1967.....	25
Discours d'ouverture de Mr Couve de Murville, Ministre des Affaires Étrangères de la République Française.....	25
Réponse de Mr L. E. Howlett, Président du Comité International des Poids et Mesures.....	26
Allocution de Mr P.-P. Grassé, Président de la Conférence.....	31
2.3.4. Nomination de Mr de Boer comme secrétaire de la Conférence.....	32
Établissement de la liste des délégués chargés du vote par État.....	33
5. Approbation de l'ordre du jour.....	34
Déclarations de diverses délégations au sujet de l'absence des représentants de la République Démocratique Allemande à la Conférence.....	34
6. <i>Rapport du Président du Comité International sur les travaux accomplis depuis la Douzième Conférence Générale (octobre 1964 à octobre 1967).....</i>	<i>37</i>
Invitation à la réception offerte par le Ministre des Affaires Étrangères de France.....	44
VISITE DU BUREAU INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES ET DU CAVEAU DES PROTOTYPES MÉTRIQUES, 11 octobre 1967 (Visite des laboratoires du Bureau International. Réception offerte au Pavillon de Breteuil. Procès-verbal de la visite du Dépôt des Prototypes).....	45
Deuxième Séance, 12 octobre 1967.....	47
7. <i>Programme des travaux futurs du Bureau International (Pas d'observation en séance sur le document qui avait été envoyé aux États membres de la Convention du Mètre et distribué aux délégués).....</i>	<i>47</i>
8. <i>Dotation annuelle du Bureau International pour la période 1969-1972.....</i>	<i>47</i>
Présentation et discussion du projet de résolution du Comité International proposant une augmentation annuelle de 14 pour cent du budget du Bureau International; intervention des délégations pour et contre l'augmentation proposée (U. R. S. S., Royaume-Uni, Pologne, Tchécoslovaquie, Canada, Roumanie, Hongrie, France). Une votation d'orientation indique 8 votes contre la proposition du Comité International. Constitution d'une Commission <i>ad hoc</i>	47

	Pages
Invitation à la réception offerte par la délégation américaine à l'Ambassade des États-Unis.....	52
Troisième Séance, 13 octobre 1967.....	53
8. <i>Dotation annuelle du Bureau International pour la période 1969-1972 (suite)...</i>	53
Suite de la discussion de la proposition du Comité International; un vote préliminaire indique 21 voix en faveur et 12 abstentions; interprétation de l'« abstention ». Nouvelles interventions des délégations favorables ou opposées à l'augmentation proposée (Pologne, U. R. S. S., Tchécoslovaquie, France, Royaume-Uni, Suède, Roumanie); proposition de l'U. R. S. S.....	53
9. <i>Changement de la définition de la seconde.....</i>	58
<i>Rapport du président du Comité Consultatif pour la Définition de la Seconde</i> (Compte rendu sur les récents travaux et discussions relatifs au changement de définition de la seconde).....	58
Présentation et discussion des deux projets de résolutions préparés par le Comité International; interventions des délégations de la Pologne, de l'Espagne, du Canada, de MM. Stille et Barrell.....	59
Adoption de la <i>Résolution 1</i> (p. 103) définissant l'unité de temps du SI par l'étalon atomique de fréquence à césium, et de la <i>Résolution 2</i> (p. 103) recommandant la poursuite des études sur les étalons atomiques de fréquence... ..	60
10. <i>Travaux du Comité Consultatif de Thermométrie. Échelle Internationale Pratique de Température.....</i>	60
<i>Rapport du Comité Consultatif de Thermométrie</i> (Résumé des travaux effectués depuis 1964 pour la révision et l'extension de l'Échelle Internationale Pratique de Température).....	60
Présentation et adoption du projet de résolution donnant pouvoir au Comité International pour la mise en vigueur d'une nouvelle Échelle Internationale Pratique de Température (<i>Résolution 8</i> , p. 105).....	62
11. <i>Système International d'Unités.....</i>	62
<i>Rapport du président du Comité Consultatif des Unités</i> (Exposé sur la tâche et le domaine d'activité de ce nouveau Comité Consultatif qui a tenu sa première session en 1967).....	62
Présentation de deux projets de résolutions sur l'unité de température thermodynamique (<i>kelvin</i>).....	63
Discussion de ces projets : commentaires du Deutsches Amt für Messwesen und Warenprüfung et observations des délégations (Espagne, Pologne, Roumanie, France, Suisse, Mr Stille).....	64
Invitation à la réception offerte par l'Ambassadeur du Canada.....	66
Quatrième Séance, 16 octobre 1967.....	67
8. <i>Dotation annuelle du Bureau International pour la période 1969-1972 (suite)...</i>	67
Suite de la discussion sur la proposition du Comité International : résumé des discussions à la Commission <i>ad hoc</i> ; prises de position des délégations (U. R. S. S., Pologne, Royaume-Uni, Tchécoslovaquie). Report du vote à la séance suivante.....	67
11. <i>Système International d'Unités (suite).....</i>	69
Suite de la discussion sur les projets de résolutions concernant l'unité de température thermodynamique (<i>kelvin</i>) : observations des délégations (Finlande, Pologne, Mr Moser)....	69
Adoption des résolutions sur le kelvin : <i>Résolutions 3 et 4</i> (p. 104).....	70
Présentation du projet de résolution sur une nouvelle formulation de la définition de la <i>candela</i> ; observations des délégations (Belgique, U. R. S. S., Pologne).....	70
Adoption de la résolution sur la <i>candela</i> : <i>Résolution 5</i> (p. 104).....	71
Présentation du projet de résolution sur la <i>mole</i> ; intervention des délégations (Belgique, France, Suisse, Pologne, Finlande, Espagne).....	71

	Pages
Sur la proposition de la Suisse, la Conférence décide d'ajourner sa décision sur la mole.	73
Présentation du projet de résolution sur les <i>unités dérivées</i> ; observations des délégations (Pologne, Roumanie, Mr Stille) et interventions de plusieurs délégations en faveur de l'adoption du <i>siemens</i>	73
Adoption de la <i>Résolution 6</i> (p. 105) ajoutant six unités à la liste des unités dérivées donnée dans la <i>Résolution 12</i> de la 11 ^e Conférence Générale.	74
Adoption de la <i>Résolution 7</i> (p. 105) retirant les noms « micron (μ) » et « bougie nouvelle » de la <i>Résolution 7</i> de la 9 ^e Conférence Générale.	75
Proposition de l'Autriche au sujet de l'emploi des préfixes dans le cas du kilogramme; renvoi de cette proposition au Comité International et recommandation adoptée par celui-ci.	75
12. <i>Photométrie et colorimétrie</i>	76
<i>Rapport du président du Comité Consultatif de Photométrie</i> (Travaux des Groupes de travail de l'étalon primaire photométrique et de la radiométrie absolue. Questions de photométrie et de colorimétrie examinées par le Comité Consultatif).	76
Adoption de la <i>Résolution 9</i> (p. 105) par laquelle le Comité International est autorisé à inclure dans ses activités et dans celles du Bureau International les aspects métrologiques fondamentaux de la colorimétrie et de la radiométrie.	76
13. <i>Étalons de longueur; Électricité; Radiations ionisantes : travaux des Comités Consultatifs</i>	77
<i>Rapport du président du Comité Consultatif pour la Définition du Mètre</i> (Radiations étalons du krypton 86. Autres radiations étalons. Lasers. Comparateurs. Recherches diverses).	77
<i>Rapport du président du Comité Consultatif d'Électricité</i> (Comparaisons internationales des étalons du volt et de l'ohm; déterminations absolues. Étalons de force électromotrice (piles) et de tension (diodes de Zener). Détermination de γ_p . Comparaisons internationales d'étalons de capacité électrique et d'instruments de mesure dans le domaine des radiofréquences).	78
<i>Rapport du Comité Consultatif pour les Étalons de Mesure des Radiations Ionisantes</i> (Présidence et extension de la composition du Comité Consultatif. Réunions des Groupes de travail (rayons X et γ , radionucléides, mesures neutroniques). Création d'un Groupe de travail pour les étalons d'énergie de particules α . Relations avec les organismes nationaux et internationaux).	79
14. <i>Accélération due à la pesanteur; système gravimétrique de référence</i> (Situation actuelle concernant la révision du système de Potsdam. Résolution adoptée par le Comité International en octobre 1968, apportant une correction de -14×10^{-7} m/s ² au système de Potsdam).	80
15. <i>Progrès du Système Métrique et diffusion du Système International d'Unités</i> (voir p. 109).	
Cinquième Séance, 16 octobre 1967	83
8. <i>Dotation annuelle du Bureau International pour la période 1969-1972</i> (suite).	83
La proposition du Comité International d'une augmentation annuelle de 14 pour cent du budget du Bureau International est rejetée par 3 voix contre (Pologne, Tchécoslovaquie, U. R. S. S.). Déclaration de la Pologne.	83
16. <i>Répartition de la dotation du Bureau International entre les États</i> (Aucune solution plus satisfaisante que le mode de répartition actuel n'a pu être trouvée).	84
17. <i>Propositions des Délégations</i> (Présentation et discussion d'une proposition de l'Espagne relative à l'emploi de la langue espagnole comme quatrième langue de travail à la Conférence Générale; cette proposition n'est pas adoptée par la Conférence).	84
18. <i>Renouvellement par moitié du Comité International</i> (Remarques de la Pologne, de la Tchécoslovaquie et de l'U. R. S. S. au sujet du libellé des bulletins de vote. Réélection des neuf membres sortants par vote au scrutin secret).	87

	Pages
8. <i>Dotation annuelle du Bureau International pour la période 1969-1972</i> (suite)...	88
Présentation par le Comité International des projets de résolutions 10 et 11.....	88
Le projet de résolution 10, proposant une augmentation annuelle minimale de 9 pour cent du budget du Bureau International et la recherche de ressources supplémentaires, est rejeté par 11 voix contre (Espagne). Échanges de vues à la suite de ce vote négatif. La Conférence charge le Comité International de faire une démarche auprès du Gouvernement espagnol, le scrutin restant ouvert pour quelque temps.....	88
Adoption du projet de résolution 11 ajournant la session jusqu'au 5 juin 1968.....	90
19. <i>Questions diverses</i>	90
<i>Accord de siège</i> (Rappel de l'état actuel des négociations avec le Gouvernement français)...	90
La Délégation de l'Inde demande que la future dotation du Bureau International soit répartie de telle sorte que les cotisations des pays du tiers monde demeurent à leur niveau actuel.....	90
Motion de remerciements. Ajournement de la session.....	90
Convocation (avril 1968) pour la reprise de la session de la 13 ^e Conférence Générale (Action du Comité International des Poids et Mesures après la cinquième séance : la démarche effectuée auprès du Gouvernement de l'Espagne permet de considérer le projet de résolution 10 comme adopté; propositions et projet de résolution 12 présenté par le Comité International en vue de fournir des ressources supplémentaires au Bureau International)...	91
Sixième Séance, 15 octobre 1968	95
Allocution de Mr A. Couder, Président de la Conférence.....	95
8. <i>Dotation annuelle du Bureau International pour la période 1969-1972</i> (suite)...	96
Rappel de la situation antérieure et de l'action du Comité International depuis octobre 1967. Présentation du projet de résolution 12 proposant d'allouer au Bureau International des ressources supplémentaires qui pourraient être payées en monnaies nationales. Observation de la Suisse et de l'Espagne.....	96
Adoption sans avis contraire (29 oui et 6 abstentions : Brésil, Indonésie, Pologne, Roumanie, Tchécoslovaquie, Thaïlande) de la <i>Résolution 12</i> (p. 106) allouant au Bureau International des ressources supplémentaires complétant les dotations annuelles pour 1969-1972 adoptées dans la <i>Résolution 10</i>	97
Explication de vote du Brésil qui souhaite que les pays fortement développés aient une participation plus importante dans la répartition de la dotation du Bureau International...	98
Interventions de plusieurs Délégations au sujet de l'absence des représentants de la République Démocratique Allemande à cette 6 ^e séance.....	98
Activités du Comité International des Poids et Mesures et du Bureau International depuis la 5 ^e séance; caractère coordinateur de ces activités sur le plan métrologique mondial.....	99
11. <i>Système International d'Unités</i> (suite).....	101
Présentation du projet d'un document de travail : « Le Système International d'Unités », qui constitue un exposé d'ensemble sur l'état actuel du SI avec toutes les résolutions et les recommandations adoptées par la Conférence Générale et le Comité International depuis l'établissement de ce système.....	101
Remerciements et clôture de la 13 ^e session de la Conférence Générale.....	102
Textes des Résolutions adoptées	103
— <i>Système International d'Unités</i> (SI) :	
— Unité de temps : <i>Résolution 1</i> (définition de la seconde) et <i>Résolution 2</i> (poursuite des études sur les étalons atomiques de fréquence).....	103
— Désignation et définition de l'unité de température thermodynamique (kelvin) : <i>Résolutions 3</i> et <i>4</i>	104

TABLE DES MATIÈRES

v

	Pages
– Définition de l'unité d'intensité lumineuse (candela) : <i>Résolution 5</i> ...	104
– Unités dérivées ajoutées à la Résolution 12 de la 11 ^e Conférence Générale : <i>Résolution 6</i>	105
– Abrogation de décisions antérieures (micron, bougie nouvelle) : <i>Résolution 7</i>	105
– Échelle Internationale Pratique de Température (révision prochaine) : <i>Résolution 8</i>	105
– Colorimétrie et radiométrie : <i>Résolution 9</i>	105
– Dotation du Bureau International : <i>Résolutions 10, 11 et 12</i>	106

ANNEXES

1. <i>Les récents progrès du Système Métrique</i> , par H. Moreau.....	109
2. <i>Échelle Internationale Pratique de Température de 1968</i>	A 1



PARIS — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS

QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, 55

177471-69

Dépôt légal, Éditeur, 1969, n° 4.

Dépôt légal, Imprimeur, 1969, n° 1883.

ACHEVÉ D'IMPRIMER LE 5 MAI 1969

Imprimé en France

