

COMITÉ INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES

---

# PROCÈS-VERBAUX

DES SÉANCES

---

2<sup>e</sup> SÉRIE. — TOME 32

---

53<sup>e</sup> SESSION — 1964

(2-13 octobre)



PARIS

GAUTHIER-VILLARS & C<sup>ie</sup>

IMPRIMEUR-ÉDITEUR DU BUREAU INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES

55, Quai des Grands-Augustins.



---

## AVERTISSEMENT HISTORIQUE

---

Le Bureau International des Poids et Mesures a été créé par la *Convention du Mètre* signée à Paris le 20 mai 1875 par dix-sept États, lors de la dernière séance de la Conférence Diplomatique du Mètre. Cette Convention a été modifiée en 1921.

Le Bureau International a son siège près de Paris, dans le domaine du Pavillon de Breteuil (Parc de Saint-Cloud) mis à sa disposition par le Gouvernement français; son entretien est assuré à frais communs par les États membres de la Convention du Mètre <sup>(1)</sup>.

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

- d'établir les étalons fondamentaux et les échelles des principales grandeurs physiques et de conserver les prototypes internationaux;
- d'effectuer la comparaison des étalons nationaux et internationaux;
- d'assurer la coordination des techniques de mesure correspondantes;
- d'effectuer et de coordonner les déterminations relatives aux constantes physiques fondamentales.

Le Bureau International fonctionne sous la surveillance exclusive d'un *Comité International des Poids et Mesures*, placé lui-même sous l'autorité d'une *Conférence Générale des Poids et Mesures*.

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

- de discuter et de provoquer les mesures nécessaires pour assurer la propagation et le perfectionnement du Système Métrique;
- de sanctionner les résultats des nouvelles déterminations métrologiques fondamentales et les diverses résolutions scientifiques de portée internationale;
- d'adopter les décisions importantes concernant l'organisation et le développement du Bureau International.

Le Comité International est composé de dix-huit membres appartenant à des États différents; il se réunit au moins une fois tous les deux ans. Le bureau de ce Comité adresse aux Gouvernements des États membres de la Convention du Mètre, un *Rapport Annuel* sur la situation administrative et financière du Bureau International.

Limitées à l'origine aux mesures de longueur et de masse et aux études métrologiques en relation avec ces grandeurs, les activités du Bureau International ont été étendues aux étalons de mesure électriques (1927), photométriques (1937) et des radiations ionisantes (1960). Dans ce but, un agrandissement des premiers laboratoires construits en 1876-1878 a eu lieu en 1929 et deux nouveaux bâtiments ont été construits en 1963-1964 pour les laboratoires de la Section des radiations ionisantes.

---

<sup>(1)</sup> Au 31 décembre 1964, quarante États sont membres de cette Convention: Afrique du Sud, Allemagne, Amérique (É.-U. d'), Argentine (Rép.), Australie, Autriche, Belgique, Brésil, Bulgarie, Canada, Chili, Corée, Danemark, Dominicaine (Rép.), Espagne, Finlande, France, Hongrie, Inde, Indonésie, Irlande, Italie, Japon, Mexique, Norvège, Pays-Bas, Pologne, Portugal, République Arabe Unie, Roumanie, Royaume-Uni, Suède, Suisse, Tchécoslovaquie, Thaïlande, Turquie, U.R.S.S., Uruguay, Vénézuéla, Yougoslavie.

Devant l'extension des tâches confiées au Bureau International, le Comité International a institué depuis 1927, sous le nom de *Comités Consultatifs*, des organes destinés à le renseigner sur les questions qu'il soumet, pour avis, à leur examen. Ces Comités Consultatifs sont chargés de coordonner les travaux internationaux effectués dans leurs domaines respectifs et de proposer des recommandations concernant les modifications à apporter aux définitions et aux valeurs des unités, en vue des décisions que le Comité International est amené à prendre directement ou à soumettre à la sanction de la Conférence Générale pour assurer l'unification mondiale des unités de mesure.

Les Comités Consultatifs ont un règlement commun (*Procès-Verbaux C. I. P. M.*, 31, 1963, p. 97). Chaque Comité Consultatif, dont la présidence est généralement confiée à un membre du Comité International, est composé d'un délégué des grands Laboratoires de métrologie et des Instituts spécialisés dont la liste est établie par le Comité International, ainsi que de membres individuels désignés également par le Comité International. Ces Comités tiennent leurs sessions à des intervalles irréguliers; ils sont actuellement au nombre de sept :

1. Le *Comité Consultatif d'Electricité*, créé en 1927.
2. Le *Comité Consultatif de Photométrie*, créé en 1933 (de 1930 à 1933 le Comité précédent s'est occupé des questions de photométrie).
3. Le *Comité Consultatif de Thermométrie*, créé en 1937.
4. Le *Comité Consultatif pour la Définition du Mètre*, créé en 1952.
5. Le *Comité Consultatif pour la Définition de la Seconde*, créé en 1956.
6. Le *Comité Consultatif pour les Étalons de Mesure des Radiations Ionisantes*, créé en 1958.
7. Le *Comité Consultatif des Unités*, créé en 1964.

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

- *Comptes Rendus des séances de la Conférence Générale des Poids et Mesures* ;
- *Procès-Verbaux des séances du Comité International des Poids et Mesures* ;
- *Sessions des Comités Consultatifs* ;
- *Travaux et Mémoires du Bureau International des Poids et Mesures* (périodicité irrégulière).

Le Bureau International présente en outre à la Conférence Générale un Rapport sur les développements du Système Métrique dans le monde, Rapport publié sous le titre : *Les récents progrès du Système Métrique*.

Depuis 1965 le journal international *Metrologia*, édité sous les auspices du Comité International des Poids et Mesures, publie des articles sur les principaux travaux de métrologie scientifique effectués dans le monde, sur l'amélioration des méthodes de mesure et des étalons, sur les unités, etc., ainsi que des rapports concernant les activités, les décisions et les recommandations des divers organismes issus de la Convention du Mètre.

---

---

## LISTE DES MEMBRES

DU

COMITÉ INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES

AU 13 OCTOBRE 1964

---

### *Président*

1. L. E. HOWLETT, Directeur, Division de Physique Appliquée, Conseil National de Recherches, Sussex Drive, *Ottawa* 2, Ontario.

### *Vice-Président*

2. J. M. OTERO, Président, Centro Nacional de Energia Nuclear « Juan Vigon », Ciudad Universitaria, *Madrid*.

### *Secrétaire*

3. J. DE BOER, Professeur à l'Université, Walborg 9, *Amsterdam-Z.*

### *Membres*

4. A. V. ASTIN, Directeur, National Bureau of Standards, *Washington* D. C., 20 234.
5. H. BARRELL, Superintendent, Standards Division, National Physical Laboratory, *Teddington*, Middlesex.
6. G. D. BOURDOUN, Directeur de la Chaire de Métrologie, Comité National des Normes, des Mesures et Instruments de Mesure de l'U.R.S.S., Leninski prosp. 9b, *Moscou* V 49.
7. T. ISNARDI, Professeur à l'Université, Calle Arcos 1901, *Buenos Aires*.

8. C. KARGATCHIN, Chef de Section honoraire, Ministère du Commerce, Marticeva 31, *Zagreb*.
9. P. K. KICHLU, Directeur, National Physical Laboratory of India, Hillside Road, *New Delhi* 12.
10. F. J. LEHANY, Chief, Division of Applied Physics, National Standards Laboratory, *Chippendale*, N.S.W.
11. A. MARÉCHAL, Délégué Général à la Recherche Scientifique et Technique, 103, rue de l'Université, *Paris* (7<sup>e</sup>).
12. J. NUSSEBERGER, École Tchèque des Hautes Études Techniques, Institut de Physique, (C.V.U.T.), Husova 5, *Praha* I.
13. M. SANDOVAL VALLARTA, Commission Nationale de l'Énergie Nucléaire, Insurgentes Sur 1079, *Mexico* 18, D. F.
14. K. SIEGBAHN, Institut de Physique, Université, *Uppsala*.
15. J. STULLA-GÖTZ, Präsident, Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen, Friedrich-Schmidt-Platz 3, *Wien* VIII.
16. Y. VÄISÄLÄ, Professeur à l'Université, Puolalanpuisto 1, *Turku*.
17. R. VIEWEG, Membre du Conseil de la Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Dachsbergweg 6, *Darmstadt*.
18. Z. YAMAUTI, Professeur à l'Université de Keio, 13-18, Nishiogi-Kita, 3-chome, Suginami-ku, *Tokyo*.

#### *Membres honoraires*

1. L. DE BROGLIE, de l'Académie Française, Secrétaire Perpétuel de l'Académie des Sciences, 94, rue Perronet, *Neuilly-sur-Seine*.
  2. A. DANJON, Membre de l'Institut, Directeur honoraire de l'Observatoire de Paris, 13, rue de l'Odéon, *Paris* (6<sup>e</sup>).
  3. N. A. ESSERMAN, 1, Wallangra Road, *Dover Heights*, N.S.W.
  4. R. H. FIELD, 32 Highgate Gardens, *St. Michael* (Barbados, B. W. I.).
  5. M. SIEGBAHN, Directeur, Nobelinstitutet för Fysik, *Stockholm* 50.
-

---

# LISTE DU PERSONNEL

DU

BUREAU INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES

AU 1<sup>er</sup> JANVIER 1965

---

*Directeur* : J. Terrien

## LABORATOIRES

### *Physicien Chercheur principal*

A. Allisy.

### *Physiciens et Métrologistes*

V. Naggiar, A. Rytz, G. Leclerc,

P. Carré, J. Bonhoure, J. Hamon,

A. Sakuma, G. Girard.

J. A. Hall (hors cadre).

### *Techniciens*

P. Bréonce, L. Lafaye, D. Carnet,

C. Colas, C. Veyradier.

### *Calculateurs*

F. Lesueur, R. Czerwonka, J.-M.

Chartier, C. Garreau, G. Loric (en  
congé), D. Bournaud, R. Pello.

### *Mécaniciens*

R. Hanocq, R. Michard, C. Gil-  
bert, J. Leroux, Jacques Diaz.

## ADMINISTRATION et SERVICES

### *Métrologiste rédacteur*

H. Moreau.

### *Administrateur*

A. Jeannin.

### *Secrétaires*

M<sup>lles</sup> D. Guégan, J. Monprofit,

R. Coutin, M<sup>me</sup> B. Petit.

### *Gardiens*

José Diaz, L. Lecoufflard.

### *Services d'entretien généraux*

1 agent (A. Gama),

4 employés (contractuels).

*Directeur honoraire* : Ch. Volet

---

## ORDRE DU JOUR DE LA SESSION

---

- Ouverture de la session; quorum.
  - Nomination de la Commission Administrative.
  - Rapport du Secrétaire du Comité.
  - Rapport du Directeur et Travaux du Bureau International.
  - Préparation et examen des différents points de l'ordre du jour de la Douzième Conférence Générale.
  - Rapports des Comités Consultatifs et des Commissions :
    - Comité Consultatif pour la Définition de la Seconde (3<sup>e</sup> session).
    - Comité Consultatif pour les Étalons de Mesure des Radiations Ionisantes (5<sup>e</sup> session).
    - Comité Consultatif de Thermométrie (7<sup>e</sup> session).
    - Composition et dates des prochaines sessions des Comités Consultatifs.
    - Commission Administrative.
    - Commission du Système d'Unités.
  - Renouvellement du bureau du Comité International.
  - Questions diverses.
-



53<sup>e</sup> SESSION (OCTOBRE 1964)

PROCÈS-VERBAUX DES SÉANCES

TENUES A SÈVRES ET A PARIS

Présidence de Mr R. VIEWEG

Le Comité International s'est réuni pour sa 53<sup>e</sup> session du vendredi 2 au mardi 13 octobre 1964, au cours de laquelle il a tenu sept séances : les deux premières au Bureau International à Sèvres et les cinq autres au Centre de Conférences Internationales du Ministère des Affaires Étrangères à Paris. Ces séances ont eu lieu avant, pendant et immédiatement après la session de la Douzième Conférence Générale des Poids et Mesures.

Étaient présents (1) : MM. VIEWEG, ASTIN, BARRELL, DE BOER, BOURDOUN, HOWLETT, LEHANY, MARÉCHAL, NUSSBERGER, OTERO, SANDOVAL VALLARTA, SIEGBAHN, STULLA-GÖTZ, TERRIEN, VÄISÄLÄ, YAMAUTI.

Mr VOLET, directeur honoraire du Bureau, a assisté aux deux premières séances.

Secrétaires : Mr MOREAU, M<sup>lle</sup> MONPROFIT.

MM. ASTIN et BOURDOUN étaient accompagnés chacun de leur interprète (MM. CARASSO et OBOUKHOV).

Excusé : Mr KICHLU.

Absents : MM. ISNARDI et KARGATCHIN ; des messages de sympathie ont été envoyés à ces deux membres actuellement souffrants.

Le quorum étant atteint, le PRÉSIDENT ouvre la première séance en évoquant avec émotion le nom de G. Cassinis, secrétaire du Comité de 1952 à 1962 et des 10<sup>e</sup> et 11<sup>e</sup> Conférences Générales, décédé en janvier 1964. Quelques instants de silence sont observés à la mémoire de ce collègue disparu et un télégramme d'hommages est envoyé à M<sup>me</sup> Cassinis.

(1) MM. OTERO, SANDOVAL VALLARTA, STULLA-GÖTZ et VÄISÄLÄ étaient excusés à la première séance. Mr LEHANY était absent à la quatrième séance (8 octobre) et Mr SIEGBAHN à la sixième séance (12 octobre). Mr MARÉCHAL, obligé de se rendre en mission à l'étranger pour le Gouvernement français, n'a pu assister qu'au début de la première séance.

Le PRÉSIDENT rappelle la démission, pour raisons de santé, de Mr A. Danjon. On ne peut oublier les grands services que Mr Danjon a rendus au Comité dont il fut président de 1954 à 1960; à l'unanimité, le Comité l'a nommé membre honoraire.

Le PRÉSIDENT souhaite la bienvenue aux deux nouveaux membres, MM. Maréchal et Siegbahn élus par cooptation, ainsi que Mr Kichlu, depuis la 52<sup>e</sup> session, et salue Mr Volet que le Comité est toujours heureux de revoir. Il annonce enfin l'adhésion de l'Afrique du Sud à la Convention du Mètre.

Le Secrétaire du Comité, Mr DE BOER, présente ensuite son rapport.

### Rapport du Secrétaire du Comité

(1<sup>er</sup> septembre 1963 — 30 septembre 1964)

*Membres du Comité.* — Après le décès de notre regretté collègue K. S. Krishnan, il avait été convenu que l'on attendrait, si possible, la nomination de son successeur à la direction du National Physical Laboratory de New Delhi pour procéder à une nouvelle élection. Dès que cette nomination a été connue, le bureau du Comité a pu proposer de procéder à cette élection. Les votes ont été dépouillés le 25 avril 1964; ils étaient tous en faveur du candidat proposé, Mr P. K. KICHLU.

Le décès le 13 janvier 1964 de notre éminent secrétaire, G. Cassinis, puis la démission en avril 1964 de notre ancien président, Mr A. Danjon, ont laissé deux sièges vacants qui ont été pourvus par l'élection de MM. Kai SIEGBAHN le 8 juin et de André MARÉCHAL le 6 août 1964.

*Activités du bureau du Comité.* — Depuis la 52<sup>e</sup> session (octobre 1963), le bureau du Comité a continué son activité par correspondance et s'est réuni plusieurs fois au Pavillon de Breteuil.

Parmi les nombreuses questions étudiées par le bureau du Comité la plus importante fut la préparation de la Douzième Conférence Générale. Se conformant aux décisions prises à la 52<sup>e</sup> session du Comité, le bureau a rédigé la Convocation de cette Conférence Générale qui a été adressée aux représentants diplomatiques à Paris des États le 26 décembre 1963. On se souvient que dans cette Convocation il est demandé aux États d'approuver une augmentation de la dotation annuelle du Bureau International et une troisième contribution exceptionnelle pour l'achèvement des laboratoires de la section des radiations ionisantes. Le Bureau International a répondu aux demandes d'éclaircissement formulées par quelques États concernant ces dispositions financières.

Après la session de décembre 1963 du Comité Consultatif pour la Définition de la Seconde, le bureau du Comité a soigneusement préparé une consultation par correspondance des membres du Comité International, dans les formes prévues par l'article 13 du Règlement annexé à la Convention du Mètre. Le résultat unanime de cette consultation a servi de base au bureau du Comité pour rédiger à l'intention des États un complément à la Convocation dans lequel est proposée une résolution concernant la définition de la seconde.

L'Autriche et l'U.R.S.S. ont présenté au Comité des propositions à soumettre à l'examen de la Conférence Générale. Ces propositions vous ont été transmises. Le bureau en a commencé une étude préliminaire et quelques États, qui en ont exprimé le désir, ont reçu une copie des documents envoyés par l'Autriche et l'U.R.S.S. A cette session, le Comité International devra fixer sa position avant de soumettre éventuellement à la Conférence Générale les projets de résolutions concernant les questions mentionnées dans ces deux documents.

Le bureau du Comité a continué à surveiller la construction des bâtiments de la section des radiations ionisantes. Aucune difficulté nouvelle ne s'est présentée dans les relations avec les autorités françaises. Les travaux proprement dits ont progressé à très peu près selon le programme prévu.

Un certain délai est encore nécessaire avant que soit conclu un contrat formel de concession du terrain, car ces formalités sont toujours assez longues, mais aucune difficulté n'est attendue.

*Réunions des Comités Consultatifs, Groupes de travail et Groupe d'étude.* — Le Groupe d'étude créé par le Comité International en octobre 1963 et chargé d'examiner la question des mesures électriques aux fréquences élevées s'est réuni, sous la présidence de Mr Bourdoun, Mr Astin étant secrétaire, les 21 et 22 avril 1964. Ses conclusions sont résumées dans une recommandation au Comité International.

Le Comité Consultatif pour la Définition de la Seconde a tenu sa 3<sup>e</sup> session du 3 au 5 décembre 1963, sous la présidence intérimaire de Mr Barrell. Le Comité Consultatif de Thermométrie, sous la présidence de Mr de Boer, a tenu sa 7<sup>e</sup> session les 24 et 25 septembre 1964, et le Comité Consultatif pour les Étalons de Mesure des Radiations Ionisantes, sous la présidence de Mr Astin, sa 5<sup>e</sup> session les 28 et 29 septembre 1964.

De plus, deux Groupes de travail créés par le Comité Consultatif pour les Étalons de Mesure des Radiations Ionisantes se sont réunis, l'un du 9 au 11 avril 1964, sous la présidence de Mr Aten (Radionucléides étalons), l'autre le 30 juin et le 1<sup>er</sup> juillet 1964, sous la présidence de Mr Geiger (Mesures neutroniques). Les deux Groupes de travail créés par le Comité Consultatif de Thermométrie se sont réunis sous la présidence de Mr Brickwedde du 21 au 23 septembre 1964, avant le Comité Consultatif.

Toutes ces réunions ont eu lieu au Pavillon de Breteuil.

*États adhérents à la Convention du Mètre.* — L'Afrique du Sud a notifié officiellement au Ministère des Affaires Étrangères de France son adhésion à la Convention du Mètre le 31 juillet 1964. Le nombre des États adhérents est maintenant de 40.

Plusieurs autres États ont manifesté leur désir d'adhérer, en particulier la Nouvelle-Zélande, mais n'ont pas encore accompli les formalités réglementaires.

*Versements des États.* — La situation des versements des États au titre des contributions exceptionnelles s'est notablement améliorée depuis l'année précédente, puisque le total des contributions restant dues pour les première et deuxième tranches (exercices 1962 et 1963) s'est abaissé de 441 180 francs-or au 31 août 1963 à 148 680 francs-or au 30 septembre 1964.

Quelques contributions ordinaires demeurent impayées sur les exercices 1963 et antérieurs. Un retard de plus de trois années, constaté dans les versements de la République Argentine et de l'Uruguay, a contraint le Comité International à répartir les contributions de ces pays entre les autres États membres à partir de 1964. Toutefois, une reprise partielle des paiements de la République Argentine a été enregistrée avec satisfaction en mars 1964.

*Indications financières.* — Le tableau ci-après donne la situation de l'actif du Bureau International en francs-or, au 1<sup>er</sup> janvier des années indiquées en tête de colonne :

	1961	1962	1963	1964
Fonds ordinaires .....	221 845,87	108 187,24	140 146,31	363 014,65
Caisse de Retraites .....	27 648,11	55 522,03	76 863,12	88 265,10
Fonds spécial pour l'amélioration du matériel scientifique .....	16 876,36	12 061,33	22 423,33	203,59
Laboratoire pour les radiations ionisantes.....	95 449,71	80 189,94	616 881,83	592 632,63
Totaux.....	361 820,05	255 960,54	856 314,59	1 044 115,97

L'augmentation de l'actif du compte « Fonds ordinaires » au 1<sup>er</sup> janvier 1964 s'explique principalement par le nombre plus élevé que de coutume de contributions versées d'avance en 1963 au titre de l'année 1964, et aussi par une extrême prudence dans les engagements de dépenses : ces dépenses ont été ajournées chaque fois que c'était tolérable, en attendant que la Douzième Conférence Générale des Poids et Mesures se prononce en octobre 1964 sur le projet d'accroissement de la dotation ordinaire du Bureau International.

La principale remarque à présenter concerne le compte « Laboratoire pour les radiations ionisantes ». De mai à décembre 1963, un montant de 703 000 francs-or a été investi dans les travaux de construction des nouveaux bâtiments. L'actif de 592 000 francs-or ci-dessus mentionné au 1<sup>er</sup> janvier 1964 et les contributions restant à recevoir permettent d'achever les bâtiments proprement dits, mais ils ne suffiront pas pour parachever les travaux annexes et pour acheter ce qui manque encore dans l'équipement de base de la section des radiations ionisantes. La solution réside dans le vote par la Douzième Conférence Générale de la troisième dotation exceptionnelle qui lui est demandée.

Le niveau des prix en francs français a continué son mouvement ascendant. Il est passé, sur la base 1 en 1914, de 3,00 en décembre 1962 à 3,19 en décembre 1963.

Ce rapport ne donne lieu à aucune remarque et est approuvé.

La *Commission Administrative* est ainsi constituée: Mr DE BOER (président), Mr BARRELL (rapporteur), MM. ASTIN, LEHANY, NUSSBERGER, SIEGBAHN.

#### Rapport du Directeur

Mr TERRIEN commente brièvement son rapport sur l'activité et la gestion du Bureau International depuis la précédente session (p. 33).

Il attire l'attention du Comité sur l'insuffisance du personnel des sections classiques, les engagements étant ajournés jusqu'au vote d'une nouvelle dotation du Bureau, et sur la lourde charge financière que représente l'entretien des bâtiments anciens pour lesquels on ne peut effectuer que les réparations les plus urgentes.

En ce qui concerne les travaux scientifiques, Mr TERRIEN passe en revue les points les plus importants :

— *comparateur photoélectrique et interférentiel*: poursuite de l'équipement métrologique pour la mesure de l'indice de l'air et de la température dans le caisson; études pour éprouver l'efficacité des microscopes photoélectriques; premières mesures absolues prochaines d'étalons par comparaison à la radiation étalon de la définition du mètre;

— *masses*: nécessité d'envisager le remplacement de la balance de premier ordre (Rueprecht N° 1) utilisée depuis 1878 pour la comparaison des Kilogrammes prototypes. Le Bureau International va demander au Comité l'autorisation de comparer ses Kilogrammes d'usage à deux témoins, du Kilogramme international.

Dans les autres domaines, Mr TERRIEN résume les travaux suivants: mesure absolue de  $g$ , construction du manomètre interférentiel à mercures, comparaisons des étalons nationaux du volt et de l'ohm, achèvement de la première comparaison internationale d'étalons de température de couleur, comparaisons internationales organisées et analysées par la section des radiations ionisantes.

La coopération du Bureau International avec les laboratoires nationaux et les organisations internationales est toujours aussi active. Un arrangement avec un Ministère français permettra de continuer la collaboration de physiciens et techniciens du Laboratoire de Dosimétrie, Paris, dans la section des radiations ionisantes.

#### Prototypes de masse du Bureau International

Les raisons qui conduisent le Bureau à demander au Comité International l'autorisation de comparer ses étalons de travail (Kilogrammes N°s 9, 31, 25) à deux témoins (N°s 8 (41) et 43) du Kilogramme international sont exposées dans l'Annexe 1 p. 99.

Après quelques demandes d'explication, le Comité donne son accord pour cette comparaison. Les deux Kilogrammes Nos 8 (41) et 43 seront sortis du Caveau des prototypes le mercredi 7 octobre 1964, lors de la visite des délégués de la Conférence Générale au Pavillon de Breteuil. Sur une question de Mr ASTIN, il est précisé que la durée de cette comparaison sera de quelques mois.

**Préparation de la Douzième Conférence Générale**  
(Examen des différents points de l'ordre du jour)

point 6 : *Rapport du Président du Comité International.*

Mr VIEWEG expose les grandes lignes et commente certains points du rapport qu'il présentera à la Conférence Générale : la construction des nouveaux bâtiments pour la section des radiations ionisantes, inaugurés le 29 septembre 1964, et les premières activités de cette section ; les travaux des six Comités Consultatifs et des diverses sections du Bureau International ; la collaboration internationale en métrologie scientifique ; le programme du Bureau International pour le proche avenir.

Ce rapport, qui ne donne lieu à aucune remarque de la part du Comité, est approuvé.

point 7 : *Radiations ionisantes.*

Mr Astin présentera son rapport sur les travaux du Comité Consultatif et de ses Groupes de travail et sur le développement de la section créée au Bureau International à la suite de la décision de la Onzième Conférence en 1960.

point 8 : *Dotation complémentaire d'établissement de la section des radiations ionisantes.*

Le PRÉSIDENT rappelle les raisons qui conduisent le Comité International à demander à la Conférence Générale une troisième dotation exceptionnelle pour l'achèvement des laboratoires de cette section. Après quelques échanges de vues, le Comité adopte deux projets de résolutions qui seront présentés à la Conférence après que les délégués aient pu apprécier l'état actuel de cette section lors de la visite prévue au Pavillon de Breteuil : le premier projet demande à la Conférence d'approuver les décisions d'exécution prises par le Comité International concernant l'organisation de la section des radiations ionisantes au Bureau International et de poursuivre la tâche selon les instructions de la Résolution 1 de la Onzième Conférence Générale (1960) ; le deuxième projet demande l'allocation d'une troisième dotation exceptionnelle de 850 000 francs-or pour compléter les travaux de génie civil et l'équipement de base nécessaires au fonctionnement de la section.

Ces deux projets ont été adoptés par la Conférence Générale dans sa séance du 8 octobre 1964 (Résolutions 1 et 2).

point 9 : *Dotation annuelle du Bureau International.*

Suivant la décision prise par le Comité à sa session d'octobre 1963 et les considérations exposées dans la convocation de la Douzième Conférence Générale, envoyée aux Gouvernements des États membres de la Convention du Mètre le 26 décembre 1963, le PRÉSIDENT soumet à l'examen du Comité le projet de résolution à présenter à la Conférence Générale, projet demandant de fixer la dotation annuelle du Bureau International à 1 750 000 francs-or à partir du 1<sup>er</sup> janvier 1965, pour la période de 1965 à 1968; cette dotation serait répartie entre les États suivant les règles adoptées en 1960 par la Onzième Conférence Générale, c'est-à-dire d'après les coefficients 1964 de l'Organisation des Nations Unies avec un maximum de 10 % et un minimum de 0,5 % de la dotation totale. Le Comité estime en effet qu'aucune proposition de changements dans le tableau des coefficients de répartition de la dotation annuelle ne peut être discutée pendant la Douzième Conférence; cette question serait à examiner pour être soumise à temps à la prochaine Conférence.

Mr BOURDOUN déclare ne pouvoir donner son accord sur ce projet, la décision appartenant au chef de la délégation de l'U.R.S.S. à la Conférence. Mr NUSSBERGER intervient dans le même sens en ce qui concerne son pays.

Le projet de résolution est finalement approuvé par 13 voix en faveur et 2 voix contre.

La Conférence Générale a longuement discuté, au cours de ses deuxième, troisième et quatrième séances, sur le projet de résolution présenté par le Comité International et sur les amendements qui y ont été apportés à la suite de la proposition présentée par la Roumanie pour une augmentation échelonnée de la dotation et des conclusions d'une commission *ad hoc* constituée au sein de la Conférence sous la présidence de Mr Howlett.

Un vote sans avis contraire a pu être obtenu à la Conférence (Résolution 4) sur les dotations suivantes :

1965	1 300 000 francs-or
1966	1 600 000
1967	1 750 000
1968	1 750 000

sous réserve de la position que doivent prendre certains pays, avant le 31 décembre 1964, après avoir reçu du Comité International les informations complémentaires demandées justifiant l'augmentation de la dotation du Bureau International.

A la suite de cette décision, le Comité discute de la façon dont sera présenté le document « Notification des parts contributives pour 1965 » qui devra être envoyé aux États. Il est finalement décidé que ce document comprendra : 1<sup>o</sup> le tableau de répartition de la troisième dotation exceptionnelle de 850 000 francs-or pour le laboratoire des radiations ionisantes; 2<sup>o</sup> le tableau de répartition de la dotation ordinaire pour 1965 établi *a.* sur la base de la dotation ancienne de 900 000 francs-or, *b.* sur la base de la nouvelle dotation de 1 300 000 francs-or.

Le Comité charge également son bureau et le directeur du Bureau International de préparer la documentation nécessaire à envoyer aux États pour que certains d'entre eux fixent leur position définitive sur la nouvelle dotation allouée au Bureau International.

point 10 : *Étalons de temps.*

Ce point sera introduit par Mr Barrell qui présentera également à la Conférence le projet de résolution sur les étalons physiques de temps (*voir p. 24*).

point 11 : *Étalons de longueur.*

Ce point sera présenté par Mr Howlett.

Le Comité examine une proposition de l'U.R.S.S. sous la forme d'un projet de résolution à soumettre à la Conférence. Cette proposition concerne la poursuite des études pour le perfectionnement des lampes à krypton 86, à mercure 198 et à cadmium 114, des méthodes de rétrécissement des raies spectrales, et la préparation de comparaisons internationales d'étalons à bouts et à traits. Mr HOWLETT et le PRÉSIDENT ne pensent pas qu'il soit nécessaire de faire sanctionner une telle résolution par la Conférence, puisque le Comité International a déjà été invité, par la Conférence de 1960, à poursuivre de telles études et que le Comité Consultatif pour la Définition du Mètre a adopté en octobre 1962 la Recommandation M 2 dans ce sens. Le Comité estime qu'il suffirait de rappeler, dans le rapport de Mr Howlett, les termes de cette recommandation que le Comité International a du reste approuvés à sa session d'octobre 1963.

point 12 : *SI, litre, curie, préfixes.*

Ce point sera introduit par Mr Bourdoun avec ses trois projets de résolutions (*voir p. 23*). La question du symbole du degré de température est retirée; elle sera soumise ultérieurement au Comité Consultatif des Unités.

point 13 : *g, système gravimétrique.*

Ce point sera présenté par Mr Terrien.

point 14 : *Électricité, Photométrie, Thermométrie.*

Les présidents de chaque Comité Consultatif exposent les grandes lignes du rapport qu'ils présenteront à la Conférence.

Mr BOURDOUN soumet un projet de résolution relatif au rôle important qu'est appelé à jouer le coefficient gyromagnétique du proton en métrologie électrique, invitant les laboratoires experts à poursuivre leurs études afin d'établir la valeur précise de cette constante en vue de son application pour la définition de l'ampère <sup>(2)</sup>.

Mr de BOER note la nécessité de préparer la révision prochaine de l'Échelle Internationale Pratique de Température. Un projet de résolution sera présenté dans ce sens à la Conférence (*voir p. 27*).

---

(2) Résolution 9 de la Douzième Conférence Générale.

point 15 : *Expansion du Système Métrique.*

Mr Terrien présentera le rapport qui sera établi par Mr Moreau du Bureau International. Il sera demandé à la Conférence d'approuver l'enquête confiée au Bureau International sur la situation actuelle du SI dans les pays membres de la Convention du Mètre.

point 16 : *Propositions.*

Plusieurs propositions présentées par l'U.R.S.S. et l'Autriche (définition de l'ampère, nouvelle formulation de la définition de la candela, noms simples spéciaux à donner à certaines unités, noms des multiples et sous-multiples du kilogramme) devraient au préalable être étudiées par les Comités Consultatifs compétents. En accord avec les chefs des délégations de ces pays à la Conférence, ces propositions seront simplement mentionnées dans les comptes rendus de la Conférence.

Une autre proposition de l'U.R.S.S. sur les étalons de longueur est traitée au point 11.

La délégation du Venezuela a exprimé le vœu que la langue espagnole soit utilisée dans l'interprétation simultanée aux Conférences Générales, étant donné que sept pays parlant cette langue sont actuellement membres de la Convention du Mètre. Mr ASTIN appuie cette demande et le Comité est d'accord pour prendre ce vœu en considération.

point 17 : *Sessions ultérieures de la Conférence Générale.*

L'intervalle maximal de six années entre deux Conférences sera probablement réduit à quatre années. Une Conférence devra de toute façon coïncider avec le centenaire de la Convention du Mètre en 1975.

point 18 : *Renouvellement partiel du Comité International.*

La Conférence devant procéder à sa dernière séance au renouvellement par moitié du Comité International, le PRÉSIDENT indique que les membres sortants d'office sont MM. Lehany, Kichlu, Siegbahn et Maréchal, cooptés depuis la Onzième Conférence (1960), et dont l'élection doit être confirmée par la Douzième Conférence. Les cinq autres membres sortants sont désignés par tirage au sort; ce sont MM. Väisälä, Nussberger, Yamauti, Howlett et de Boer.

Sur la proposition du PRÉSIDENT, appuyée par Mr BOURDOUN, il est décidé que le Comité proposera à la Conférence de renouveler le mandat des cinq membres rééligibles. A ces candidatures s'ajouteront celles qui pourront être présentées au cours de la Conférence <sup>(3)</sup>.

*Visite du caveau des prototypes métriques*

Cette visite aura lieu le mercredi 7 octobre 1964, en même temps que la visite des laboratoires du Bureau International par les délégués à la Conférence Générale (voir *Comptes Rendus Douzième Conférence*, 1964, p. 52).

---

<sup>(3)</sup> Les neuf membres sortants du Comité International ont été réélus par la Conférence Générale dans sa séance du 13 octobre 1964.



## Rapport de la Commission Administrative

La Commission s'est réunie au Pavillon de Breteuil le 5 octobre 1964 à 14 h 30.

Étaient présents : MM. de BOER (président), BARRELL (rapporteur), ASTIN, LEHANY, NUSSBERGER, SIEGBAHN, membres de la Commission. Assistaient à la séance : MM. HOWLETT, STULLA-GÖTZ, TERRIEN, JEANNIN.

1. *Statut du personnel.* — Au cours d'une discussion sur le statut du personnel du Bureau International, adopté par le Comité International en 1962 et actuellement en vigueur, on a noté que les salaires de base du personnel scientifique étaient à peu près les mêmes que ceux de l'Organisation Européenne pour la Recherche Nucléaire (C.E.R.N.), mais quelque peu inférieurs à ceux d'autres laboratoires internationaux en Europe, comme par exemple celui de l'Agence Internationale de l'Énergie Atomique. Toutefois la Commission s'est mise d'accord pour recommander qu'aucun changement ne soit apporté pour le moment aux salaires de base du Bureau.

2. *Rapport du Directeur* (p. 33). — Pendant la discussion du chapitre I (Personnel), le directeur a souligné la nécessité urgente de recruter deux jeunes physiciens de grande valeur plus spécialement pour les sections du Bureau International autres que celle des radiations ionisantes. La Commission a convenu que le meilleur moyen de faire connaître aussi largement que possible ce besoin de candidature était le truchement des membres du Comité International.

Sur le chapitre II (Bâtiments) le directeur a fait remarquer que d'importants travaux de réparation coûteux s'avèreraient nécessaires dans les années à venir pour un entretien convenable des bâtiments les plus anciens du Bureau et qu'il faudrait préparer un programme des travaux à effectuer.

La Commission recommande l'approbation des chapitres I et II de ce rapport.

3. *Comptes de l'exercice 1963.* — Après un examen approfondi du rapport de l'exercice 1963 préparé par l'expert-comptable, la Commission recommande que le quitus officiel soit donné au Directeur Mr Terrien et à l'Administrateur Mr Jeannin, et leur exprime leurs remerciements pour la bonne gestion des comptes pour 1963.

4. *Budget 1964.* — Le Directeur a informé la Commission que les dépenses afférentes au budget 1964 sont maintenues à un niveau très proche des estimations. Étant donné l'accroissement des activités des Comités Consultatifs, les frais d'impression des comptes rendus de leurs sessions ont été très supérieurs aux prévisions, mais des mesures ont été prises pour équilibrer les dépenses de ce poste.

5. *Budget 1965.* — La Commission a examiné un projet de budget pour 1965 établi dans l'hypothèse où la Douzième Conférence Générale adopterait la dotation annuelle de 1 750 000 francs-or qui lui est proposée.

*Le Rapporteur,*  
H. BARRELL.

*Le Président,*  
J. DE BOER.

Le point 1 de ce rapport ne donne lieu à aucune remarque particulière du Comité, si ce n'est la nécessité d'avoir au Bureau des collaborateurs de haute qualification.

Sur le point 2 (Personnel), Mr TERRIEN indique qu'il faudra aussi envisager prochainement de combler la place laissée vacante par le départ du radiochimiste de la section des radiations ionisantes qui a quitté le Bureau en juin 1964. Mr ASTIN note qu'étant donné le caractère de laboratoire international du Bureau, il est important de favoriser au maximum une participation internationale de personnel au Bureau et souhaite que chaque membre du Comité encourage ce recrutement.

Au sujet des bâtiments, Mr TERRIEN précise que des travaux d'entretien extérieur et de protection des murs contre les infiltrations d'eau s'imposent.

Les points 3 et 4 n'appellent aucune observation. Ce rapport est approuvé, à l'exception du point 5 qui ne peut pas être examiné avant la décision de la Conférence Générale sur la dotation annuelle, et déchargé est donnée au Directeur et à l'Administrateur pour la gestion financière de l'exercice 1963.

Après la décision de la Conférence Générale sur la dotation annuelle du Bureau International (*voir* p. 14), le Comité a repris à sa dernière séance l'examen du point 5 (Budget pour 1965). La situation concernant la dotation annuelle restant encore provisoire, le Comité décide, sur la proposition de Mr VIEWEG, d'autoriser le bureau du Comité à préparer le budget pour 1965, cette autorisation servant d'approbation dans les circonstances exceptionnelles de cette session. Tous les membres seront informés par correspondance de la décision du bureau à ce sujet (4).

(4) *Note ajoutée aux épreuves* : Les conditions de mise en vigueur de la dotation de 1 300 000 francs-or pour 1965 (Résolution 4 de la Conférence Générale) étant satisfaites, le bureau du Comité, réuni au Pavillon de Breteuil le 19 janvier 1965, a établi comme suit le budget pour 1965.

BUDGET ORDINAIRE POUR 1965 (en francs-or)

RECETTES

Contributions ordinaires des États .....	1 300 000
Intérêts des fonds .....	8 000
Taxes de vérification .....	6 000
Total .....	1 314 000
	=====

DEPENSES

A. <u>Dépenses de personnel</u> :		
1. Traitements .....	650 000	} 770 000
2. Allocations familiales .....	44 000	
3. Sécurité Sociale .....	12 000	
4. Assurance-Accidents .....	4 000	
5. Caisse de Retraites .....	60 000	
B. <u>Dépenses d'exploitation</u> :		
1. Bâtiments (entretien) .....	130 000	} 364 000
2. Mobilier .....	6 000	
3. Laboratoire et atelier .....	80 000	
4. Chauffage, eau, énergie électrique .....	60 000	
5. Assurances .....	5 000	
6. Impressions et publications ....	38 000	
7. Frais de bureau .....	26 000	
8. Voyages .....	10 000	
9. Bureau du Comité .....	9 000	
C. <u>Dépenses d'investissement</u> :		
1. Laboratoire .....	80 000	} 115 000
2. Atelier .....	26 000	
3. Bibliothèque .....	9 000	
D. <u>Frais divers et imprévus</u> .....		65 000
Total .....		1 314 000
		=====

## Rapport de la Commission du Système d'Unités

La Commission du Système d'Unités s'est réunie au Pavillon de Breteuil le jeudi 1<sup>er</sup> octobre 1964, à 10 h.

Étaient présents : MM. BOURDOUN (président), BARRELL, de BOER, TERRIEN, VIEWEG, membres de la Commission. Assistaient à la séance : MM. ASTIN, HOWLETT, SIEGBAHN, YAMAUTI. Excusé : Mr STULLA-GÖTZ.

Mr de Boer est désigné comme rapporteur en l'absence de Mr Stulla-Götz.

Le Président ouvre la séance en notant que le Système International d'Unités (SI), adopté par la 11<sup>e</sup> Conférence Générale des Poids et Mesures à la suite des travaux de cette Commission et du Comité International, est déjà légalement reconnu dans plusieurs pays et qu'il est adopté par diverses organisations internationales. Le grand nombre d'articles et ouvrages consacrés au SI montre l'importance que l'on attache à l'emploi généralisé de ce système de mesures.

Le Président propose à la Commission d'examiner les différents points qui seront soumis à la 12<sup>e</sup> Conférence Générale et les propositions présentées par l'U.R.S.S. et l'Autriche. Le point 6 est ajouté à la demande de Mr de Boer.

1. *Multiples et sous-multiples du kilogramme.* — L'Autriche fait remarquer que l'application à l'unité de base « kilogramme » des multiples et sous-multiples recommandés par la Résolution 12 de la 11<sup>e</sup> Conférence Générale (1960) entraîne l'apparition de doubles préfixes.

Cette difficulté est bien connue, mais on ne la juge pas suffisamment sérieuse pour justifier une résolution additionnelle. La Commission juge également inutile de rouvrir une discussion sur la possibilité d'adopter un autre nom pour « kilogramme » qui est en usage depuis si longtemps.

2. *Symbole de l'unité de différence de température.* — Comme suite à la recommandation faite par la Commission en 1962 et approuvée par le Comité International (*Procès-Verbaux C.I.P.M.*, 30, 1962, p. 27), l'U.R.S.S. demande que seul le symbole « deg » soit retenu comme symbole de l'unité de différence de température.

Mr de Boer présente quelques exemples d'expression de grandeurs physiques où il est nécessaire d'employer à la fois les symboles « °K » et « deg ». Après discussion, il est proposé de soumettre cette question à l'examen du Comité Consultatif des Unités à constituer (voir point 6), de supprimer ce point de l'ordre du jour de la 12<sup>e</sup> Conférence Générale et d'indiquer seulement que le Comité International soumettra une proposition ultérieurement.

3. *Définition du litre.* — L'U.R.S.S. n'approuve pas le projet de résolution adopté par le Comité International en 1963 (*Procès-Verbaux C.I.P.M.*, 31, 1963, p. 17) et ne désire pas changer la définition du litre donnée en 1901. Mr Vieweg fait remarquer que nos connaissances actuelles sur la composition de l'eau rendent cette définition périmée. Mr Astin s'oppose à tout changement de fond du projet adopté en 1963. Bien que quelques petites difficultés et inconvénients puissent se présenter par suite de ce changement de définition, la Commission maintient le projet de résolution présenté, intervertissant seulement les 1<sup>er</sup> et 2<sup>e</sup> paragraphes de ce projet.

4. *Curie.* — Le curie n'étant pas une unité SI, l'U.R.S.S. et l'Autriche estiment que seule l'unité SI d'activité devrait être prise en considération par la 12<sup>e</sup> Conférence Générale. Étant donné toutefois que le curie est une unité utilisée internationalement depuis plus d'un demi-siècle et qu'il est par ailleurs indispensable de faire sanctionner par la Conférence Générale le symbole Ci proposé pour cette unité, la Commission propose que la rédaction de la recommandation du Comité International (*Procès-Verbaux C.I.P.M.*, 31, 1963, p. 27) soit reconsidérée et précédée d'un préambule qui explique le caractère spécial de cette unité.

5. *Autres propositions de l'U.R.S.S.* — A la suite de propositions de l'U.R.S.S. concernant une révision des définitions de l'ampère et de la candela, la Commission demande que la 12<sup>e</sup> Conférence Générale invite les laboratoires nationaux et le Comité International à poursuivre leurs recherches et travaux pour améliorer la définition des unités électrique et photométrique de base.

Au sujet des diverses unités du domaine des radiations ionisantes, Mr Astin informe la Commission que cette question doit être examinée en détail par la Commission Internationale des Unités et Mesures Radiologiques (I.C.R.U.) qui présentera des

propositions au Comité Consultatif pour les Étalons de Mesure des Radiations Ionisantes. La Commission du Système d'Unités se prononcera ultérieurement après examen du rapport qui sera soumis. On n'a pas jugé souhaitable d'ajouter au nom des unités des radiations ionisantes des dénominations particulières, car on risquerait d'avoir un nom d'unité pour chaque particule.

La proposition d'attribuer le nom de « lenz » à l'ampère par mètre ainsi que la liste d'un certain nombre d'unités dérivées SI seront examinées ultérieurement.

6. *Réorganisation de la Commission.* — Devant la diversité et l'importance des questions qui lui sont soumises, la Commission recommande, suivant les propositions de Mr de Boer, que le Comité International examine la possibilité de transformer la Commission du Système d'Unités en un « Comité Consultatif des Unités »; ce comité consultatif, dont la composition serait décidée par le Comité International, pourrait comprendre par exemple des membres du Comité International, des représentants des laboratoires nationaux et des organisations internationales qualifiées, et quelques spécialistes et experts dans le domaine des unités de mesure.

7. *Divers.* — Mr Terrien rappelle que la 9<sup>e</sup> Conférence Générale (1948, Résolution 7, p. 70) a recommandé pour le bar le symbole « bar », mais que l'on utilise fréquemment « b » et son sous-multiple « mb ». Cette question pourra être discutée par le futur comité consultatif envisagé.

La Commission recommande également que le Comité International et la 12<sup>e</sup> Conférence Générale chargent le Bureau International d'une petite enquête sur la situation actuelle et les progrès du SI dans le monde.

*Le Rapporteur,*  
J. DE BOER.

Sur le point 6 de ce rapport, Mr de BOER demande au Comité de se prononcer sur sa proposition de création du Comité Consultatif des Unités.

Le PRÉSIDENT et MM. HOWLETT, TERRIEN, BARRELL approuvent cette proposition, de même que Mr BOURDOUN qui souhaite que la composition de ce comité consultatif soit calquée sur celle des comités consultatifs existants.

A la suite d'une remarque de Mr TERRIEN, un échange de vues a lieu sur le domaine d'activité de ce futur comité consultatif; devrait-il s'étendre aussi aux grandeurs et à la nomenclature dont s'occupent déjà plusieurs organisations internationales? Le PRÉSIDENT pense qu'il faudrait, au début, se limiter aux unités; une extension des activités pourrait être envisagée par la suite.

Pour Mr de BOER, le rôle le plus important de ce comité consultatif serait d'assurer une meilleure coordination des travaux des diverses organisations internationales travaillant dans le domaine des définitions des unités et de leurs symboles; le comité consultatif devrait s'assurer aussi la collaboration de quelques spécialistes, afin de conseiller plus efficacement le Comité International. Il lui paraît difficile de traiter des questions d'unités sans considérer les grandeurs, tout au moins les plus importantes, mais il ne juge pas nécessaire de modifier pour cela le nom proposé pour ce comité consultatif.

C'est aussi l'avis de Mr BARRELL qui estime que les questions de nomenclature devraient être également considérées.

En conclusion, le Comité approuve à l'unanimité la transformation de sa « Commission du Système d'Unités » en *Comité Consultatif des Unités* dont la composition sera fixée ultérieurement.

En ce qui concerne les multiples, sous-multiples et le nom du Kilo-gramme (point 1), Mr STULLA-GÖTZ regrette que son absence à la Commission ne lui ait pas permis de soutenir la proposition de l'Autriche; il souhaite que cette question soit reprise par le Comité Consultatif des Unités. Quelques petites modifications au rapport sont proposées et acceptées pour ce paragraphe; elles sont incluses dans le rapport ci-dessus.

Pour le *litre* (point 3), le Comité modifie son projet d'octobre 1963 comme suit, pour être présenté à la Conférence Générale :

La Douzième Conférence...

*considérant* la Résolution 13...

1° *abroge* la définition du litre donnée en 1901 par la Troisième Conférence Générale des Poids et Mesures,

2° *déclare* que le « litre » peut être utilisé comme un nom spécial donné au décimètre cube, sous-multiple de l'unité de volume du Système International,

3° *recommande* que le litre ne soit pas utilisé pour exprimer les résultats des mesures de volume de haute précision.

Après la discussion de ce projet à la troisième séance (9 octobre 1964) de la Conférence Générale, le Comité l'a modifié de nouveau le 12 octobre comme suit, après interventions de MM. BOURDOUN et ASTIN.

*Projet de résolution A (5).*

La Douzième Conférence Générale des Poids et Mesures,

*considérant* la Résolution 13 adoptée par la Onzième Conférence Générale en 1960 et la Recommandation adoptée par le Comité International des Poids et Mesures à sa session de 1961,

1° *abroge* la définition du litre donnée en 1901 par la Troisième Conférence Générale des Poids et Mesures,

2° *déclare* que le mot « litre » peut être utilisé comme un nom spécial donné au décimètre cube,

3° *recommande* que le nom de litre ne soit pas utilisé pour exprimer les résultats des mesures de volume de haute précision.

Pour le *curie* (point 4), le Comité décide, après interventions de MM. BOURDOUN et SANDOVAL VALLARTA, de présenter à la Conférence Générale le projet suivant qui souligne le caractère provisoire de cette unité :

La Douzième Conférence Générale des Poids et Mesures,

*considérant* que depuis longtemps le curie est utilisé dans beaucoup de pays comme unité pour l'activité,

---

(5) Cette résolution a été adoptée sans modification par la Douzième Conférence Générale (Résolution 6).

*Note ajoutée aux épreuves* : Un article de H. Moreau (Bureau International), « Litre et décimètre cube », publié en anglais dans la revue indienne *Metric Measures*, mars 1965, et en français dans *Bull. Organisation Internat. Métrologie Légale*, N° 20, juin 1965, donne un exposé historique sur la question du litre résumant les diverses propositions, décisions, etc. concernant cette unité.

*étant bien entendu que l'unité SI d'activité est la seconde à la puissance moins un ( $s^{-1}$ ),*

*admet que le curie soit encore retenu comme unité spéciale pour l'activité avec la valeur  $3,7 \times 10^{10} s^{-1}$ . Le symbole de cette unité est Ci.*

A la suite des observations faites sur ce projet à la troisième séance de la Conférence Générale, le Comité a amendé son projet le 12 octobre comme suit :

*Projet de résolution B (6).*

La Douzième Conférence Générale des Poids et Mesures,

*considérant que depuis longtemps le curie est utilisé dans beaucoup de pays comme unité pour l'activité des radionucléides,*

*reconnaissant que dans le Système International d'Unités (SI), l'unité de cette activité est la seconde à la puissance moins un ( $s^{-1}$ ),*

*admet que le curie soit encore retenu comme unité en dehors du SI pour l'activité, avec la valeur  $3,7 \times 10^{10} s^{-1}$ . Le symbole de cette unité est Ci.*

Le Comité a également soumis à l'approbation de la Conférence Générale les préfixes *femto* f ( $10^{-15}$ ) et *atto* a ( $10^{-18}$ ) qu'il avait déjà adoptés à sa session d'octobre 1962 (7).

**Étalons de temps; définition de la seconde**

La question d'un changement de la définition de la seconde a été discutée à la 3<sup>e</sup> session (décembre 1963) du Comité Consultatif pour la Définition de la Seconde (Rapport p. 71), au cours de laquelle physiciens et astronomes ont exposé leurs arguments pour ou contre l'adoption immédiate d'une définition de l'unité de temps par un étalon atomique ou moléculaire.

Après avoir examiné les conclusions du Comité Consultatif, résumées dans la Recommandation S 1, p. 81, le bureau du Comité International a consulté en janvier 1964 les membres du Comité par correspondance sur un projet de résolution à soumettre à la Conférence Générale; à l'unanimité des votes exprimés, les membres ont donné leur accord sur le texte suivant :

*Projet de résolution C (8).*

La Douzième Conférence Générale des Poids et Mesures,

*considérant*

*que la Onzième Conférence Générale des Poids et Mesures a constaté dans sa Résolution 10 l'urgence pour les buts de la haute métrologie d'arriver à un étalon atomique d'intervalle de temps,*

---

(6) Cette résolution a été adoptée sans modification par la Douzième Conférence Générale (Résolution 7).

(7) La Douzième Conférence Générale a adopté ces deux préfixes et leurs symboles par sa Résolution 8.

(8) Au cours de la discussion de ce projet par la Conférence Générale les mots « ou moléculaire(s) » ont été ajoutés après « étalon(s) atomique(s) » dans les premier, troisième et quatrième alinéas.

que, malgré les résultats acquis dans l'utilisation des étalons atomiques de fréquence à césium, le moment n'est pas encore venu pour la Conférence Générale d'adopter une nouvelle définition de la seconde, unité de base du Système International d'Unités, en raison des progrès nouveaux et importants qui peuvent être obtenus à la suite des études en cours;

*considérant aussi* qu'on ne peut pas attendre davantage pour fonder les mesures physiques de temps sur des étalons atomiques de fréquence,

*habilite* le Comité International des Poids et Mesures à désigner les étalons atomiques de fréquence à employer temporairement,

*invite* les Organisations et les Laboratoires experts dans ce domaine à poursuivre les études utiles à une nouvelle définition de la seconde.

Bien qu'ayant voté en faveur de ce projet, Mr ASTIN souhaite qu'il soit modifié pour définir la seconde par la fréquence d'un étalon atomique, car il estime qu'une décision dans ce sens doit être prise maintenant. Si l'on définit la seconde par l'étalon à césium, puis plus tard par l'étalon à hydrogène, cela ne conduira à aucune différence; ce serait simplement un raffinement de la définition lui donnant une précision améliorée en accord avec les progrès dans ce domaine.

Mr ASTIN est persuadé que si l'on adopte un étalon provisoire on créera une dualité avec la définition actuelle. Il propose donc de redéfinir la seconde en fonction de la fréquence de l'étalon à césium fondée sur la valeur de la seconde astronomique, car si aucune décision n'est prise à la Conférence Générale d'autres organisations prendront une décision indépendante.

Mr ASTIN soumet en conséquence au Comité deux projets précédés de considérants. Le premier projet propose 1° de définir la seconde, unité de base d'intervalle de temps du SI, comme égale à la durée de 9 192 631 770 périodes de la radiation correspondant à la transition entre les niveaux hyperfins  $F = 4$ ,  $M_F = 0$  et  $F = 3$ ,  $M_F = 0$  de l'état fondamental  $^2S_{1/2}$  de l'atome de césium 133 non perturbé par des champs extérieurs; 2° d'abroger la définition de la seconde fondée sur l'année tropique, en vigueur depuis 1956, pour l'unité d'intervalle de temps du SI. Le second projet invite les laboratoires nationaux, internationaux et les physiciens experts dans ce domaine à poursuivre activement leurs recherches, et le Comité International à coopérer avec ceux-ci afin de coordonner les travaux en vue d'améliorer la définition de la seconde et d'établir les rapports des fréquences des transitions atomiques et moléculaires pouvant servir comme étalons d'intervalle de temps.

Une discussion s'engage à la suite de cet exposé. Le PRÉSIDENT ne pense pas que la situation soit encore mûre pour abroger la définition actuelle de la seconde. Le projet C, qui laisse une porte ouverte pour les progrès en cours, lui paraît préférable. Suivant l'évolution de ces progrès, une nouvelle définition de la seconde pourrait être envisagée en 1968.

Mr BARRELL estime que la proposition de Mr Astin n'est pas en accord avec le partage des opinions qui s'est manifesté au sein du Comité Consultatif, et il juge préférable de conserver pour le moment la définition actuelle de la seconde.

Mr BOURDOUN indique que les spécialistes soviétiques sont en faveur d'une définition par l'étalon à césium et soutient la proposition de Mr Astin. La définition de la seconde par le temps des éphémérides n'est réalisée pratiquement que dans très peu de pays, alors que l'étalon à césium est largement répandu; il ne paraît donc pas nécessaire de conserver une définition en quelque sorte périmée.

Mr LEHANY, tout en étant en faveur du projet C, soutient également la proposition de Mr Astin car la valeur de la fréquence de l'étalon à césium est déjà largement utilisée dans les mesures physiques; si l'étalon à hydrogène remplace celui à césium, il n'y aura pas de modification de la valeur provisoire adoptée pour la fréquence du césium.

Mr TERRIEN considère que le projet C laisse au Comité International, dûment habilité par la Conférence Générale, la responsabilité du choix de l'étalon; le Comité pourrait donc désigner sans délai l'étalon à employer, le césium par exemple, et décider ultérieurement du choix du meilleur étalon appelé à remplacer le césium.

MM. de BOER, HOWLETT, OTERO, STULLA-GÖTZ, SANDOVAL VALLARTA, interviennent également en faveur du projet C.

Le PRÉSIDENT souligne l'importance de la proposition à soumettre à la Conférence Générale. Cette proposition doit satisfaire à la fois les astronomes et les physiciens; le Comité ne peut donc proposer une définition uniquement pour ces derniers. Il invite les membres à s'en tenir au projet C qui a du reste été approuvé par un vote par correspondance.

Après ces prises de position, Mr ASTIN, en accord avec MM. Bourdoun et Lehany, retire ses deux projets de propositions.

Le projet de résolution C ayant été adopté par la Conférence Générale le 8 octobre (Résolution 5), le Comité a examiné dans sa séance du 9 octobre le texte suivant de la *déclaration* à présenter à la Conférence :

Le Comité International des Poids et Mesures,

*habilité* par la Résolution 5 de la Douzième Conférence Générale des Poids et Mesures à désigner les étalons atomiques ou moléculaires de fréquence à employer temporairement pour les mesures physiques de temps,

*déclare* 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.

Mr ASTIN, appuyé par Mr BOURDOUN, ayant demandé que l'on précise bien que l'on ne touche pas à la seconde astronomique en indiquant dans cette déclaration qu'il s'agit de l'« unité de temps du SI » et non d'une unité temporaire, il est fait remarquer que les considérants de la Résolution 5 de la Conférence (projet C) et le préambule de la déclaration du Comité sont suffisamment explicites et qu'il faut éviter de donner l'impression d'avoir deux unités de temps.

Mr ASTIN ayant retiré sa demande, la déclaration ci-dessus est finalement adoptée à l'unanimité et a été portée à la connaissance de la Conférence Générale le 9 octobre.



**Travaux des Comités Consultatifs  
et Rapports présentés au Comité International**

*Comité Consultatif pour la Définition de la Seconde*

Les travaux de la 3<sup>e</sup> session du C.C.D.S., réuni du 3 au 5 décembre 1963, sous la présidence intérimaire de Mr Barrell (Rapport p. 71) sont discutés ci-dessus p. 24.

*Comité Consultatif pour les Étalons de Mesure des Radiations Ionisantes*

Mr ASTIN, président du C.C.E.M.R.I., commente le rapport de ce Comité Consultatif qui s'est réuni pour sa 5<sup>e</sup> session les 28 et 29 septembre 1964 à Sèvres (p. 93). Le Comité Consultatif a exprimé sa vive satisfaction devant l'état actuel des laboratoires de la section, ce qui donne dès maintenant d'excellentes possibilités au Bureau International pour l'avancement de la métrologie des radiations ionisantes. Mr ASTIN souhaite vivement que les fonds nécessaires pour compléter l'équipement de ces laboratoires soient mis à la disposition du Bureau.

Le Comité Consultatif a adopté deux recommandations (p. 98) dont le but est de développer la métrologie des radiations ionisantes, tant au Bureau International que dans les autres laboratoires, par l'organisation de symposiums et la venue à Sèvres de physiciens étrangers. Quelques stages de physiciens des États-Unis d'Amérique, des Pays-Bas et du Canada ont déjà eu lieu ces dernières années; ils ont été très fructueux et il est particulièrement souhaitable que de tels échanges soient poursuivis.

Après quelques observations, le PRÉSIDENT conclut que ces deux recommandations ne devraient pas s'appliquer exclusivement à la section des radiations ionisantes, mais s'étendre aussi aux autres sections du Bureau.

Le Comité approuve le rapport du C.C.E.M.R.I. et ses deux recommandations, qu'il souhaite voir étendre dans beaucoup de domaines d'activité du Bureau International.

*Comité Consultatif de Thermométrie*

Mr de BOER, président du C.C.T., résume les travaux de ce Comité Consultatif qui a tenu sa 7<sup>e</sup> session les 24 et 25 septembre 1964 (Rapport p. 83) et présente un projet de résolution à soumettre à la Conférence Générale. Après discussion de ce projet, le Comité approuve un texte amendé par lequel

La Douzième Conférence Générale des Poids et Mesures,

.....  
.....

*invite* les grands laboratoires nationaux et internationaux experts dans ce domaine à poursuivre aussi activement que possible les recherches importantes pour la révision de l'Échelle Internationale Pratique de Température, en particulier :

1° thermométrie à gaz dans tous les domaines de température, y compris l'étude du coefficient de dilatation du matériau des réservoirs en particulier à haute température;

2° mesures du rayonnement du corps noir entre 630 °C et 1 063 °C;

3° formulation d'une échelle de thermométrie à résistance de platine entre 630 °C et 1 063 °C destinée à remplacer l'échelle du thermocouple;

4° vérification de la table des valeurs de la résistance réduite du platine au-dessous de 0 °C, y compris une étude du procédé d'étalonnage des thermomètres à résistance de platine;

5° nouvelles déterminations du point d'ébullition de l'oxygène.

Ce projet de résolution, complété par des considérants non reproduits ci-dessus, a été adopté par la Douzième Conférence Générale par sa Résolution 10.

### *Propositions du Groupe d'étude pour la mesure des grandeurs électriques dans le domaine des fréquences élevées*

Ce Groupe d'étude dont le Comité International avait approuvé la création et la composition à sa session d'octobre 1963 (*Procès-Verbaux C.I.P.M.*, 31, p. 22), s'est réuni à Sèvres les 21 et 22 avril 1964. Le résumé des travaux de ces deux séances est présenté sous forme de propositions que le Groupe soumet au Comité International (Annexe 2 p. 101).

MM. BOURDOUN et ASTIN, président et secrétaire de ce Groupe d'étude, notent l'intérêt de ces propositions étant donné l'importance de plus en plus grande que prennent dans la science et la technique les mesures des grandeurs électriques dans le domaine des fréquences élevées, et demandent au Comité de les approuver. Les comparaisons envisagées devant être faites par les laboratoires nationaux, la participation du Bureau International serait pour le moment celle d'un secrétariat et n'entraînerait aucune dépense en matériel. La méthode proposée apparaît donc la meilleure pour obtenir le maximum de résultats avec un minimum de travail pour le Bureau International.

Mr TERRIEN assure le Comité que le Bureau International est disposé à collaborer au travail matériel de ces comparaisons, sous réserve de l'adoption par la Conférence Générale de la nouvelle dotation du Bureau. Pour l'immédiat, il ne semble pas que l'engagement au Bureau International d'un spécialiste dans ce domaine soit nécessaire comme l'envisage Mr BARRELL, mais la question se posera sûrement pour l'avenir.

Le Comité approuve finalement à l'unanimité les propositions du Groupe d'étude et sa transformation en un *Groupe de travail* du Comité Consultatif d'Électricité.

### *Composition et prochaines sessions des Comités Consultatifs*

*Électricité*: Sur la proposition de Mr BOURDOUN, la présidence du Groupe de travail « pour la mesure du coefficient gyromagnétique du proton » reste confiée à Mr P. Vigoureux du National Physical Laboratory de Teddington.

Le nouveau Groupe de travail « pour la mesure des grandeurs électriques dans le domaine des fréquences élevées » conserve la même composition que le Groupe d'étude qu'il a remplacé; Mr Bourdoun en assurera la présidence au début.

*Photométrie*: Mr OTERO pense qu'il sera peut-être utile de créer un Groupe de travail sur la radiométrie absolue. Une session de ce Comité Consultatif est envisagée en octobre 1965.

*Thermométrie*: Mr de BOER, très pris par ses occupations professionnelles et par sa charge de secrétaire du Comité International, propose que la présidence de ce Comité Consultatif soit confiée à Mr F. G. Brickwedde, spécialiste dans ce domaine; il resterait membre du Comité Consultatif afin d'assurer la liaison étroite avec le Comité International. Le Comité accepte cette proposition.

*Définition du Mètre*: La présidence de ce Comité Consultatif reste confiée à Mr Howlett qui sera aidé dans sa tâche par Mr K. M. Baird du Conseil National de Recherches d'Ottawa.

*Seconde*: Par suite de la démission de Mr Danjon comme membre du Comité International, la présidence de ce Comité Consultatif sera assurée par Mr Barrell.

*Radiations Ionisantes*: Mr ASTIN, qui a accepté la présidence de ce Comité Consultatif à sa création alors que le travail était surtout celui de préparer et d'organiser la nouvelle section du Bureau International, pense que les travaux vont devenir maintenant plus spécialisés et propose en conséquence que Mr Siegbahn soit désigné comme vice-président. Le Comité approuve cette proposition.

Le Groupe de travail des « Étalons de radium » est supprimé; si nécessaire, les questions dont s'occupait ce Groupe seront soumises au Groupe de travail des « Radionucléides ».

*Unités*: Il est prévu que ce nouveau Comité Consultatif, dont la présidence est confiée à Mr de Boer, sera composé de représentants de certains grands laboratoires nationaux, des principales organisations internationales compétentes dans ce domaine et de quelques experts nominativement désignés.

La liste des membres de ce Comité Consultatif sera établie ultérieurement et approuvée par correspondance. La première session pourrait avoir lieu à la fin de 1965 ou en 1966.

#### Renouvellement du bureau du Comité

Mr VÄISÄLÄ préside, à titre de membre le plus âgé, le début de la dernière séance. Il félicite les membres réélus par la Conférence Générale et procède à la constitution du bureau du Comité.

Mr VIEWEG confirme sa déclaration à la Conférence de son désir de se retirer de la présidence du Comité et propose Mr Howlett pour lui succéder.

Mr BOURDOUN regrette la décision de Mr Vieweg et soutient la proposition faite car Mr Howlett a montré ces dernières années, par son grand travail comme vice-président, l'intérêt qu'il porte à notre organisation.

Au scrutin secret, Mr HOWLETT est élu président à l'unanimité et 1 bulletin blanc.

Mr VÄISÄLÄ félicite Mr HOWLETT, lui laisse la présidence et lui souhaite du succès dans ses tâches futures.

Mr HOWLETT remercie ses collègues de cette marque de confiance unanime et les assure qu'il fera tout ce qui est en son pouvoir pour développer les activités du Comité avec l'appui de tous ses membres.

Il remercie Mr Vieweg pour sa présidence durant les quatre années passées, période difficile au cours de laquelle il a effectué un travail important.

Pour la vice-présidence, Mr VIEWEG propose Mr Otero.

Mr ASTIN fait remarquer qu'étant donné la situation actuelle, il serait souhaitable que Mr Vieweg accepte provisoirement la vice-présidence et propose sa nomination.

Mr VIEWEG remercie Mr Astin de sa proposition, mais ne pense pas que les difficultés actuelles soient une raison de l'accepter. Il estime qu'il ne doit pas, vu son âge, assumer de nouvelles charges, mais il est heureux de rester à la disposition du Comité comme membre.

L'élection au scrutin secret du vice-président donne les résultats suivants :

MM. OTERO .....	9 voix
VIEWEG .....	4
SIEGBAHN .....	1
Bulletin blanc .....	1

Le Comité félicite Mr Otero qui remercie vivement ses collègues.

Par un vote à scrutin secret, Mr de BOER est confirmé dans son poste de secrétaire à l'unanimité et 1 bulletin blanc.

#### Questions diverses

##### *Accord de siège*

Au sujet de l'accord de siège avec le Gouvernement français, le PRÉSIDENT indique que dans le cas du Bureau International les négociations sont plus complexes que pour des organisations internationales simplement administratives; ces négociations se poursuivent, mais certaines questions propres aux activités particulières du Bureau doivent être étudiées spécialement, d'où les délais des pourparlers.

##### *Revue « Metrologia »*

Mr HOWLETT informe le Comité de la publication prochaine de cette nouvelle revue métrologique internationale dont le Comité a approuvé la création à sa session d'octobre 1963. Le premier numéro de *Metrologia* doit paraître en janvier 1965.

Avant de clore la session, Mr HOWLETT remercie ses collègues pour leur travail efficace au cours de cette session particulièrement chargée et les consulte sur la date de la prochaine session du Comité International; celle-ci est fixée du mardi 5 au vendredi 8 octobre 1965.

\* \* \*

Après la session, MM. HOWLETT, VIEWEG et TERRIEN ont tenu une conférence de presse au Pavillon de Breteuil le mercredi 14 octobre 1964 à 15 h, afin d'exposer les travaux du Bureau International et les principales décisions prises par la Douzième Conférence Générale des Poids et Mesures, notamment celle sur l'étalon atomique de temps.

---



# RAPPORT DU DIRECTEUR

## SUR L'ACTIVITÉ ET LA GESTION DU BUREAU INTERNATIONAL

(1<sup>er</sup> septembre 1963 — 1<sup>er</sup> septembre 1964)

---

### I. — PERSONNEL

#### *Remarques générales*

Assez peu de changements dans le personnel : l'effectif de la section des radiations ionisantes était presque complet depuis juin 1963, et celui des sections classiques, malgré son insuffisance notoire, ne pouvait être renforcé faute de crédits.

#### *Départs*

M<sup>me</sup> P. du VACHAT, engagée au Bureau en septembre 1960 comme secrétaire-dactylographe, a donné sa démission le 31 octobre 1963 pour convenances personnelles.

Jean-Claude ROY, entré le 15 juin 1962 comme radiochimiste, a accepté une chaire d'enseignement dans sa patrie au Canada et a quitté le Bureau le 13 juin 1964. Il a rendu d'éminents services et son assistant Colas continue à assurer les travaux courants de radiochimie.

Mikhaïl BYKOV a terminé son séjour de deux ans le 27 juillet 1964 après avoir fait profiter le Bureau de sa compétence dans les appareils de mesure électriques; son travail nous laisse des installations de la plus grande utilité pour la mesure des températures par des procédés électriques, et il emporte en U.R.S.S. une bonne connaissance du Bureau et de son personnel.

#### *Engagements*

John Ainger HALL, retraité du National Physical Laboratory, Teddington, ayant désiré continuer son activité au Bureau, un arrangement a été conclu et nous sommes heureux que la thermométrie, où il nous reste beaucoup à faire, bénéficie depuis juillet 1964 de sa compétence bien connue.

#### *Divers*

Un jeune calculateur, Roger PELLO, a été engagé le 15 octobre 1963.

G. LORIC, calculateur, est parti accomplir son service militaire depuis le 1<sup>er</sup> novembre 1963.

Un regrettable accident d'automobile a immobilisé A. SAKUMA pendant quatre mois; il a ensuite repris son travail et sa guérison semble complète.

Par suite d'une erreur administrative, notre agent d'entretien portugais que l'on avait engagé en octobre 1962 sous le nom de Alfredo Martins-Rodrigues s'appelle Alfredo GAMA.

## II. — BÂTIMENTS

### *Laboratoires de la section des radiations ionisantes (fig. 1 à 4)*

Les travaux de construction du bâtiment principal A et du bâtiment des mesures neutroniques B ont été menés très activement pendant l'automne 1963, l'hiver et le printemps 1964. L'entreprise de gros-œuvre a terminé les enduits extérieurs et intérieurs en avril 1964. Les autres corps de métier (charpente en fer, assainissement, chauffage central-conditionnement, électricité, couverture-plomberie, ponts-roulants, menuiserie) sont intervenus sur le chantier dès le 4<sup>e</sup> trimestre 1963 pour que leurs travaux avancent simultanément. En juillet 1964, les revêtements des sols étaient exécutés et les peintures terminées. En dehors des travaux extérieurs, routes, abords, clôture définitive, volontairement ajournés dans l'attente des crédits, il ne reste à faire que des détails et des vérifications de fonctionnement.

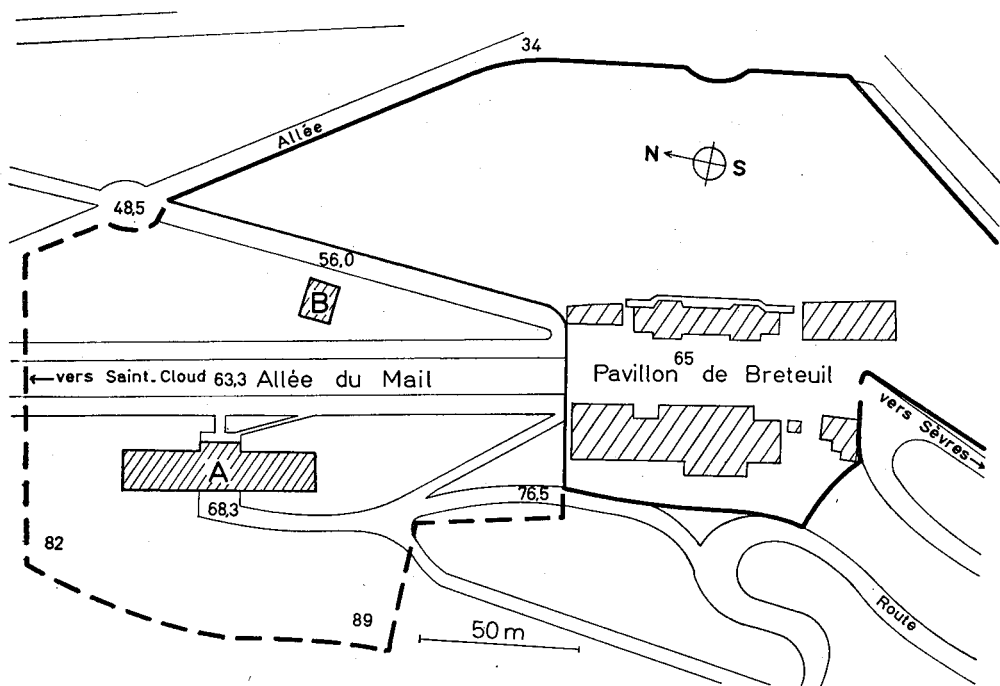


Fig. 1. — Emplacement des deux bâtiments A et B construits pour la section des radiations ionisantes du Bureau International, sur une extension de la concession de terrain consentie au Comité International des Poids et Mesures par la France dans le Parc de Saint-Cloud. Le bâtiment B est réservé aux mesures neutroniques.

Le trait discontinu indique les limites de la nouvelle concession. L'altitude en mètres est indiquée pour quelques points.



Laboratoires de la section des radiations ionisantes. — Bâtiment A.

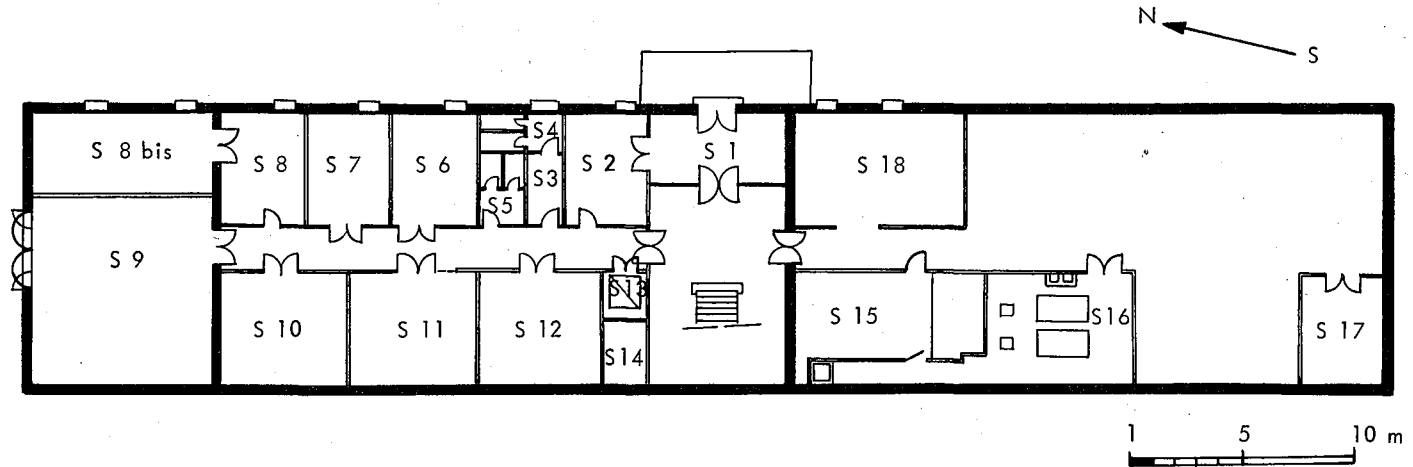


Fig. 2. — Rez-de-chaussée bas.

- |          |  |         |   |      |                           |
|----------|--|---------|---|------|---------------------------|
| S 1      | Entrée.                                  | S 8 bis | Salle des étalons (rayons X et $\gamma$ ).            | S 13 | Monte-charge.             |
| S 2      | Réception du matériel.                   | S 9     | Hall (générateurs H.T. et sources $\gamma$ ).         | S 14 | Matériel d'entretien.     |
| S 3      | Vestiaires.                              | S 10    | Conditionnement de l'air.                             | S 15 | Soute à charbon.          |
| S 4      | Douches.                                 | S 11    | Magasin.  | S 16 | Chaufferie.               |
| S 5      | Toilettes.                               | S 12    | Salle de stabilisation et de distribution électrique. | S 17 | Conditionnement de l'air. |
| S 6, S 7 | Travaux mécaniques.                      |         |   | S 18 | Réserve.                  |
| S 8      | Salle de mesure (rayons X et $\gamma$ ). |         |   |      |                           |

Laboratoires de la section des radiations ionisantes. — Bâtiment A.

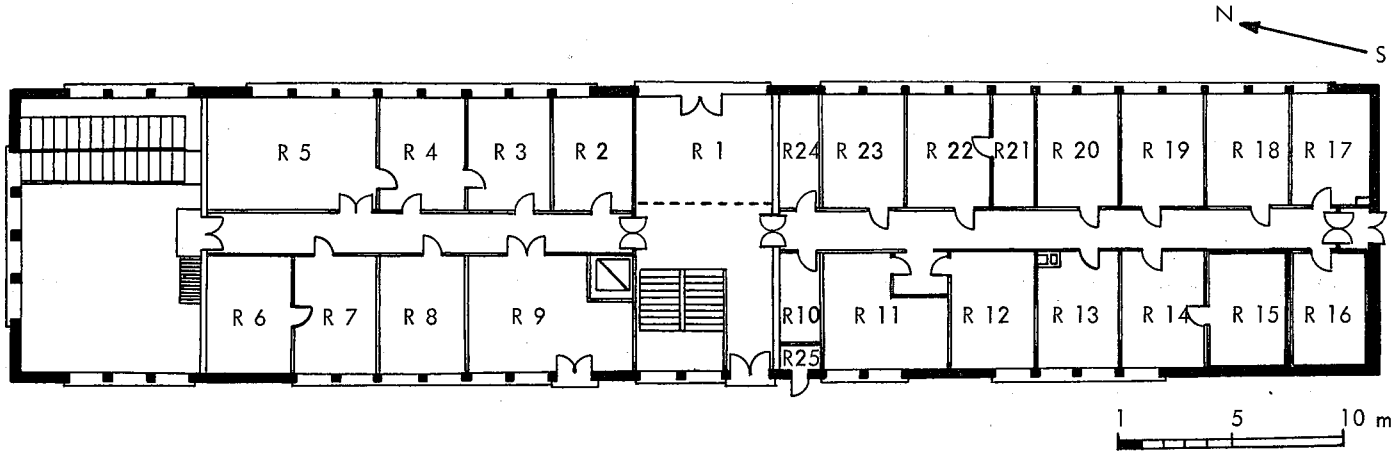


Fig. 3. — Rez-de-chaussée haut.

- |     |  |            |   |      |   |
|-----|--|------------|---|------|---|
| R 1 | Salle de réunions annexe.                            | R 7        | Salle de mesure (rayons X mous).            | R 17 | Laboratoire (neutrons).                 |
| R 2 | Mesures mécaniques et bureau (physicien de passage). | R 8, R 9   | Laboratoires (préparation des expériences). | R 18 | Bureau.                                 |
| R 3 | Bureau.  | R 10       | Toilettes.                                  | R 19 | Bureau (physicien de passage).          |
| R 4 | Secrétariat.   | R 11, R 12 | Laboratoires de radiochimie.                | R 20 | Bureau.                                 |
| R 5 | Bibliothèque - Salle de réunions.                    | R 13       | Atelier d'électronique.                     | R 21 | Salle des balances.                     |
| R 6 | Salle des étalons (rayons X mous).                   | R 14       | Salle de mesure (radionucléides).           | R 22 | Laboratoire de préparation des sources. |
|     |  | R 15       | Salle des étalons (radio nucléides).        | R 23 | Bureau.                                 |
|     |  | R 16       | Laboratoire (radionucléides).               | R 24 | Local de rangement.                     |
|     |  |            |   | R 25 | Évacuation des scories.                 |

Laboratoires de la section des radiations ionisantes. — Bâtiment B.

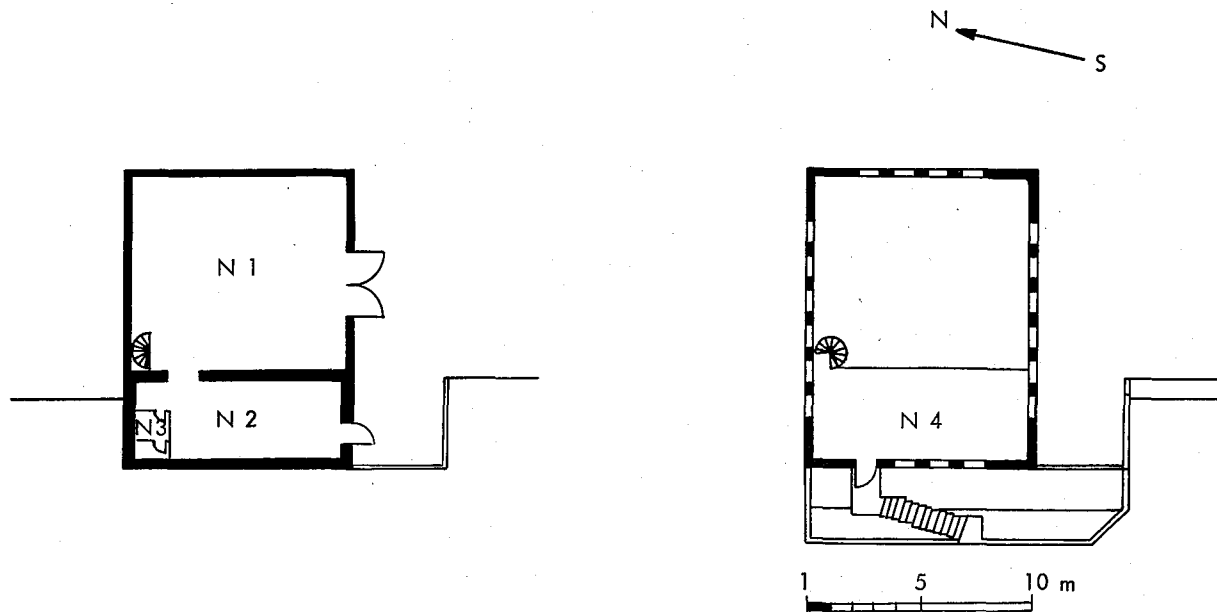


Fig. 4.

N 1 Hall des neutrons.    N 2 Salle de commande.    N 3 Toilettes.    N 4 Plate-forme.

Le chauffage central des bâtiments A et B est assuré par une chaufferie unique située au rez-de-chaussée bas du bâtiment A. Cette chaufferie comprend deux chaudières à charbon identiques, à alimentation automatique, pouvant fonctionner isolément ou simultanément.

L'équipement des bâtiments comprend aussi des appareils de conditionnement d'air, un compresseur d'air et une station de filtration de l'eau distribuée dans les bâtiments.

Un caniveau technique souterrain contient les canalisations transportant les divers fluides du bâtiment A au bâtiment B.

L'évacuation des eaux usées et des eaux de pluie des deux bâtiments a rendu nécessaire la pose d'un collecteur descendant à travers le parc jusqu'à l'égout de la Grande Rue de Sèvres. Ce collecteur, d'une longueur de 550 m, est constitué par des tuyaux en grès dont le diamètre intérieur atteint jusqu'à 0,40 m. Les eaux des salles de chimie des nouveaux bâtiments traversent une station d'épuration avant de se déverser dans ce collecteur.

Pour satisfaire les besoins en alimentation électrique de cette section et ceux croissants des autres sections du Bureau, on a agrandi la cabine de 10 000 V existante et on y a installé un transformateur de 315 kVA, en remplacement de celui de 40 kVA.

La section des radiations ionisantes a pris possession de ses nouveaux laboratoires en septembre 1964 et mis en place les équipements scientifiques qu'elle utilisait dans les locaux provisoires où elle avait commencé à travailler en 1961.

#### *Assainissement du Pavillon de Breteuil*

L'installation ci-dessus mentionnée du collecteur pour l'évacuation des eaux des nouveaux laboratoires a permis de concevoir une réorganisation complète du système d'assainissement de l'Observatoire, du Grand et du Petit Pavillon. Jusqu'à présent, les eaux usées et les eaux de pluie étaient dirigées par des caniveaux souterrains vers deux puisards où ces eaux se perdaient. Ces puisards ne satisfaisaient pas aux règles d'hygiène et étaient menacés d'engorgement en raison de l'augmentation de la consommation d'eau.

Dans une première phase, on a posé deux canalisations en grès d'un diamètre intérieur de 0,25 m allant rejoindre le collecteur général, en partant des deux points où se rassemblent les eaux usées et les eaux de pluie, c'est-à-dire le côté nord des garages d'une part, et l'angle sud-est du Petit Pavillon d'autre part. La longueur de la première de ces canalisations est de 70 m, celle de la seconde de 50 m.

La deuxième phase consistera à multiplier les points d'évacuation des eaux de pluie qui ruissellent actuellement, pour leur majeure partie, le long des bâtiments avant d'être évacuées et entretiennent ainsi une humidité néfaste aux murs et à refaire en certains points, au voisinage immédiat des bâtiments, le réseau souterrain.

#### *Observatoire*

Dans le couloir de la partie ancienne, le parquet datant de l'origine de la construction était usé et affaissé. Sur presque toute la longueur de la partie gauche, où il était dans l'état le plus mauvais, ce parquet a été déposé et remplacé, après mise en place de lambourdes neuves. Dans le reste du couloir, on s'est borné dans un but d'économie au remplacement de quelques frises de parquet. Le plafond et les murs du vestibule central et du couloir, et les portes des salles ont été repeints.

On a remis à neuf l'installation électrique et les peintures dans la salle annexe de photométrie et dans deux bureaux au nord du rez-de-chaussée.

#### *Grand Pavillon*

Des fissures de retrait et de tassement s'étaient formées sur le sol en béton de la terrasse donnant sur le jardin fleuriste. Les eaux de pluie s'infiltraient à travers ces fissures et dégradaient les voûtes et les plafonds des pièces situées sous cette terrasse. Le rétablissement de l'étanchéité de la terrasse a été obtenu d'une manière assez économique par le traitement suivant : les fissures et les joints de dilatation ont été soigneusement dégagés, puis comblés au mastic synthétique; le sol a ensuite été recouvert d'une couche uniforme de résine époxy.

Pour en terminer avec la rénovation du sous-sol, il restait à aménager au fond une ancienne cave d'une superficie de 60 m<sup>2</sup>, pouvant être utilisée pour le rangement d'ar-

chives et d'ouvrages de bibliothèque. Le sol de terre a été recouvert d'une chape en ciment. Des drains ont été posés sous cette chape pour combattre l'humidité. Les murs, très inégaux, ont été dressés avec des briques puis enduits au ciment. La distribution d'électricité, la pose d'un faux-plafond et la peinture de la pièce achèveront prochainement cet aménagement.

Les deux bureaux du secrétariat ont été repeints et retapissés et l'éclairage électrique amélioré.

#### *Petit Pavillon.*

Dans le petit logement situé au rez-de-chaussée sur jardin, on a remplacé la porte-fenêtre de la salle de séjour, et la fenêtre de la cuisine, toutes deux hors d'usage. La salle de séjour a été retapissée et la cuisine repeinte. Les papiers-tentures et les peintures ont aussi été refaits à neuf dans deux chambres de l'appartement de fonction.

### III. — INSTRUMENTS ET TRAVAUX

#### **Remarques générales**

L'activité des sections classiques comprend principalement de grandes comparaisons internationales d'étalons électriques et d'étalons de température de couleur, l'achèvement presque complet de l'ensemble complexe associé au comparateur photoélectrique interférentiel et des essais de pointés photoélectriques, un progrès dans les préparatifs de la mesure absolue de  $g$  et dans la mesure des températures au moyen du thermomètre à résistance de platine, le renouvellement ou l'amélioration des instruments, et diverses mesures demandées au Bureau.

Des calculs courants confiés jusqu'à présent à nos jeunes calculateurs, ainsi que d'autres calculs qui auraient exigé un temps excessif, ont été faits rapidement grâce, à l'obligeance de l'Institut d'Optique de Paris qui nous a permis d'employer la calculatrice électronique CAB 500 du Centre National de la Recherche Scientifique.

La section des radiations ionisantes, après cette année de plein travail dans les locaux qu'elle occupait provisoirement, a commencé à s'installer dans les bâtiments construits à son intention.

#### **Longueurs**

##### *Comparateur photoélectrique et interférentiel (P. Carré, J. Hamon)*

Je rappelle qu'en mars 1961 on avait procédé à l'installation de la partie mécanique du comparateur photoélectrique et interférentiel dans le caisson de la salle 2. Les microscopes photoélectriques de la Société Genevoise et le pupitre d'électronique associé étaient alors inachevés.

Ces appareils nous ont été livrés le 4 septembre 1963. L'installation en a été effectuée par les soins de la Société Genevoise pendant le mois de septembre. Au cours de ces trois années de mise au point, ces appareils, notamment les dispositifs électroniques, avaient été l'objet, par rapport au projet initial, de perfectionnements sensibles se traduisant par une augmentation de la stabilité et de la sécurité de lecture. D'autres améliorations sont déjà prévues.

Il est inutile de rappeler que la mesure d'une règle en longueurs d'onde exige, outre le pointé des traits par les microscopes photoélectriques, la détermination de l'ordre d'interférence dans l'interféromètre principal, la mesure de l'indice de l'air et la détermination de la température de la règle. Lorsque les microscopes photoélectriques furent mis en place, leur plan de mise au point s'est trouvé fixé et nous avons pu achever le nivellement de l'interféromètre principal. La position de l'axe optique du comparateur a été jugée légèrement trop basse par rapport au hublot de sortie du faisceau et à la lunette d'observation visuelle ou photoélectrique des interférences. D'autre part, on a observé l'existence d'un contact indésirable entre le revêtement intérieur du caisson et le socle du comparateur. Pour être ramenée à sa cote théorique, le comparateur a dû être surélevé de 3,4 mm (novembre 1963).

Nous avons effectué au moyen des interférences le tarage des microscopes photoélectriques.

Pour l'observation photoélectrique des interférences par pointé de la partie centrale des anneaux à l'infini dans l'interféromètre du comparateur, un photomultiplicateur à 20 étages à cathode Cs-Sb nous a été fourni par l'Observatoire de Paris. Ce photomultiplicateur est semblable à celui que nous utilisons depuis plus de sept ans pour l'étude des radiations lumineuses dans l'interféromètre de Michelson et ses performances paraissent au moins équivalentes, c'est-à-dire que le bruit de fond est à peu près égal à l'effet grenaille théorique, et que sa sensibilité est bonne dans le domaine du spectre qui nous intéresse.

La Compagnie Française de Télégraphie Sans Fil (C.S.F.) nous a prêté un laser He-Ne qui nous a déjà permis de régler le parallélisme des ondes interférentes à des différences de marche de l'ordre du mètre dans le comparateur photoélectrique.

Le Conseil National de Recherches, Ottawa, nous a donné tout récemment un laser He-Ne stabilisé émettant la radiation  $0,633 \mu\text{m}$  avec lequel nous prévoyons de faire diverses études et expériences.

Les autres appareils : lunettes collimatrices et d'observation, supports pour les filtres interférentiels, alimentations des sources lumineuses ont été réalisés à notre atelier.

L'interféromètre de mesure d'indice de réfraction de l'air est maintenant installé dans le caisson, dans le plan horizontal de l'interféromètre principal. La mesure de l'indice sera faite à l'aide des mêmes radiations monochromatiques que celles qui sont utilisées dans l'interféromètre principal.

Les thermocouples différentiels destinés à la détermination de la différence de température entre un bloc de cuivre de référence et divers points choisis sur la règle ou sur le comparateur ont été installés en juillet 1964, ainsi que l'amplificateur galvanométrique mis au point par M. Bykov (voir p. 47). L'achèvement de l'installation des circuits pour le thermomètre à résistance de platine destiné à mesurer la température du bloc de cuivre est prévu pour une date prochaine.

Nous pensons donc qu'il sera possible d'effectuer les premières mesures de règles divisées par comparaison à la radiation étalon dans quelques mois.

Afin d'éprouver le bon fonctionnement des microscopes photoélectriques et la reproductibilité des pointés, nous avons effectué de nombreux étalonnages de règles divisées (en particulier la règle en acier nickelé n° 8614). Nous avons pu faire les observations suivantes :

1. La comparaison des tableaux des écarts résiduels obtenus pour plusieurs étalonnages simples (traités par la méthode des moindres carrés) des traits décimétriques d'une règle de 1 m, effectués d'une part au moyen des microscopes photoélectriques et d'autre part par observation visuelle au comparateur universel, montre que l'étalonnage photoélectrique est presque 10 fois plus précis que l'étalonnage visuel.

2. Les résultats d'étalonnages photoélectriques par la méthode de Gay-Lussac ne diffèrent qu'exceptionnellement de plus de  $0,01 \mu\text{m}$  de la moyenne de quatre d'entre eux par exemple. Les valeurs quadratiques moyennes des différences entre les étalonnages individuels et la moyenne de trois ou quatre étalonnages, calculées pour neuf traits, sont en général de 4 ou 5 nm.

3. Le retournement bout pour bout de la règle entraîne des différences entre les résultats d'étalonnage atteignant souvent plusieurs dixièmes de micron, donc peu inférieures aux différences observées pour les étalonnages visuels.

4. Néanmoins, la moyenne des résultats obtenus pour ces deux positions de la règle ne diffère de la moyenne des résultats obtenus visuellement pour ces deux mêmes positions que de quantités au plus égales à  $0,07 \mu\text{m}$ , donc inférieures à l'incertitude admise pour les étalonnages visuels.

Ce résultat a été confirmé pour des réglottes en verre portant des traits constitués d'un dépôt métallique observés photoélectriquement par réflexion et visuellement par transmission.

5. Il existe un écart systématique, pour une règle donnée dans une position donnée, entre les résultats d'un étalonnage simple et ceux fournis par la moyenne de trois ou quatre étalonnages de Gay-Lussac. Cet écart, variable d'un trait à l'autre, est de l'ordre de  $0,01$  à  $0,02 \mu\text{m}$ . Il peut être expliqué en faisant intervenir la non identité des deux microscopes et la non identité des traits. Un trait donné ne serait pas pointé de la

même façon par les deux microscopes; on peut dire qu'il serait vu en deux positions différentes. On a pu évaluer la distance entre ces positions; elle est très variable d'un trait à l'autre et l'on a trouvé pour les traits décimétriques de la règle N° 8614 les valeurs + 3, — 21, + 4, + 26, + 6, + 7, — 25, + 2, + 1 nm.

Cette étude montre qu'actuellement la précision des étalonnages est limitée non par les défauts de reproductibilité des pointés photoélectriques, mais plutôt par les imperfections des traits et la non identité des microscopes.

#### *Comparateur à dilatation (G. Leclerc)*

Les travaux de rénovation entrepris en 1963 ont été achevés en 1964. Les montages d'essai ont été transformés en montages définitifs, les paliers des turbines d'agitation de l'eau ont été refaits et les roulements changés afin d'éliminer la cause principale des vibrations des règles pendant les mesures; les mouvements de mise au point et de déplacement des bancs ont été révisés.

#### *Étalons de longueur (G. Leclerc, F. Lesueur)*

Le Bureau a déterminé la longueur totale à 20 °C et étalonné les traits millimétriques des centimètres (0.1) et (19.20) de deux échelles (20 cm) de premier ordre appartenant à la Société Carl Zeiss. Ces deux échelles tracées sur verre épais (environ 12 mm) devant être observées en lumière transmise, nous avons dû adapter notre petit comparateur longitudinal (Bariquand) à ces mesures. Chacun de ses deux microscopes visuels a été muni d'un double éclairage, le premier permettant l'observation par réflexion des traits des étalons de référence en acier au nickel et le second l'observation par transmission des traits des échelles à étudier.

Des étalonnages partiels expérimentaux de ces deux échelles, faits au moyen du comparateur photoélectrique, sont en excellent accord avec les résultats obtenus par observations visuelles.

#### *Fils et rubans géodésiques (G. Girard, F. Lesueur)*

Depuis le 1<sup>er</sup> septembre 1963 nous avons étudié 35 fils ou rubans géodésiques de différentes longueurs pour des établissements publics ou privés de Belgique, de Côte d'Ivoire, de France et du Maroc.

Quatre rubans spéciaux de 18 m, en acier inoxydable, ont été étudiés pour les Établissements H. Morin-Secrétan, à Paris.

On a déterminé la longueur de chaque intervalle métrique, à partir du 0 de la graduation, d'un ruban de 6,5 m et de deux rubans de 12,5 m pour la Société Française de Stéréotopographie à Paris. Ces rubans s'enroulent sur un tambour qui fait également office de poulie lors des mesures.

Les quatre rubans en invar BIPM N°s 5 à 8 de la coulée 79717 (Rapport 1962, p. 69) ont été munis par les Établissements H. Morin-Secrétan d'une division ordinaire (traits millimétriques sur 8 cm, à chaque extrémité), le tracé initialement prévu s'étant révélé trop coûteux. L'étude de ces rubans sera entreprise prochainement.

On a étuvé 89 kg de fil invar provenant de la coulée 78621 (23° livraison).

#### *Dépression de l'invar (G. Girard)*

Les variations de longueur des fils de 24 m constituant les deux groupes de cinq fils utilisés pour cette étude étant très lentes maintenant, nous avons espacé les mesures. En novembre 1963 les résultats obtenus étaient voisins des précédents. Nous pensons poursuivre cette étude prochainement.

#### *Allongement des fils sous traction prolongée (G. Girard)*

Cette étude commencée depuis août 1961 (Rapport 1962, p. 68) se poursuit toujours.

La figure 5 montre l'allongement des deux fils de 24 m soumis à une traction prolongée de 98,09 N jusqu'au 5 décembre 1963, date à laquelle les fils ont été librement suspendus au râtelier de la Base. Pendant la traction, l'accroissement de longueur a

été à peu près régulier, principalement pour le fil N° 796; il est de l'ordre de 0,1 mm. On note ensuite un raccourcissement de 0,4 à 0,6 mm.

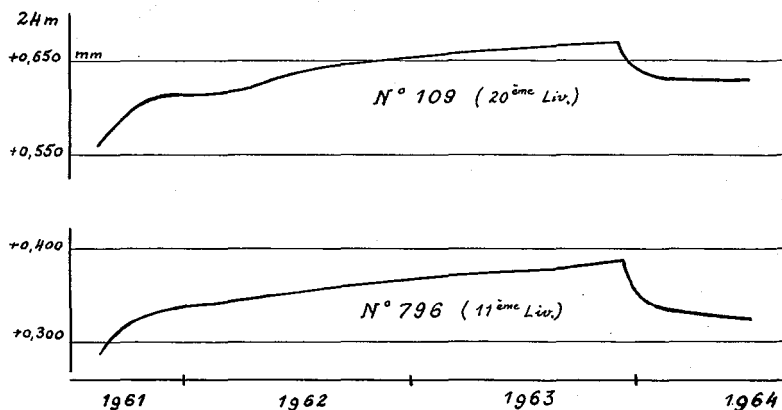


Fig. 5. — Allongement de deux fils d'invar de 24 m sous traction prolongée de 98,09 N (voir Procès-Verbaux C.I.P.M., 30, 1962, p. 69, fig. 12). La traction a été arrêtée en décembre 1963.

### Interférométrie

Mesure de longueurs d'onde (J. Hamon, R. Czerwonka)

Deux lampes sans électrodes à mercure 198 nous ayant été offertes par le Conseil National de Recherches, Ottawa, nous avons mesuré la longueur d'onde de quatre radiations émises par ces lampes qui contiennent 2 mg de Hg 198 de pureté 99,2 % et de l'argon à la pression nominale de 33 N/m<sup>2</sup> (0,25 mm Hg). Ces mesures ont été effectuées à l'interféromètre Michelson, sous vide, à une différence de marche alternativement positive et négative de 250 mm, par comparaison à la radiation étalon 0,606 μm du krypton 86.

Les lampes à mercure étaient placées dans une circulation d'eau maintenue à la température de 20 °C, 10 °C ou 1 °C. Les valeurs obtenues pour les deux lampes sont en bon accord, les écarts n'excédant pas les incertitudes de mesure. Le tableau I donne les résultats moyens obtenus (non réduits à une pression nulle d'argon) :

TABLEAU I

Longueur d'onde dans le vide de radiations du Hg 198 (Unité: μm).

à 20 °C	à 10 °C	à 1 °C	Recommandation C.C.D.M. 1962
0,579 226 850	... 852	... 851	... 83 ± 3
0,577 119 851	... 851	... 850	... 83 ± 3
0,546 227 090	... 069	... 064	... 05 ± 3
0,435 956 243	... 245	... 243	... 24 ± 2

On admet que l'incertitude sur ces valeurs moyennes n'excède pas  $5 \times 10^{-15}$  m.

La variation de la longueur d'onde de la radiation verte en fonction de la température est représentée à la figure 6. Cette variation paraît plus importante que celle qui est indiquée par le N.P.L. pour une lampe contenant de l'argon sous une pression de 133 N/m<sup>2</sup> (1 mm Hg) (C.C.D.M., 3<sup>e</sup> session, 1962, p. 103).

Cet écart pourrait peut-être s'expliquer par la différence des méthodes et des interféromètres employés, car le profil de la raie devient dissymétrique dès que l'auto-absorption intervient.



En même temps, on a mesuré aussi la longueur d'onde de la radiation rouge  $2p_8 - 5d_4$  du krypton 86; le résultat est

$$\lambda = 6\,422,800\,58 \pm 0,000\,02 \times 10^{-10} \text{ m.}$$

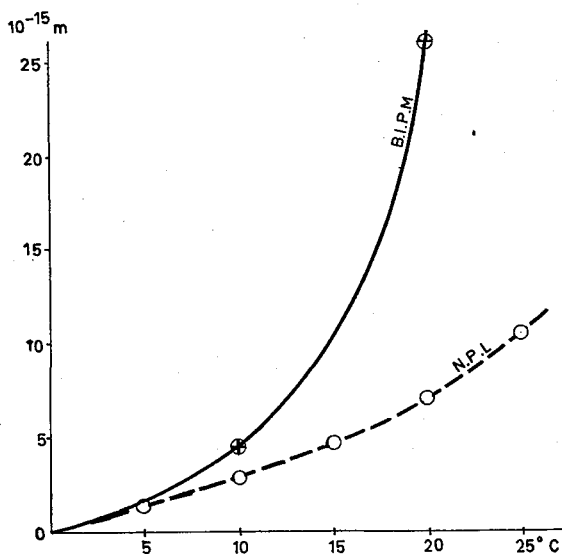


Fig. 6. — Variation de la longueur d'onde de la radiation  $0,546 \mu\text{m}$  du  $^{198}\text{Hg}$  en fonction de la température de la lampe.

#### *Filtres interférentiels*

Avant d'utiliser les filtres mentionnés dans le Rapport 1963, p. 50, pour l'interféromètre du comparateur photoélectrique, nous les avons étudiés en comparant la longueur d'onde de la radiation filtrée à la longueur d'onde de la radiation séparée par notre grand monochromateur à réseau, et ce, à plusieurs différences de marche. Il semble que ces filtres répondent entièrement à nos besoins.

#### *Mesure de calibres (J. Hamon, R. Czerwonka)*

Pour répondre aux demandes, nous avons remis en état de marche notre interféromètre à franges de Fizeau et déterminé la longueur optique de quatre calibres pour la Belgique, onze pour la Tchécoslovaquie et cinq pour la France. Une demande concernant trois étalons spéciaux, présentée par une société américaine, avait dû être différée car nous ne pouvons mesurer dans notre interféromètre Fizeau que des calibres d'une longueur maximale de 100 mm. A cette occasion, nous avons construit un appareillage mécanique permettant la mesure de ces trois étalons dans notre interféromètre Michelson, et installé des thermocouples mesurant la différence de température entre un bloc de cuivre rouge et l'étalon en étude, la température du bloc de référence étant connue au moyen d'un thermomètre à résistance de platine. Nous pensons ainsi assurer une précision de 0,001 deg environ. La mesure de ces étalons, dont le plus grand a 480 mm, est en cours.

#### *Mesure interférentielle de la base géodésique (J. Hamon, P. Carré)*

Notre atelier a terminé la totalité des pièces mécaniques. Les piliers de béton sont construits. Il reste à régler l'ensemble de l'optique et à procéder aux premiers essais.

## Masses et masses volumiques (G. Girard)

### *Balance hydrostatique Stanton*

Cette nouvelle balance (1963) a été complètement installée à la place de l'ancienne balance hydrostatique Rueprecht.

Des comparaisons ont été effectuées entre deux Kilogrammes en Nicral D de masse connue, afin de vérifier les qualités de la balance; celles-ci nous ont paru très satisfaisantes. Nous en avons profité pour vérifier l'égalité des masses des plateaux auxiliaires et nous avons déterminé la valeur des surcharges utilisées pour l'étude de la sensibilité.

Au cours de ces essais nous avons constaté que l'observateur, qui se place sur le côté de la balance à une distance de 2 m, perturbe dissymétriquement l'équilibre thermique à l'intérieur de la cage de cette balance. On a donc recouvert provisoirement la cage de feuilles d'aluminium.

Plusieurs déterminations de masse volumique ont été déjà effectuées avec cette balance; il semble que leur reproductibilité ait été améliorée d'un facteur voisin de 10.

### *Balance Rueprecht N° 5 (portée 1 kg)*

Cette balance a été complètement révisée par la Société Prolabo à Paris. Les compteurs ont été réaffûtés. Les essais effectués par A. Bonhoure ont montré que la balance était en excellent état de fonctionnement. L'U.N.E.S.C.O. en a effectué l'achat pour le compte du National Physical Laboratory for Metrology, Le Caire. La balance a été démontée par nos soins et expédiée en avril 1964. Des instructions pour le remontage ont été adressées à ce laboratoire.

### *Balance Rueprecht N° 2 (portée 200 g)*

Cette balance, dont il avait été question dans le Rapport de 1962, p. 84, a été renvoyée en octobre 1963 à son constructeur à Vienne, Autriche. Il doit améliorer son fonctionnement et la pourvoir d'un mécanisme permettant de déposer à distance des surcharges sur les étriers.

### *Kilogrammes prototypes*

Nous avons depuis quelques années (Rapport 1962, p. 84) un Kilogramme en réserve. La République Arabe Unie s'en est rendue acquéreur; il a reçu le N° 58.

Les deux cylindres en platine iridié mentionnés dans mon Rapport de 1963, p. 52, sont revenus au Bureau International après ajustage. Nous avons prêté pour ce travail notre Kilogramme S, depuis longtemps inutilisé. La masse de ces nouveaux Kilogrammes étant trop éloignée de leur valeur nominale, on a demandé à Stanton Instruments Ltd. d'améliorer leur ajustage.

### *Vérification de Kilogrammes prototypes*

Certains Kilogrammes, fabriqués de 1938 à 1951 avec de l'alliage platine-iridium préparé par le Comptoir Lyon-Alemand, Paris, semblaient montrer des variations de masse un peu supérieures aux incertitudes de mesure. C'est pourquoi le Comité International a approuvé, dans sa session de 1962, la proposition du Bureau International de demander à certains États l'envoi de leur Kilogramme national pour une vérification. A l'automne 1963 les Kilogrammes N° 44 (Australie), N° 48 (Danemark) et N° 49 (Autriche) étaient parvenus au Pavillon de Breteuil; seule la République Argentine (Kg N° 45) n'avait pas répondu à notre invitation.

A ces trois prototypes on a joint le N° 58 récemment attribué à la République Arabe Unie et les prototypes du Bureau International N°s 9 et 31 (usage courant) et N° 25 (usage exceptionnel).

Les Kilogrammes N°s 44, 48, 49 et 58 ont été soigneusement nettoyés puis lavés à la vapeur d'eau bidistillée. On les a ensuite comparés deux à deux dans toutes les combinaisons possibles à l'aide de la balance Rueprecht N° 1.

Les résultats des comparaisons sont résumés dans le tableau II.

TABLEAU II  
Valeurs de quelques Kilogrammes en platine iridié du Comptoir  
Lyon-Alemand (Paris)  
(excès en mg sur la valeur nominale)

Kilogramme N°	1939 <sup>(1)</sup>	1946	1948	1951	1957	1961	1964	Δ
43 (témoin)	+ 0,260	+ 0,306	—	—	—	—	—	—
44 (Australie)	+ 0,269	+ 0,270	—	—	—	—	+ 0,262	— 0,008
46 (Indonésie)	+ 0,241	—	+ 0,294	—	—	+ 0,270	—	— 0,024
47 (témoin)	+ 0,358	+ 0,405	—	—	+ 0,376	—	—	— 0,029
48 (Danemark)	+ 0,107	+ 0,081	—	—	—	—	+ 0,095	+ 0,014
49 (Autriche)	—	—	—	— 0,325	—	—	— 0,325	0,000
50 (Canada)	—	—	—	— 0,130	—	— 0,152	—	— 0,022

<sup>(1)</sup> Ces valeurs sont incertaines, les Kilogrammes n'ayant pas été lavés à la vapeur d'eau bidistillée.

En 1957, lors de la comparaison des prototypes N°s 9, 25 et 31 du Bureau International à chacun des témoins, on s'est aperçu que les valeurs obtenues par le témoin N° 47 s'écartaient de celles fournies par les autres témoins. On a donc fait une nouvelle détermination du N° 47 par rapport aux cinq autres témoins.

La colonne Δ du tableau II indique la variation de la masse de ces Kilogrammes entre leurs deux dernières déterminations.

Les résultats des comparaisons de 1964 semblent infirmer l'hypothèse envisagée d'un dégazage de l'alliage, car la moyenne des variations des Kilogrammes N°s 44, 48 et 49 est pratiquement nulle. Pour les autres Kilogrammes leur diminution de masse est peut-être un phénomène propre à chacun.

Au cours de ces mêmes comparaisons il est apparu une différence entre les deux prototypes N°s 9 et 31 et le prototype N° 25. Ces trois Kilogrammes n'ont pas été nettoyés ni lavés depuis plus de treize ans. Il serait bon que ces trois prototypes qui sont à la base des mesures de masse au Bureau International soient de nouveau comparés à deux témoins du Kilogramme international (voir Annexe 1, p. 99).

La masse du Kilogramme N° 58 (République Arabe Unie) déduite des comparaisons est :

$$\text{N° 58} = 1 \text{ kg} - 0,132 \text{ mg (en 1964).}$$

#### Études courantes

Depuis le 1<sup>er</sup> septembre 1963 les études suivantes ont été effectuées :

- masse de quatre pièces de 500, 100, 10 et 1 g en Nicral D pour la Yougoslavie (masse volumique de la pièce de 500 g).
- masse de 500 g, Σ 500 g, 5, 1, 1\* mg d'une série en Nickel (Mr Ménaché, Paris).
- masse d'une série de 500 g à 1 g en baros (Urad pro Normalizaci, Praha).
- masse volumique d'un cylindre en acier inoxydable destiné à constituer un Kilogramme (Poids et Mesures de la Nigeria).
- masse volumique et masse du Kilogramme N° 62 en Nicral D (Afghanistan).

#### Mesures comparatives internationales de la masse volumique d'un cylindre en acier inoxydable « Nicral D »

Depuis les résultats publiés dans le Rapport de 1963, tableau IV, p. 52, trois déterminations de la masse volumique de ce cylindre ont été effectuées en mars 1964 avec la nouvelle balance Stanton. Le dernier résultat de ces mesures comparatives est :

$$\text{masse volumique à } 20 \text{ °C, en g/cm}^3: 7,832 \ 443;$$

cette valeur est en excellent accord avec la moyenne générale (7,832 442 g/cm<sup>3</sup>) publiée en 1963.

Une Note résumant les mesures effectuées de juin 1952 à mars 1964 par les huit laboratoires ayant participé à cette comparaison internationale est donnée à l'Annexe 3, p. 103.

## Gravimétrie (A. Sakuma, J. M. Chartier)

### *État actuel de la mesure de g*

Les préparatifs en vue de la mesure absolue de  $g$  continuent activement. La construction du caisson à vide poussé est pratiquement achevée et le lancement d'un trièdre dans cet espace va être essayé afin de vérifier le fonctionnement de la catapulte.

La date où commencera la mesure définitive de  $g$  est difficile à prévoir; il subsiste encore un certain nombre de travaux à effectuer, mais on pense réaliser les premières mesures à la fin de 1965.

### *Vide*

Pour la fabrication du caisson à vide poussé, nous n'avons pas réussi à passer la commande à une société spécialisée (SOGEV), à cause des difficultés techniques de la construction et du long délai de livraison demandé. Aussi, après plusieurs essais, on a décidé de construire le caisson au Bureau, en conservant les idées exposées dans le Rapport de 1963.

Le caisson est maintenant à sa place définitive; les éléments pour réaliser le vide : pompe rotative, piège, réservoir de vide, tuyaux de canalisation à liaisons antivibratoires, etc., sont installés.

Les caractéristiques physiques du caisson sont les suivantes : masse 850 kg (partie fixée sur une paroi verticale en béton), hauteur 2,8 m, volume à vide poussé 175 l, surface intérieure du caisson 3,2 m<sup>2</sup>, dont 47 % en laiton, 39 % en acier inoxydable non magnétique, 14 % en pyrex; le nombre des joints en caoutchouc est de 38, représentant une longueur totale de 18 m.

Après installation des éléments de la catapulte, ce caisson a été vidé par une pompe à diffusion (vitesse de pompage de 1 000 l/s à  $1 \times 10^{-4}$  mm Hg), et après quelques heures on a obtenu une pression limite de  $1,1 \times 10^{-6}$  mm Hg; la densité du flux de dégazage de la surface était  $2 \times 10^{-8}$  l.mm Hg.s<sup>-1</sup>.cm<sup>-2</sup>.

On a vérifié que le réservoir de vide (140 l) et le piège (absorbant de gaz) permettent de maintenir cette pression limite pendant quelques heures après l'arrêt de la pompe rotative.

La solidité mécanique et l'efficacité du montage antivibratoire du caisson ont été vérifiées et trouvées suffisantes.

Ainsi nous croyons que les exigences relatives au caisson à vide sont satisfaites.

De nombreux éléments pour l'obtention du vide ont été achetés : pompe à double palette BL-15 SOGEV (France), pièges moléculaires VARIAN (U.S.A.), des vannes, des jauges à ionisation, etc.

### *Optique*

La planéité et le parallélisme des pièces optiques destinées à constituer un interféromètre Michelson dans le vide ont été examinés à l'aide d'un bain de mercure Danjon; le défaut maximal de planéité est de 1/20 de frange pour les surfaces utiles de tous les éléments et le défaut de parallélisme des lames est au maximum de 3".

D'autre part, l'emplacement de la source lumineuse a été choisi dans les combles, au-dessus de la salle 1, et un trou de 30 cm de diamètre a été percé dans le plafond dans ce but. Le faisceau tombe verticalement sur le trièdre en passant à travers une fenêtre à faces parallèles du caisson à vide, la séparatrice et la compensatrice de l'interféromètre; cette disposition nous permet d'éloigner la source lumineuse à environ 6 m de l'interféromètre, sans couder le faisceau, pour réaliser un bon parallélisme, faciliter l'ajustage de la verticalité du faisceau et affaiblir les perturbations électromagnétiques provenant du déclencheur de l'éclair.

Les flexions du plancher des combles sous le poids des opérateurs provoquant une inclinaison angulaire de l'ordre de 10" de ce plancher et de l'ensemble optique qu'il supporte, une plate-forme fixée aux murs a été installée pour éviter ce défaut. L'expérience montre que le défaut de verticalité du faisceau dans l'espace vide ne dépassera pas 2".

L'étalon tubulaire en silice fondue, de 80 cm de longueur, a été livré après un premier surfaçage; mais les fêlures qui s'étaient produites n'ont pu être réparées; on espère qu'elles ne seront pas gênantes. Les dimensions de ce tube sont restées dans la tolérance

des spécifications; les défauts de cylindricité de la paroi extérieure ( $d = 45$  mm) sont de  $2 \mu\text{m}$  et  $10 \mu\text{m}$  aux points de support. Le défaut de parallélisme entre les deux faces extrêmes était de  $6,8 \mu\text{m}$  sur un diamètre de 43 mm. Cet étalon a été confié à l'Institut d'Optique pour finition.

Une alimentation stabilisée à transistors, en courant continu, 0 à 50 V, 10 A, type AS 271 de la Société Quentin (France) a été achetée pour une source lumineuse monochromatique, ainsi que deux lampes à vapeur de mercure à super haute pression OSRAM HBO 100 W 2 (durée de vie moyenne 200 h) et un dispositif d'amorçage de ces lampes.

### *Électronique et électricité*

Un multiplicateur de fréquence Type 1112 A General Radio (U.S.A.) a été acheté pour augmenter l'exactitude de l'étalon de fréquence. Une alimentation de sécurité (General Radio) a été montée pour garantir que notre oscillateur à quartz fonctionne sans interruption. Un tableau pour la commande des éléments d'obtention du vide avec plusieurs dispositifs de sécurité est en construction.

### *Mécanique*

Pour l'appareil définitif, de nombreuses pièces ont été usinées soit à l'atelier du Bureau soit à l'extérieur.

Une tête aléuseuse universelle Wohlhaupter (Allemagne), une machine à poncer et une table élévatrice mobile de charge 5 000 N (Slingsby S.A., France) ont été achetées; elles ont beaucoup servi pour l'usinage et l'installation des appareils.

Les travaux mécaniques en cours ou prévus pour le proche avenir sont les suivants :

- finition de l'interféromètre Michelson placé dans le vide;
- suspension antivibratoire de l'interféromètre (masse  $\approx 300$  kg);
- fabrication d'un deuxième trièdre optique;
- banc optique destiné à l'installation des sources lumineuses aux combles;
- étude et construction de micro-séismographes;
- mécanisme des masques pivotants dont le mouvement est synchronisé avec celui du trièdre lancé.

### *Aménagements*

Les murs en pierre du sous-sol de la salle 1 ont été recouverts de panneaux en bois pour éviter la poussière; l'éclairage, l'escalier et les passages dans ce sous-sol ont été améliorés. Un escalier a été construit dans le couloir de ronde contigu à la salle 1 pour faciliter l'accès aux combles.

### **Thermométrie. Manométrie**

Le Bureau International a reçu en dépôt une bouteille contenant de l'hélium 3, apportée en septembre 1963 par les membres soviétiques du Groupe de travail II près du Comité Consultatif de Thermométrie.

#### *Mesure des températures dans le comparateur photoélectrique (M. Bykov)*

Il est nécessaire de connaître, à l'intérieur du caisson qui renferme le comparateur photoélectrique, la température en différents points de la règle et du chariot avec une précision de 0,001 degré.

Le principe consiste à déterminer, avec un thermomètre à résistance de platine étalon, la température d'un bloc de cuivre placé à l'intérieur du caisson; le bloc renferme les soudures froides de thermocouples différentiels dont les soudures chaudes sont situées aux endroits dont il faut mesurer la température.

Cette mesure de différences de température présente de grandes difficultés: on doit assurer un bon contact thermique de la soudure chaude avec la surface métallique sans perturber l'équilibre thermique de cette dernière; on doit établir les circuits des thermocouples sans forces électromotrices parasites appréciables; on doit enfin avoir un dispositif de lecture assez stable et assez sensible pour la mesure de forces électromotrices de l'ordre de quelques centièmes de microvolt.

Des recherches et quelques essais ont permis d'apporter des solutions satisfaisantes à ces problèmes. La jonction des conducteurs constituant les thermocouples a été réalisée par soudure électrique; cette jonction a été ensuite soudée à une mince plaquette de cuivre par décharge d'un condensateur dans des conditions appropriées; c'est cette plaquette qui permet d'assurer un bon contact thermique des soudures. On a ensuite mis en place les soudures chaudes et effectué les connexions avec les soudures froides du bloc métallique, ainsi qu'avec les autres appareils de mesure installés en dehors du caisson.

Le groupe galvanométrique pour la mesure des forces électromotrices a nécessité une étude assez longue. On a mis au point un amplificateur photoélectrique pour détecter les très faibles déviations du spot d'un galvanomètre; cet amplificateur comporte un circuit à forte contre-réaction réglable, ce qui permet d'obtenir une bonne stabilité tout en ayant la possibilité d'ajuster la sensibilité de l'appareil. Le galvanomètre a dû être modifié pour avoir une stabilité satisfaisante de son zéro,

dont la dérive a été ramenée à environ  $\frac{1}{100}$  de division de l'échelle ( $3 \times 10^{-4}$  degré) par heure.

Le Bureau International possède maintenant une installation qui devrait répondre à toutes les nécessités des mesures de température dans le comparateur photoélectrique.

#### *Mesure des températures dans l'interféromètre de Michelson.*

Le problème, bien qu'analogue au précédent, était ici plus simple; la précision recherchée était trois ou quatre fois plus faible, il n'y avait pas à mesurer des températures sur des pièces mobiles et on disposait d'un galvanomètre de qualité exceptionnelle (Zernike). L'installation pour la mesure des températures est complètement réalisée (voir p. 43).

#### *Études courantes*

Parmi nos thermomètres à mercure en quartz fondu, quatre d'entre eux ont été affectés après étude à la section d'Électricité.

Le Bureau International a cédé au National Physical Laboratory for Metrology de la République Arabe Unie, par l'intermédiaire de l'U.N.E.S.C.O., quatre thermomètres étalons de construction ancienne, Tonnelot N<sup>os</sup> 4252, 4362, 4743 et Baudin N<sup>o</sup> 14674, couvrant l'intervalle 0-100 °C. On a vérifié leurs corrections avant leur départ.

#### *Manobarmètre interférentiel (J. Bonhoure)*

Les Établissements Jaeger (Levallois) terminent actuellement la construction de l'appareil prototype dont le principe a été décrit antérieurement (Rapport 1960, p. 48). La partie mécanique est en cours de montage alors que les pièces optiques, commandées par le Bureau, sont disponibles. L'appareil sera livré en septembre 1964, date à partir de laquelle son étude et sa mise au point pourront commencer.

#### **Électricité (G. Leclerc)**

##### *Comparaisons internationales des étalons de résistance et de force électromotrice*

L'exécution de ces comparaisons, qui feront l'objet de deux rapports détaillés au Comité Consultatif d'Électricité, et des mesures annexes qu'elles nécessitent, a constitué la principale activité de la section d'Électricité durant l'année écoulée. Les dix grands laboratoires nationaux participants: D.A.M.W. (Berlin), P.T.B. (Braunschweig), N.B.S. (Washington), N.S.L. (Chippendale), N.R.C. (Ottawa), L.C.I.E. (Fontenay-aux-Roses), I.E.N. (Turin), E.T.L. (Tokyo), N.P.L. (Teddington) et I.M.M. (Leningrad) ont envoyé leurs étalons. Le Bureau International eut ainsi à comparer entre eux 29 étalons de résistance de 1  $\Omega$  (26 étalons nationaux et 3 des 6 étalons du Bureau qui conservent sa propre unité de résistance) et 65 éléments Weston (55 éléments nationaux et 10 de ceux qui conservent l'unité de force électromotrice du Bureau).

des spécifications; les défauts de cylindricité de la paroi extérieure ( $d = 45$  mm) sont de  $2 \mu\text{m}$  et  $10 \mu\text{m}$  aux points de support. Le défaut de parallélisme entre les deux faces extrêmes était de  $6,8 \mu\text{m}$  sur un diamètre de  $43$  mm. Cet étalon a été confié à l'Institut d'Optique pour finition.

Une alimentation stabilisée à transistors, en courant continu,  $0$  à  $50$  V,  $10$  A, type AS 271 de la Société Quentin (France) a été achetée pour une source lumineuse monochromatique, ainsi que deux lampes à vapeur de mercure à super haute pression OSRAM HBO 100 W 2 (durée de vie moyenne  $200$  h) et un dispositif d'amorçage de ces lampes.

### *Électronique et électricité*

Un multiplicateur de fréquence Type 1112 A General Radio (U.S.A.) a été acheté pour augmenter l'exactitude de l'étalon de fréquence. Une alimentation de sécurité (General Radio) a été montée pour garantir que notre oscillateur à quartz fonctionne sans interruption. Un tableau pour la commande des éléments d'obtention du vide avec plusieurs dispositifs de sécurité est en construction.

### *Mécanique*

Pour l'appareil définitif, de nombreuses pièces ont été usinées soit à l'atelier du Bureau soit à l'extérieur.

Une tête aléuseuse universelle Wohlhaupter (Allemagne), une machine à poncer et une table élévatrice mobile de charge  $5\ 000$  N (Slingsby S.A., France) ont été achetées; elles ont beaucoup servi pour l'usinage et l'installation des appareils.

Les travaux mécaniques en cours ou prévus pour le proche avenir sont les suivants :

- finition de l'interféromètre Michelson placé dans le vide;
- suspension antivibratoire de l'interféromètre (masse  $\approx 300$  kg);
- fabrication d'un deuxième trièdre optique;
- banc optique destiné à l'installation des sources lumineuses aux combles;
- étude et construction de micro-séismographes;
- mécanisme des masques pivotants dont le mouvement est synchronisé avec celui du trièdre lancé.

### *Aménagements*

Les murs en pierre du sous-sol de la salle 1 ont été recouverts de panneaux en bois pour éviter la poussière; l'éclairage, l'escalier et les passages dans ce sous-sol ont été améliorés. Un escalier a été construit dans le couloir de ronde contigu à la salle 1 pour faciliter l'accès aux combles.

### **Thermométrie. Manométrie**

Le Bureau International a reçu en dépôt une bouteille contenant de l'hélium 3, apportée en septembre 1963 par les membres soviétiques du Groupe de travail II près du Comité Consultatif de Thermométrie.

#### *Mesure des températures dans le comparateur photoélectrique (M. Bykov)*

Il est nécessaire de connaître, à l'intérieur du caisson qui renferme le comparateur photoélectrique, la température en différents points de la règle et du chariot avec une précision de  $0,001$  degré.

Le principe consiste à déterminer, avec un thermomètre à résistance de platine étalon, la température d'un bloc de cuivre placé à l'intérieur du caisson; le bloc renferme les soudures froides de thermocouples différentiels dont les soudures chaudes sont situées aux endroits dont il faut mesurer la température.

Cette mesure de différences de température présente de grandes difficultés: on doit assurer un bon contact thermique de la soudure chaude avec la surface métallique sans perturber l'équilibre thermique de cette dernière; on doit établir les circuits des thermocouples sans forces électromotrices parasites appréciables; on doit enfin avoir un dispositif de lecture assez stable et assez sensible pour la mesure de forces électromotrices de l'ordre de quelques centièmes de microvolt.

Des recherches et quelques essais ont permis d'apporter des solutions satisfaisantes à ces problèmes. La jonction des conducteurs constituant les thermocouples a été réalisée par soudure électrique; cette jonction a été ensuite soudée à une mince plaquette de cuivre par décharge d'un condensateur dans des conditions appropriées; c'est cette plaquette qui permet d'assurer un bon contact thermique des soudures. On a ensuite mis en place les soudures chaudes et effectué les connexions avec les soudures froides du bloc métallique, ainsi qu'avec les autres appareils de mesure installés en dehors du caisson.

Le groupe galvanométrique pour la mesure des forces électromotrices a nécessité une étude assez longue. On a mis au point un amplificateur photoélectrique pour détecter les très faibles déviations du spot d'un galvanomètre; cet amplificateur comporte un circuit à forte contre-réaction réglable, ce qui permet d'obtenir une bonne stabilité tout en ayant la possibilité d'ajuster la sensibilité de l'appareil. Le galvanomètre a dû être modifié pour avoir une stabilité satisfaisante de son zéro, dont la dérive a été ramenée à environ  $\frac{1}{100}$  de division de l'échelle ( $3 \times 10^{-4}$  degré) par heure.

Le Bureau International possède maintenant une installation qui devrait répondre à toutes les nécessités des mesures de température dans le comparateur photoélectrique.

#### *Mesure des températures dans l'interféromètre de Michelson.*

Le problème, bien qu'analogue au précédent, était ici plus simple; la précision recherchée était trois ou quatre fois plus faible, il n'y avait pas à mesurer des températures sur des pièces mobiles et on disposait d'un galvanomètre de qualité exceptionnelle (Zernike). L'installation pour la mesure des températures est complètement réalisée (voir p. 43).

#### *Études courantes*

Parmi nos thermomètres à mercure en quartz fondu, quatre d'entre eux ont été affectés après étude à la section d'Électricité.

Le Bureau International a cédé au National Physical Laboratory for Metrology de la République Arabe Unie, par l'intermédiaire de l'U.N.E.S.C.O., quatre thermomètres étalons de construction ancienne, Tonnelot N<sup>os</sup> 4252, 4362, 4743 et Baudin N<sup>o</sup> 14674, couvrant l'intervalle 0-100 °C. On a vérifié leurs corrections avant leur départ.

#### *Manobarmètre interférentiel (J. Bonhoure)*

Les Établissements Jaeger (Levallois) terminent actuellement la construction de l'appareil prototype dont le principe a été décrit antérieurement (Rapport 1960, p. 48). La partie mécanique est en cours de montage alors que les pièces optiques, commandées par le Bureau, sont disponibles. L'appareil sera livré en septembre 1964, date à partir de laquelle son étude et sa mise au point pourront commencer.

#### **Électricité (G. Leclerc)**

##### *Comparaisons internationales des étalons de résistance et de force électromotrice*

L'exécution de ces comparaisons, qui feront l'objet de deux rapports détaillés au Comité Consultatif d'Électricité, et des mesures annexes qu'elles nécessitent, a constitué la principale activité de la section d'Électricité durant l'année écoulée. Les dix grands laboratoires nationaux participants: D.A.M.W. (Berlin), P.T.B. (Braunschweig), N.B.S. (Washington), N.S.L. (Chippendale), N.R.C. (Ottawa), L.C.I.E. (Fontenay-aux-Roses), I.E.N. (Turin), E.T.L. (Tokyo), N.P.L. (Teddington) et I.M.M. (Leningrad) ont envoyé leurs étalons. Le Bureau International eut ainsi à comparer entre eux 29 étalons de résistance de  $1 \Omega$  (26 étalons nationaux et 3 des 6 étalons du Bureau qui conservent sa propre unité de résistance) et 65 éléments Weston (55 éléments nationaux et 10 de ceux qui conservent l'unité de force électromotrice du Bureau).



Ces comparaisons se sont échelonnées du 2 décembre 1963 au 20 mars 1964, avec une même date centrale 26 janvier 1964.

Pour la première fois nous avons utilisé une calculatrice électronique, dont l'Institut d'Optique à Paris nous a permis l'emploi, pour traiter par la méthode des moindres carrés la totalité des observations faites sur les étalons de résistance. Habituellement, ces observations sont traitées d'une façon simplifiée en appliquant la méthode des moindres carrés à chacun des groupes constitués pour les comparaisons. Nous avons pu constater que la méthode simplifiée conduit à des résultats pratiquement identiques à ceux que fournit la calculatrice électronique; l'écart maximal entre les résultats des deux méthodes atteint  $0,03 \mu\Omega$  pour deux étalons seulement.

Avant et après les comparaisons internationales, le Bureau a effectué la comparaison de ses propres étalons de référence afin de connaître les valeurs à attribuer aux trois résistances et aux dix éléments Weston représentant ses unités.

Les comparaisons internationales ont conduit aux résultats suivants :

TABLEAU III

*Écarts des unités nationales de résistance électrique par rapport à l'unité conservée au B.I.P.M. ( $\Omega_{\text{BIPM}}$ )*

		Variations depuis 1961	
Allemagne	{ (D.A.M.W.) .....	$\Omega_{\text{BIPM}} - 3,8 \mu\Omega$	- 0,9 $\mu\Omega$
	{ (P.T.B.) .....	+ 4,8	+ 1,0
Amérique (États-Unis d') (N.B.S.) .....	- 0,2	+ 0,2	
Australie (N.S.L.) .....	- 3,6	- 0,1	
Canada (N.R.C.) .....	- 4,0	+ 0,2	
France (L.C.I.E.) .....	- 9,2	- 0,7	
Italie (I.E.N.) .....	+ 0,2	+ 0,2	
Japon (E.T.L.) .....	- 0,3	0	
Royaume-Uni (N.P.L.) .....	- 3,5	- 0,1	
U.R.S.S. (I.M.M.) .....	- 0,9	- 0,2	

TABLEAU IV

*Écarts des unités nationales de force électromotrice par rapport à l'unité conservée au B.I.P.M. ( $V_{\text{BIPM}}$ )*

		Variations depuis 1961	
Allemagne	{ (D.A.M.W.) .....	$V_{\text{BIPM}} - 4,3 \mu\text{V}$	—
	{ (P.T.B.) .....	- 1,4	- 1,3 $\mu\text{V}$
Amérique (États-Unis d') (N.B.S.) .....	- 2,2	- 0,3	
Australie (N.S.L.) .....	+ 5,5	- 0,8	
Canada (N.R.C.) .....	- 1,7	+ 1,7	
France (L.C.I.E.) .....	- 3,1	+ 0,1	
Italie (I.E.N.) .....	+ 0,8	+ 0,8	
Japon (E.T.L.) .....	- 3,5	- 0,6	
Royaume-Uni (N.P.L.) .....	+ 3,1	- 2,0	
U.R.S.S. (I.M.M.) .....	+ 7,8	+ 1,0	

*Unités de résistance et de force électromotrice du Bureau International*

Ces unités figurent sur nos certificats; elles nous servent à exprimer les résultats des mesures que nous effectuons pour nos propres travaux et pour les étalonnages qui nous sont demandés. Conformément aux vœux du Comité Consultatif d'Électricité et du Comité International, elles servent aussi, depuis 1954, de référence pour exprimer les résultats des comparaisons internationales.

Les unités du Bureau International ont pour origine les « unités moyennes internationales »  $\Omega_{\text{M}}$  et  $V_{\text{M}}$  définies par le Comité Consultatif d'Électricité en 1935. Conservées au moyen d'étalons matériels (groupes de résistances de  $1 \Omega$  en manganine GO3,

GO4 puis GO5; groupes d'éléments Weston du type saturé GV2, GV3, GV4 puis GV5, arbitrairement constitués), les unités  $\Omega_M$  et  $V_M$  ont donné naissance le 1<sup>er</sup> janvier 1948 aux unités  $\Omega_{BIPM}$  et  $V_{BIPM}$  « absolues », par simple application des coefficients numériques admis par le Comité International.

Le moment nous semble venu de reconsidérer la situation et de réajuster  $\Omega_{BIPM}$  et  $V_{BIPM}$  pour qu'elles coïncident aussi bien que possible avec les unités absolues. Certains physiciens nous l'ont déjà demandé et nous souhaiterions que le Comité International propose d'inscrire la question à l'ordre du jour de la prochaine session du Comité Consultatif d'Électricité. Le sujet est important, les décisions à prendre sérieuses; il faudrait donc que les laboratoires nationaux soient rapidement prévenus pour qu'ils puissent faire connaître en détail les résultats de leurs plus récentes déterminations absolues, afin que les documents de travail parviennent en temps utile à tous les membres du Comité Consultatif d'Électricité.

#### Dispositif de transfert de force électromotrice à diodes de Zener

A titre expérimental, la P.T.B. nous a fait parvenir en même temps que ses étalons un montage électrique à diodes de Zener réalisé par F. Melchert (*Comité Consultatif d'Électricité*, 1963, 10<sup>e</sup> session, p. 25, fig. 2 b). Au moyen de ce montage nous avons essayé de rattacher, parallèlement aux comparaisons internationales, l'unité de force électromotrice de la P.T.B. à celle du B.I.P.M.

Pour maintenir le montage à la température imposée de  $20 \pm 0,02$  °C, nous l'avons enfermé dans une enceinte thermorégulée construite à notre atelier (fig. 7). Dans notre

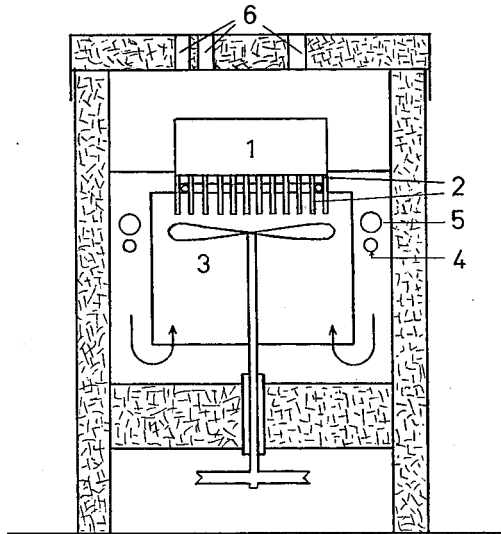


Fig. 7. — Enceinte thermorégulée pour montage à diodes de Zener.

1, Montage à diodes; 2, Ailettes de refroidissement; 3, Huile de paraffine; 4, Chauffage électrique; 5, Refroidissement par eau; 6, Passages pour les thermomètres (régulation et diodes).

installation les ailettes métalliques de refroidissement étaient immergées dans de l'huile de paraffine et non dans du pétrole comme c'est le cas à la P.T.B.; comme la température repérable et contrôlée est celle du liquide (et non celle des jonctions inaccessibles), cet emploi de liquides différents doit être noté. Le circuit de mesure que nous avons utilisé est représenté à la figure 8.

Aucun résultat ne peut être donné pour le moment dans l'attente du retour de ce montage à diodes et des éléments Weston à la P.T.B. Signalons toutefois qu'au cours

de nos mesures les fluctuations du spot du galvanomètre autour de sa position d'équilibre, fluctuations que nous croyons être celles de la tension de sortie des diodes de Zener, limitaient à  $10 \mu\text{V}$  environ la précision des lectures sur le potentiomètre.

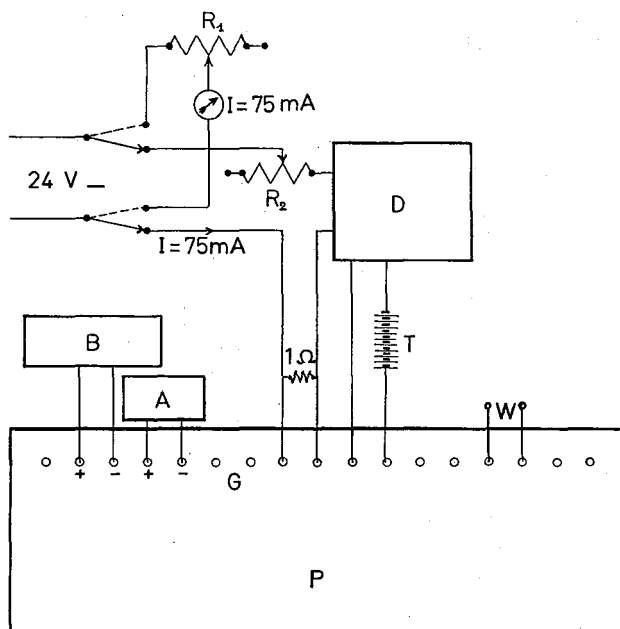


Fig. 8. — Circuit de mesure pour montage à diodes de Zener.

A, Accumulateurs 2 V, 0,2 mA; B, Batterie de piles 4 V, 10 mA; D, Diodes à  $20 \pm 0,02 \text{ }^\circ\text{C}$ ; G, Galvanomètre; P, Potentiomètre Cambridge « Micro-step »; T, tension de référence (10 éléments Weston en série); W, Élément Weston pour tarage.

### Études courantes

En dehors des contrôles et des étalonnages périodiques de nos instruments de mesure fondamentaux (pont double et potentiomètre spécial) et des étalons électriques utilisés par les autres sections du Bureau, 12 éléments Weston et 23 étalons de résistance ont été étudiés pour l'Urad pro Normalizaci (Tchécoslovaquie), l'Orszagos Mérésügyi Hivatal (Hongrie), l'Institut de Standardisation, Poids et Mesures (Bulgarie), la Société Anonyme Belge de Constructions Aéronautiques, la Manufacture Belge de Lampes et de Matériel Électronique, le Bureau National des Poids et Mesures (Chine).

### Photométrie (J. Bonhoure)

#### Comparaison internationale d'étalons de température de couleur

Cette comparaison déjà mentionnée dans le Rapport de 1963, p. 55, est maintenant terminée. Elle consistait à comparer entre eux les étalons de sept laboratoires nationaux et du Bureau International, à six températures de couleur nominales assez régulièrement espacées entre 2 000 et 3 000 °K. Deux méthodes de comparaison ont été employées: la méthode du rapport Rouge/Bleu (mesures terminées en 1963) et la méthode spectrophotométrique (mesures terminées en 1964).

Le principe de cette dernière méthode est le suivant: la mesure du rapport des intensités énergétiques des deux étalons à comparer, pour chacune des deux longueurs

d'onde définissant l'intervalle spectral  $\Delta\lambda$ , permet de déduire la température de couleur de l'un des étalons à partir de celle de l'autre; ce résultat partiel n'est strictement valable que pour l'intervalle spectral  $\Delta\lambda$  considéré. Mais en répétant ce processus pour plusieurs  $\Delta\lambda$  contigus et régulièrement espacés sur tout le spectre visible, et en affectant chaque résultat partiel d'un poids proportionnel à l'émission lumineuse spectrale du corps noir à la température correspondante, on obtient un résultat valable sur l'ensemble du spectre visible.

L'emploi de la méthode spectrophotométrique a nécessité une étude préalable assez longue des conditions pratiques de réalisation des mesures. Le monochromateur double soustractif à prismes, le tube photoélectronique à cathode Cs<sub>2</sub>-Bi utilisé comme récepteur et les lampes elles-mêmes ont entraîné quelques difficultés dont il a fallu s'affranchir. En particulier, la sensibilité de l'ensemble monochromateur-récepteur n'était pas tout à fait indépendante de la répartition de la lumière sur les prismes, les miroirs et la cathode; quant aux lampes, le taux de polarisation de la lumière émise pouvait être différent d'un type de lampe à l'autre. La solution qui consistait à intercaler une surface diffusante entre la lampe et le monochromateur présentant l'inconvénient de diminuer considérablement la quantité de lumière disponible, nous avons finalement utilisé un procédé de mesure un peu particulier. Les différents étalons n'ont été comparés entre eux, par l'intermédiaire d'une surface diffusante, qu'à une seule température de couleur (2 854 °K); les autres températures de couleur ont été rattachées à 2 854 °K par comparaison deux à deux, et ceci pour chaque étalon pris individuellement, ce qui pouvait être fait sans emploi de la surface diffusante. Les résultats, qui proviennent ainsi de calculs en cascade, gardent cependant une précision satisfaisante puisque l'écart-type déterminé pour les valeurs moyennes obtenues à partir de chaque groupe d'étalons reste inférieur à 2 degrés dans le cas le plus défavorable.

La stabilité des étalons n'ayant pas encore été contrôlée au retour dans les laboratoires nationaux après la comparaison au Bureau International, il n'est pas possible de faire figurer ici des résultats numériques; un rapport définitif sera présenté au prochain Comité Consultatif de Photométrie. On peut cependant faire les constatations suivantes :

1° L'accord entre les deux méthodes de comparaison n'est pas toujours très satisfaisant, ce qui peut provenir de légères différences de coloration des ampoules des étalons.

2° L'accord entre les laboratoires nationaux est très bon de 2 042 à 2 353 °K; mais à partir de 2 600 °K, l'écart maximal entre les deux laboratoires les plus divergents atteint quelques dizaines de degrés.

3° L'échelle de température de couleur moyenne des laboratoires nationaux résulte de comparaisons indépendantes à six températures de couleur; c'est donc une échelle définie en six points, ce qui est surabondant puisqu'un seul point suffit. Des mesures faites au Bureau International par spectrophotométrie sur le groupe de référence du B.I.P.M. ont montré une excellente cohérence entre ces six points.

#### *Photométrie hétérochrome d'étalons de la candela et du lumen*

Un contrôle de la grandeur relative des candelas à plusieurs températures de couleur d'une part, des lumens d'autre part, a déjà été effectué au Bureau International à plusieurs reprises, en particulier en 1963. Cependant, pour les lumens, il semble souhaitable d'en reprendre l'étude sur des bases nouvelles. En effet, ce contrôle implique une comparaison hétérochrome de lampes ayant des répartitions spatiales de flux lumineux différentes, et l'expérience que nous avons de l'emploi de la sphère d'Ulbricht nous incite à penser que les résultats obtenus peuvent être affectés d'une erreur systématique. C'est pourquoi nous avons actuellement en cours d'étude un appareil semi-automatique qui permettrait de déterminer le flux lumineux d'une lampe à partir de la mesure de l'intensité lumineuse dans un très grand nombre de directions.

Le principe de cet appareil est le suivant: une surface diffusante décrit une sphère fictive autour de la lampe, parallèle par parallèle; le récepteur (tube photoélectrique) qui reçoit, par l'intermédiaire d'un système optique, un flux lumineux proportionnel à la luminance de la surface diffusante, est suivi d'un convertisseur d'impédance et d'un intégrateur de courant; un voltmètre numérique donne, pour chaque parallèle décrit, une lecture qui est enregistrée sur bande perforée. Les calculs, qui

impliquent la multiplication de chaque lecture par un sinus, seraient ensuite traités par une calculatrice électronique. Pour cent lectures, ce qui est sans doute suffisant, la durée des mesures n'excéderait pas dix minutes.

Un tel appareil permettrait non seulement de faire des comparaisons homochromes de lampes ayant des répartitions spatiales de flux différentes, ce qui constituerait déjà une étape importante dans le contrôle de la grandeur relative des deux lumens, mais encore de comparer le lumen à la candela à 2 353 °K. On pourrait peut-être même ultérieurement envisager certaines comparaisons d'étalons de flux lumineux de cette façon, ce qui conduirait à un abandon partiel de la sphère lumenmètre.

### Études courantes

L'Office National des Mesures (Hongrie) et le Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen (Autriche) ont soumis au Bureau International dix-huit étalons secondaires d'intensité et de flux lumineux pour contrôle des valeurs initiales d'étalonnage. Les mesures ont montré une très bonne stabilité des lampes par rapport aux valeurs de 1953 et 1951 respectivement.

En outre, quatre lampes d'intensité lumineuse à 2 854 °K ont été réglées en température de couleur et étalonnées pour le Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen.

### Rayons X

*Stabilisation de la tension et du courant du tube à rayons X (5-150 kV) (A. Allisy, D. Carnet, M<sup>lle</sup> M.-T. Niatel)*

Un premier dispositif de stabilisation a été décrit dans le Rapport de 1963, p. 32. A cette époque la stabilité obtenue pour la tension et le courant du tube à rayons X était de  $10^{-3}$ . Afin de réduire encore davantage l'influence des fluctuations du fonctionnement du tube sur la reproductibilité des mesures d'exposition, une amélioration de la régulation de la tension  $V$  et du courant  $I$  a été réalisée cette année.

Pour mesurer chacune des quantités  $V$  et  $I$ , on utilise une méthode d'opposition comprenant un galvanomètre enregistreur muni d'un suiveur de spot entraînant dans ses déplacements le curseur d'une résistance variable de précision. Ces résistances sont alors utilisées pour réaliser une contre-réaction et l'on obtient deux circuits de stabilisation dont les références sont des piles étalons Weston maintenues à température constante. Dans le cas du courant anodique  $I$  l'introduction de cette régulation supplémentaire est moins immédiate, puisque l'alimentation du chauffage du filament se trouve portée à la haute tension. On a utilisé un servo-moteur intermédiaire qui actionne, à l'aide d'une tige isolante, le potentiomètre introduit dans la chaîne de réglage du chauffage du filament du tube à rayons X.

Cette technique de régulation (taux de contre-réaction environ 5 pour le courant et 10 pour la tension) s'avère satisfaisante, comme l'indiquent les extraits d'enregistrements simultanés de la figure 9. Les fluctuations sont inférieures à  $10^{-4}$  pour le courant et à  $5 \times 10^{-5}$  pour la tension. Dans le cas de variations très rapides l'efficacité de cette stabilisation est limitée par la constante de temps des galvanomètres.

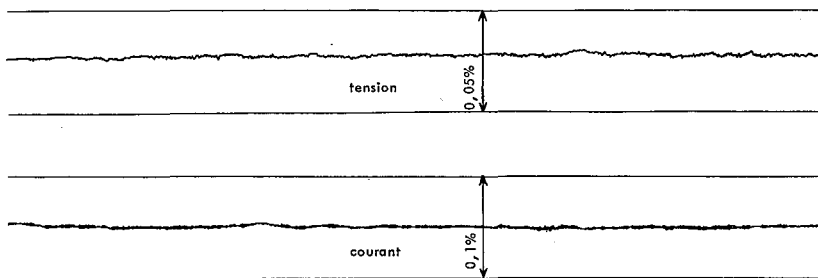


Fig. 9. — Exemple d'enregistrement simultané de la tension et du courant du tube à rayons X.

Conditions de fonctionnement : 60 kV, 2 mA,  $a = 0,2$  (voir Rapport 1963, p. 32); durée de l'enregistrement : 40 min.



disposé sur l'échelle du galvanomètre. Le défilement du spot lumineux est alors accéléré et il est susceptible d'engendrer aux bornes d'un second phototransistor une impulsion de montée assez raide qui, mise en forme, est dirigée sur un chronomètre électronique suivi d'une machine imprimante et sur le circuit moteur du sélecteur de compensation automatique. On peut ainsi imprimer l'intervalle de temps  $\Delta t$  correspondant à  $n$  fois 100 mV ou  $n$  fois 300 mV,  $n$  étant choisi à l'avance et pouvant être compris entre 1 et 8. A la fin de la mesure, l'entrée de l'électromètre est court-circuitée pendant une durée déterminée par la minuterie. Pendant ce temps, on annule la tension de compensation et l'on décharge le condensateur de mesure; puis une autre mesure se met en route automatiquement.

#### *Commutateur télécommandé pour circuits électrométriques (A. Allisy)*

Cet instrument, qui s'adapte sur l'entrée à très haut isolement de l'électromètre, reçoit le branchement à poste fixe de deux chambres d'ionisation, A et B, et de deux condensateurs de mesure, 1 et 2. Il permet de réaliser à distance les combinaisons suivantes : A-1, A-2, B-1, B-2, sans toucher aux câbles coaxiaux de liaison ni aux prises coaxiales assurant le très haut isolement. On a évité au maximum les efforts mécaniques et les frottements sur les isolants pendant les commutations, supprimant ainsi des régimes transitoires de commutation ayant généralement de très longues constantes de temps. Les contacts sont établis entre des plots fixes dorés par de petits cavaliers dorés d'une masse d'environ 10 g reposant en trois points. Ces cavaliers sont déplacés par un fléau dont la position est commandée par une roue à cames. Lorsque l'un des cavaliers établit le contact entre deux plots à haut isolement, le fléau n'a plus aucun point de contact avec ce cavalier, le haut isolement étant donc réalisé uniquement par les pièces isolantes supportant les plots fixes. L'utilisation de ce commutateur sera particulièrement précieuse dans le cas de l'étalonnage d'une chambre d'ionisation de transfert par rapport à un étalon primaire. Aucun régime transitoire de commutation n'a pu être mis en évidence au cours des essais.

#### *Étude précise des courants de saturation dans des chambres d'ionisation à plaques parallèles (M<sup>lle</sup> M.-T. Niatel, M<sup>me</sup> M. Boutillon)*

Une étude expérimentale du courant de saturation dans les chambres d'ionisation à plaques parallèles a été entreprise conjointement avec le Laboratoire de Dosimétrie, Paris, en vue de vérifier la théorie de Boag relative à la recombinaison en volume. Ces expériences ont été conduites à 37, 60 et 100 kV, utilisant successivement deux chambres à plaques parallèles dont les espacements de plaques sont respectivement de 7 cm et de 18 cm. Les résultats obtenus qui sont actuellement analysés semblent indiquer que le champ électrique dû à la charge d'espace a un effet plus faible que celui qu'on aurait pu craindre et que les écarts avec la relation de Boag peuvent devenir importants au voisinage du courant de saturation. Il n'est pas impossible que ces écarts soient dus à la recombinaison initiale.

#### **Radionucléides**

##### *Recherches sur les causes d'erreurs dans la préparation des sources radioactives (J. C. Roy, C. Colas)*

Les principales sources d'erreurs sont l'évaporation du solvant au cours des différentes manipulations et transferts et pendant le stockage, la dilution et la détermination de la masse de la goutte de solution radioactive déposée sur le support. Une comparaison de la méthode d'évaporation (pesée de la goutte et extrapolation au temps zéro) avec celle de la pesée différentielle d'un pycnomètre a donné pour la masse de la goutte une différence moyenne par défaut de 0,4 %, en accord avec ce qui a été trouvé (— 0,55 %) dans la comparaison internationale 1963 du <sup>60</sup>Co. La perméabilité des pycnomètres en polythène a été étudiée systématiquement. On a modifié les méthodes de dilution et de pesée des gouttes déposées pour éliminer ou diminuer les erreurs.

*Absorption des particules  $\alpha$  du  $^{241}\text{Am}$  (J. C. Roy, C. Colas)*

Des expériences complémentaires relatives à la mesure de ce radionucléide ont montré que l'absorption n'est pas plus grande que 0,2 % par 100  $\mu\text{g}/\text{cm}^2$  de matière solide. L'aluminium s'est montré moins bon que l'or pour rendre les supports conducteurs.

*Vérification de la correction de temps mort d'un compteur proportionnel par la mesure de la période du  $^{131}\text{I}$  (A. Rytz, C. Colas, C. Veyradier)*

Sept sources de  $^{131}\text{I}$  ont été préparées et mesurées à plusieurs reprises pendant plusieurs périodes. Le logarithme du taux de comptage, après correction due au temps mort et à la durée des mesures, est inversement proportionnel au temps, aux erreurs expérimentales près. Nous avons calculé pour les taux  $\beta$  et les taux de désintégration obtenus par coïncidences la période pour chaque source. Les résultats sont 8,019 et 8,040 jours  $\pm 0,8$  et 1,5 pour mille respectivement. L'accord assez bon avec la valeur généralement admise (8,04 à 8,06), qui s'étend jusqu'à des taux de comptage de 17 000  $\text{s}^{-1}$ , montre que la correction de temps mort est valable jusqu'à des taux très élevés.

*Pureté de la solution de  $^{90}\text{Sr} + ^{90}\text{Y}$  distribuée par la P.T.B. (J. C. Roy, A. Rytz, C. Colas)*

Un laboratoire participant à cette comparaison ayant mis en question la pureté radiochimique de cette solution, nous avons examiné cette pureté par deux méthodes différentes. La spectroscopie  $\gamma$  a montré qu'une contamination par du  $^{137}\text{Cs}$  peut être exclue. En outre, nous avons éliminé le  $^{90}\text{Sr}$  de la solution par précipitation avec de l'acide nitrique fumant. Des sources préparées à partir de la solution restante montraient une activité décroissant avec la période exacte du  $^{90}\text{Y}$  et prouvaient donc l'absence d'une impureté radioactive considérable.

*Détermination de l'absorption du rayonnement du  $^{90}\text{Sr}$  par la source et le support (A. Rytz, C. Colas, C. Veyradier)*

En répétant la séparation du strontium et de l'yttrium, 25 sources de  $^{90}\text{Sr}$  pur contenant différentes quantités de matière solide ont été préparées et mesurées pendant 30 jours. L'évolution de l'activité combinée a été comparée avec la fonction théorique pour obtenir le coefficient d'absorption en fonction de la quantité de matière solide.

*Comparaisons internationales: préparation, étude des résultats, rapports (J. C. Roy, A. Rytz, C. Veyradier, C. Colas)*

Le rapport final de la comparaison internationale du  $^{95}\text{S}$ , distribué en novembre 1963, a soulevé une vive discussion, mettant en évidence la grande difficulté de la mesure des émetteurs  $\beta$  purs à faible énergie de désintégration. Les critiques seront utiles pour la rédaction d'un rapport modifié.

L'analyse critique des résultats de la comparaison internationale de la méthode  $4\pi\beta(\text{CP}) - \gamma$  au moyen du  $^{60}\text{Co}$ , dont le rapport préliminaire a été distribué au mois d'août 1963, se poursuit. Il s'agit de tirer le plus de renseignements utiles de cette comparaison particulièrement intéressante qui a contribué considérablement à l'unification de cette méthode et à la confiance croissante qu'on y apporte. Le formulaire que nous avons conçu spécialement pour cette comparaison a fait ses preuves et a été considéré comme modèle par le Groupe de travail pour la mesure des radionucléides.

Le rapport préliminaire de la comparaison internationale du  $^{241}\text{Am}$  (juillet 1963) a été distribué en décembre 1963.

Depuis le 1<sup>er</sup> septembre 1963, une seule comparaison internationale a été organisée : la P.T.B. a distribué en février 1964 aux 27 laboratoires participants quatre ampoules contenant deux solutions de ( $^{90}\text{Sr} + ^{90}\text{Y}$ ) dont les concentrations sont différentes dans un rapport connu. Un formulaire spécial très détaillé a été préparé afin de recueillir des renseignements complets sur les différentes techniques de préparation des sources et d'évaluer l'erreur due à la dilution. Nous avons préparé 69 sources et mesuré le taux de désintégration de chacune dans le compteur proportionnel  $4\pi\beta$  du type « pillbox ». Le rapport préliminaire de cette comparaison sera distribué prochainement.



Le nombre croissant de participants montre l'intérêt qu'apportent les laboratoires nationaux aux comparaisons de radionucléides organisées par le Bureau International. La préparation et surtout l'analyse des résultats d'une comparaison internationale représentent un travail considérable, incluant des expériences supplémentaires ainsi que des demandes d'informations auprès des participants. Pour empêcher que cette charge ne devienne trop lourde, nous n'avons pas inscrit d'autres comparaisons à notre programme de l'année écoulée et nous avons même abandonné, en accord avec le Groupe de travail, la comparaison du  $^{137}\text{Cs}$  prévue déjà pour 1963.

Le succès de notre participation aux comparaisons de  $^{60}\text{Co}$  (février-mars 1963),  $^{241}\text{Am}$  et ( $^{90}\text{Sr} + ^{90}\text{Y}$ ), a confirmé que nos installations et techniques permettent d'effectuer des mesures exactes. En particulier, la comparaison du  $^{60}\text{Co}$  nous a amenés, comme bien d'autres participants, à apporter plusieurs améliorations à notre ensemble de comptage  $4\pi\beta(\text{CP}) - \gamma$  qui est un instrument très important, non seulement pour le groupe de radioactivité, mais aussi pour celui des mesures neutroniques.

Nous avons préparé quatre sources étalonnées de  $^{60}\text{Co}$  d'activité différente et les avons envoyées à l'Office national hongrois de métrologie (O.M.H.) qui n'a pas participé à la comparaison de 1963.

*Construction d'un deuxième ensemble de comptage par coïncidences  $4\pi\beta(\text{CP}) - \gamma$  et modification de l'ensemble existant (P. Bréonce)*

Le nombre croissant de mesures de comptage au Bureau International rendait utile l'installation d'un deuxième dispositif. Un nouveau compteur proportionnel du type « pillbox » a été construit en laiton chromé, de dimensions un peu plus grandes et à parois plus minces. Comme détecteur  $\gamma$ , nous avons installé un ensemble « Harshaw » composé d'un cristal de  $\text{NaI}(\text{TI})$  de 76 mm de diamètre et 51 mm de hauteur et d'un photomultiplicateur RCA, type 8054. La figure 11 montre les organes principaux du dispositif électronique, dont une partie importante a été construite au Bureau International. Les sélecteurs de temps morts et l'égaliseur de retard sont d'une construction spéciale et originale, permettant d'éliminer des variations des temps morts et du retard relatif entre les impulsions  $\beta$  et  $\gamma$ . Bien que les parties mécaniques et les échelles ne soient pas encore terminées ou livrées, l'ensemble nouveau a déjà fait preuve d'un fonctionnement satisfaisant.

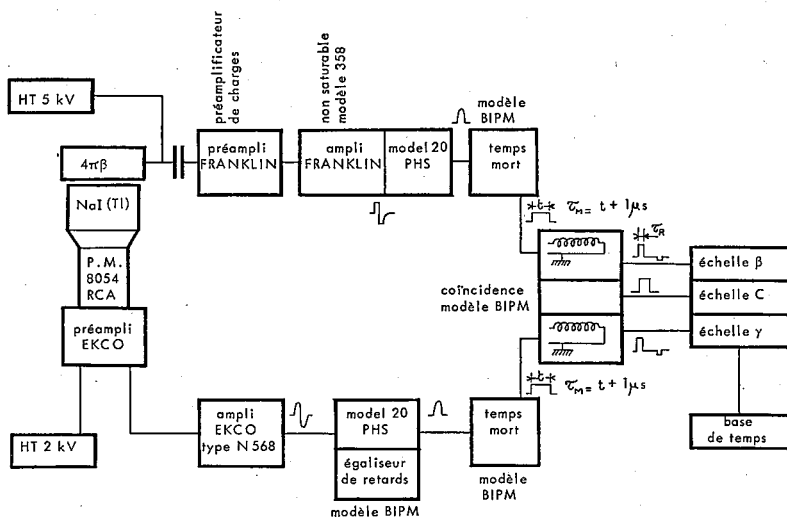


Fig. 11. — Schéma de principe de l'ensemble de comptage  $4\pi\beta(\text{CP}) - \gamma$ . On n'a pas introduit de ligne à retard, les deux voies étant équilibrées grâce à la mise en forme dans les amplificateurs. Le réglage des seuils des sélecteurs de temps mort permet une légère correction.

L'ensemble de comptage déjà existant a également profité du développement nouveau d'un dispositif de temps mort plus fidèle. En outre, les deux détecteurs  $\gamma$  ont été équipés chacun d'un amplificateur et d'un sélecteur d'amplitude, ce qui permet de ne mélanger les impulsions qu'après mise en forme, évitant ainsi une discrimination non linéaire introduite par le mélangeur.

*Recherches sur le fonctionnement du dispositif  $4\pi\beta(\text{CP}) - \gamma$  (A. Rytz, C. Veyradier, P. Bréonce)*

Pour mieux connaître cet appareil, nous avons entrepris une série d'expériences indispensables à l'application de certaines corrections des mesures de haute précision :

— Évaluation de la sensibilité du compteur  $\beta$  à une source ponctuelle en fonction de la position de celle-ci. Il s'ensuit que le diamètre de nos sources doit rester inférieur à 1 cm environ.

— Étude du palier de comptage. La forme ne peut être déduite que qualitativement et l'erreur provenant de la pente du palier doit être trouvée expérimentalement. Des sources épaisses de  $^{241}\text{Am}$  montrent un palier supplémentaire dû aux électrons de conversion. L'efficacité  $\alpha$  n'a sa valeur correcte qu'en dessous de cette région.

— Mesures périodiques des temps morts, rendues plus aisées grâce à l'acquisition d'un oscillographe Tektronix, type 515 A, et à la construction d'un générateur d'impulsions doubles à retard variable.

— Évaluation du seuil de détection  $\beta$  au moyen des électrons Auger d'une source de  $^{56}\text{Fe}$ .

— Mesure de l'amplification gazeuse et établissement des conditions de mesure pour un mélange argon-méthane (9 : 1) à la place de l'argon, en vue d'une comparaison future du  $^{54}\text{Mn}$ .

— Examen des distributions statistiques des impulsions, rendu plus efficace grâce à la construction d'un générateur basse fréquence d'impulsions synchronisées avec l'horloge à quartz.

— Installation d'un anneau de plomb comme écran supplémentaire réduisant le mouvement propre  $\gamma$ . Examen statistique des mouvements propres  $\beta$  et  $\gamma$  qui suivent à peu près la fonction de Poisson.

— Étude de la stabilité de l'ensemble de comptage par mesures répétées de la même source pendant plusieurs jours. Observation du taux de désintégration (obtenu par coïncidences  $\beta - \gamma$ ) et du taux  $\beta$  simple, toutes les 1 000 secondes. Les fluctuations ont une distribution à peu près normale, mais l'écart-type est plus grand que la valeur statistique. Pour une source de  $2\,800\text{ s}^{-1}$  ( $9\,850\text{ s}^{-1}$ ), l'écart-type de chaque mesure de  $1\,000\text{ s}$  est de  $0,101\%$  ( $0,3\%$ ), alors que théoriquement il ne serait que  $0,062\%$  ( $0,03\%$ ); entre parenthèses sont indiquées les valeurs obtenues avec la source forte. Les fluctuations proviennent surtout du comptage  $\beta$ , mais les causes restent inconnues. Le résultat de ces mesures peut être résumé comme suit : deux mesures quelconques d'une durée de  $1\,000\text{ s}$  avec la même source de  $^{60}\text{Co}$  d'une activité de  $3\,000\text{ s}^{-1}$  ( $9\,900\text{ s}^{-1}$ ) environ diffèrent, dans  $95\%$  des cas, de moins de  $0,29\%$  ( $0,86\%$ ).

*Organisation de la comparaison de l'étalon soviétique de radium avec d'autres étalons Hönigschmid (A. Rytz)*

Cette comparaison a été recommandée par le Groupe de travail des étalons de Radium en octobre 1961. L'étalon soviétique, qui est parvenu au Bureau International en septembre 1963, a été comparé par la suite à cinq étalons Hönigschmid dans trois laboratoires : Institut du Radium, Physikalisch-Technische Bundesanstalt et Institut für Radiumforschung und Kernphysik. Le rapport de ces comparaisons est en préparation.

**Mesures neutroniques (V. Naggiar, L. Lafaye, P. Bréonce)**

*Détermination du taux d'émission de la source de neutrons Ra-Be ( $\alpha, n$ ) du B.I.P.M. et comparaison avec la source du N.R.C.*

La détermination du taux d'émission des sources Ra-Be ( $\alpha, n$ ) par la méthode de ralentissement des neutrons et de capture dans une solution de sulfate de manganèse contenue dans une sphère de 1 m de diamètre a été rendue plus précise grâce à une

meilleure reproductibilité des mesures relatives d'activité des solutions irradiées. Le rayonnement  $\gamma$  du  $^{56}\text{Fe}$  est détecté par un scintillateur-photomultiplicateur plongé dans la solution. Il est nécessaire de normaliser les comptages à un même seuil de discrimination repéré à mieux que 0,5 keV pour que la variation d'efficacité reste inférieure à 0,1 %. En raison de la variation du gain du photomultiplicateur au cours des mesures, nous enregistrons le spectre  $\gamma$  du  $^{56}\text{Fe}$  sur un sélecteur multicanaux pendant la durée de chaque comptage pour déterminer le seuil de discrimination en énergie de l'échelle et calculer ainsi la correction d'efficacité. La figure 12 représente le schéma du dispositif de mesure. Une série de huit mesures échelonnées sur un mois a montré que l'activité relative de la solution est obtenue à  $\pm 0,1$  %.

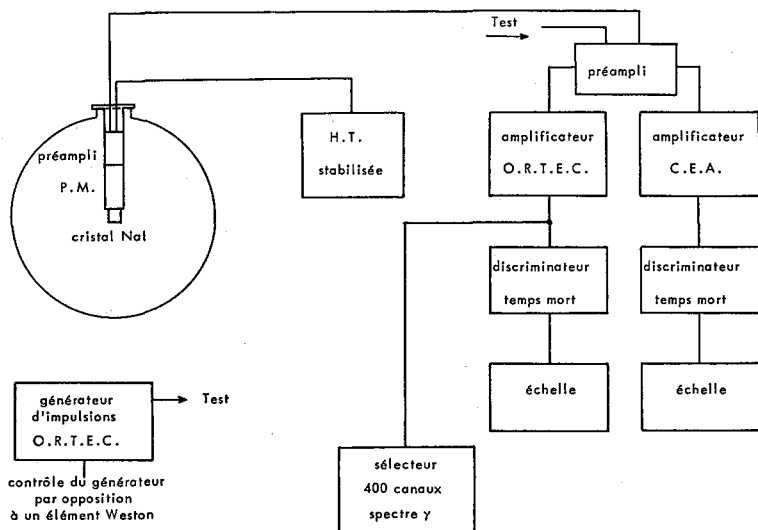


Fig. 12. — Schéma de principe du dispositif de comptage de l'activité gamma des solutions de  $\text{MnSO}_4$  irradiées.

La mesure absolue de l'efficacité du détecteur, par comptage d'une solution de  $^{56}\text{Mn}$  de forte activité étalonée, a bénéficié des améliorations apportées par le groupe de radioactivité dans l'étalonnage des solutions par la méthode de comptage des sources en coïncidence  $4\pi\beta - \gamma$ .

L'état actuel de notre détermination du taux d'émission de la source Ra-Be ( $\alpha, n$ ) du B.I.P.M. et l'analyse des résultats obtenus par les laboratoires qui ont participé à la mesure de la source Ra-Be ( $\alpha, n$ ) du N.R.C. ont fait l'objet d'un rapport détaillé aux membres du Groupe de travail des mesures neutroniques. On estime que le taux d'émission d'une source Ra-Be ( $\alpha, n$ ) peut être déterminé à  $\pm 1$  %. Cependant, avant de comparer les résultats obtenus par différents laboratoires sur une même source, il convient de normaliser l'application des corrections des effets nucléaires secondaires d'après les résultats expérimentaux sur ces effets qui ont été discutés à la réunion du Groupe de travail.

#### Comparaison de sources de neutrons de même type

Cette comparaison s'effectue par activation d'un petit volume de sulfate de manganèse immergé au centre d'une cuve à eau de 1 m de côté. Ce dispositif, qui permet de réduire le temps d'activation et le temps de comptage, a servi à mettre au point la méthode de correction de l'efficacité du scintillateur indiquée dans le paragraphe précédent. Nous l'avons également utilisé pour déterminer l'auto-absorption des enveloppes externes de la source que nous utilisons.

### Mesure de la période du $^{56}\text{Mn}$

La décroissance  $\beta$  de sources de  $^{56}\text{Mn}$  a été suivie dans chacun des compteurs  $4\pi\beta$  du groupe de radioactivité pour déterminer la période du  $^{56}\text{Mn}$ . Les résultats des mesures ont été analysés par la méthode des moindres carrés. Nous trouvons  $T = 2,578 \text{ h} \pm 0,1 \%$ .

### Source de neutrons Ra-Be ( $\gamma, n$ ) du B.I.P.M.

Le dispositif de mesure du taux d'émission de cette source utilisant un bain de sulfate de manganèse contenu dans une sphère de 50 cm de diamètre est terminé; les mesures commenceront après l'emménagement dans les nouveaux laboratoires.

### Travaux en liaison avec des organismes internationaux et nationaux (J. Terrien, H. Moreau)

La coopération entre le Bureau International et les principales organisations internationales et françaises s'occupant d'unités de mesure et de normalisation est toujours aussi active. Une mention spéciale doit être faite pour les travaux du Comité E.1.1. de la Commission Internationale de l'Éclairage (C.I.E.) qui poursuit la préparation de la 3<sup>e</sup> édition du Vocabulaire international de l'Éclairage, édition qui sera commune à la C.I.E. et à la Commission Électrotechnique Internationale; une réunion du Comité E.1.1., dont j'assume la présidence avec comme secrétaire H. Moreau, a eu lieu à Paris en février 1964.

### Documentation (H. Moreau)

Parmi les diverses demandes d'information qui nous ont été adressées depuis octobre 1963 sur les unités de mesure en général, la fourniture d'étalons métriques et le Bureau International, on doit citer plus particulièrement les renseignements fournis aux pays suivants : République Populaire de Chine, République Démocratique Populaire de Corée, Pakistan, Cuba, Népal, Afghanistan, Malaysia.

### Publications du Bureau (H. Moreau)

Depuis octobre 1963, le Bureau a publié :

1<sup>o</sup> *Procès-Verbaux des séances du Comité International des Poids et Mesures*, tome 31 (52<sup>e</sup> session, octobre 1963).

2<sup>o</sup> *Comité Consultatif de Thermométrie*, 6<sup>e</sup> session (septembre 1962), avec 36 annexes.

3<sup>o</sup> *Comité Consultatif pour la Définition du Mètre*, 3<sup>e</sup> session (octobre 1962), avec 26 annexes.

4<sup>o</sup> *Comité Consultatif pour les Étalons de Mesure des Radiations Ionisantes*, 4<sup>e</sup> session (mai 1963), avec 7 annexes dont cinq contiennent les résultats des comparaisons internationales des radionucléides  $^{32}\text{P}$ ,  $^{131}\text{I}$ ,  $^{60}\text{Co}$ ,  $^{198}\text{Au}$ ,  $^{204}\text{Tl}$ .

5<sup>o</sup> « La mesure des fils géodésiques au Bureau International », par A. Bonhoure (1963); cette étude constitue le fascicule 2 du tome 22 des *Travaux et Mémoires du B.I.P.M.*

Deux autres Comités Consultatifs : Électricité (mai 1963) et Définition de la Seconde (décembre 1963) sont en cours d'impression.

Je dois signaler que devant l'impossibilité pour notre imprimeur habituel d'assurer des délais de publication raisonnables, nous avons été amenés en novembre 1963 à confier une grande partie de nos travaux d'impression à un autre imprimeur (Imprimerie Durand à Luisant-Chartres), ce qui nous a permis, ainsi que le montre la liste ci-dessus, de combler le retard et d'accélérer la sortie de presse des travaux de nos divers Comités.

Afin de faciliter l'impression des tableaux de plus en plus nombreux qui accompagnent les annexes des divers Comités, l'ancien format de nos publications a été augmenté légèrement.

Ces publications constituent un travail important pour le Bureau et des dépenses croissantes. Le travail que nécessite la préparation des manuscrits n'a été malheureusement que faiblement diminué par la demande que nous avons faite aux auteurs

d'annexes en langues étrangères de nous fournir en même temps leurs traductions françaises.

De nouvelles demandes d'un service régulier de nos publications ont été reçues de plusieurs bibliothèques étrangères.

### Publications extérieures

TERRIEN (J.), MOREAU (H.), Rapport d'activité du Comité d'experts (E.1.1.), *Comm. Intern. Éclairage*, Compte rendu 15<sup>e</sup> session, Vienne, 1963, Vol. A, p. 41.

TERRIEN (J.), Les étalons de mesures physiques, *Mém. Soc. Ingrs. Civils France*, 116, N° 11, 1963, p. 17-32; *L'Usine Nouvelle*, N° de printemps, 1964, p. 15.

ROWLEY (W. R. C.) et HAMON (J.), Quelques mesures de dissymétrie de profils spectraux, *Rev. Opt.*, 42, N° 10, 1963, p. 519-531.

BONHOURE (A.), Le Kilogramme étalon, *Mesures*, 29, N° 5, 1964, p. 85-86; *Bull. Organ. Intern. Métrologie Légale*, juin 1964, N° 16, p. 46-50.

ALLISY (A.), Traduction en langue française du rapport « Grandeurs et unités de rayonnement » de la Commission Internationale des Unités et Mesures Radiologiques. Collection « Rapports techniques » N° 26, A.I.E.A., Vienne, 1964.

### Voyages et visites du personnel

La surveillance de la construction des nouveaux laboratoires et la préparation de la Douzième Conférence Générale ont contribué à me retenir au Bureau. Il m'a pourtant paru nécessaire d'assister à deux réunions internationales. La première (28-30 novembre 1963) groupait à Londres, sous la présidence de Mr de Boer, un petit nombre de représentants de plusieurs organisations internationales, afin que soit obtenu un accord sur des termes et des définitions intéressant le rayonnement et la photométrie. La seconde était la Douzième Assemblée Générale de l'Union Astronomique Internationale, tenue à Hambourg du 25 août au 3 septembre 1964, où j'ai participé aux discussions sur les données spectroscopiques fondamentales (Commission 14), et sur l'unité de temps, les étalons atomiques de fréquence, et la diffusion radioélectrique du temps et des fréquences (Commissions 19 et 31).

A. Allisy a assisté à la réunion de la Commission principale I.C.R.U. à Rome du 28 octobre au 1<sup>er</sup> novembre 1963, et à la réunion organisée par la Hospital Physicist Association au National Physical Laboratory, Teddington, sur les méthodes de mesure de rayons X dans le domaine des énergies moyennes.

J. C. Roy et A. Rytz sont allés en octobre 1963 à la Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Braunschweig, pour préparer la comparaison internationale du  $^{90}\text{Sr} + ^{90}\text{Y}$ .

A. Rytz a pris part, du 28 au 31 octobre 1963, à une conférence sur la normalisation des mesures d'activité à faible niveau, organisée par l'Agence Internationale de l'Énergie Atomique à Vienne, et a fait un exposé sur nos comparaisons internationales.

J. Hamon a effectué un stage de deux mois (avril et mai 1964) à la Standards Division du National Physical Laboratory, Teddington, qui lui a permis de se familiariser avec des techniques et des méthodes différentes de celles utilisées au Bureau International, particulièrement en ce qui concerne l'étude des radiations monochromatiques et des lasers.

P. Carré a assisté les 23 et 24 avril 1964, à Teddington, à une conférence sur les utilisations scientifiques et industrielles des lasers.

Il a également représenté le Bureau International au Congrès International de Chronométrie, à Lausanne, du 8 au 12 juin 1964. Il a profité de ce voyage en Suisse pour visiter à Neuchâtel le Laboratoire Suisse de Recherches Horlogères et l'Observatoire Cantonal et pour passer à Genève où il a eu un intéressant échange de vues avec les représentants de la Société Genevoise sur notre comparateur photoélectrique.

A. Allisy a pris part à la réunion organisée à Vienne du 13 au 17 juillet 1964 par l'Agence Internationale de l'Énergie Atomique sur la dosimétrie en pile. Il a exposé à cette occasion les activités du Bureau International dans le domaine des radiations ionisantes.

### Visites et stages au Bureau

Durant le mois de septembre 1963, Mr J. Ruiz Gonzalvo, jeune licencié-ès-sciences de nationalité espagnole, a effectué un stage au Bureau International dans la section d'électricité.

1963 (suite)

N°

37.	Fil de 50 m, N° 39 (addition) .....	Service topographique du Maroc, Rabat.
38.	Fil de 8 m, N° 609 (addition) .....	Id.
39.	Ruban de 4 m en invar, N° 693 A5 (addition).	Id.
40.	Ruban de 4 m en invar, 139 RI N° 63 .....	Id.
41.	Ruban de 4 m en invar, N° 2109 T8 .....	Id.
42.	Ruban de 4 m en invar, N° 2109 T9 .....	Id.
43.	Quatre éléments Weston, N°s 378 257 A et B, 378 322 et 378 351 (addition) .....	Société Anonyme Belge de Construc- tions Aéronautiques, Bruxelles.
44.	Etalon de 1 ohm, N° 134 900 MF 01 (addition).	Id.
45.	Etalon de 1 ohm, N° 1 617 922 .....	Id.
46.	Etalon de 1 ohm, N° L-318 166 .....	Office National des Mesures, Budapest.
47.	Etalon de 0,1 ohm, N° L-311 789 .....	Id.
48.	Deux éléments Weston, N° 347 902 A et B ...	Id.
49.	Deux éléments Weston, N° 306 742 A et B (addition) .....	Id.

1964

1.	Fil de 24 m, N° 523 .....	Etablissements Herlicq et Fils, Paris.
2.	Fil de 24 m, N° 524 .....	Société Ardic, Abidjan.
3.	Onze calibres-étalons de 20, 25, 30, 40, 50, 60, 70, 75, 80, 90 et 100 mm .....	Urad pro Normalizaci, Praha.
4.	Trois calibres-étalons de 24, 50 et 100 mm .	Laboratoire National d'Essais, Paris.
5.	Quatre thermomètres Tonnelot, N°s 4252, 4362, 4743, Baudin, N° 14674 .....	National Physical Laboratory of Metrology, Cairo.
6.	Quatre masses en Nicral D de 500, 100, 10, 1 g .....	Jugolaboratorija, Belgrade.
7.	Deux calibres-étalons de 24,5 et 50 mm ....	Société Anonyme A. Citroën, Paris.
8.	Fil de 24 m, N° 8512 (addition) .....	Société Française de Stéréotop- graphie, Paris.
9.	Fil de 24 m, N° 1321 (addition) .....	Id.
10.	Fil de 25 m, N° 10 055 (addition) .....	Id.
11.	Fil de 25 m, N° 10 056 .....	Id.
12.	Trois étalons d'intensité lumineuse N°s C11, 25, 34 (Tc 2042 °K) (addition) ...	Office National des Mesures, Budapest.
13.	Fil de 24 m, N° 522 .....	Etablissements Herlicq et Fils, Paris.
14.	Fil de 8 m, N° 562 .....	Id.

1964 (suite)

N°		
15.	Kilogramme prototype N° 44 (addition) .....	Australie.
16.	Kilogramme prototype N° 48 (addition) .....	Danemark.
17.	Kilogramme prototype N° 49 (addition) .....	Autriche.
18.	Fil de 24 m, N° 1207 (addition) .....	Société Française de Stéréotopographie, Paris.
19.	Fil de 24 m, N° 1314 (addition) .....	Id.
20.	Deux fils de 24 m, N°s 1290 et 1291 (addition) .....	Service du Cadastre, Saint-Germain-en-Laye.
21.	Deux fils de 24 m, N°s 1292 et 1293 (addition) .....	Id.
22.	Deux fils de 20 m, N°s 1365 et 1366 (addition) .....	Id.
23.	Quatre fils Askania de 24 m, N°s 577, 578, 579, 580 .....	Institut Géographique Militaire, Bruxelles.
24.	Deux étalons de 0,1 ohm, N°s 138 783 et 696 249 .....	Institut de Normalisation, Mesures et Appareils de Mesure, Sofia.
25.	Deux étalons de 1 ohm, N°s 801 885 et 801 887 .....	Id.
26.	Deux étalons de 10 ohms, N°s 1 005 801 et 1 005 802 .....	Id.
27.	Deux étalons de 100 ohms, N°s 924 714 et 1 005 814 .....	Id.
28.	Sept étalons d'intensité lumineuse, N°s 106, 109, 111 (Tc 2042 °K) et N°s 201, 203, 205, 207 (Tc 2353 °K) (addition) .....	Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen, Wien.
29.	Quatre étalons d'intensité lumineuse, N°s 701 à 704 (Tc 2864 °K) .....	Id.
30.	Huit étalons de flux lumineux, N°s 301 à 304 (Tc 2353 °K) et N°s 406, 407, 410, 412 (Tc 2788 °K) (addition) .....	Id.
31.	Un double décimètre en verre, N° 711 .....	Carl Zeiss, Oberkochen.
32.	Un double décimètre en verre, N° 712 .....	Id.
33.	Trois étalons de 1 ohm, N°s 1 605 540, 1 605 547 et 1 609 138 .....	Manufacture Belge de Lampes et de Matériel Electronique, Bruxelles.
34.	Deux étalons de 0,1 ohm, N°s 1 606 579 et 1 606 590 .....	Id.
35.	Quatre éléments Weston, N°s 1 à 4 .....	Id.
36.	Etalon de 1000 ohms, N° 1798 .....	Bureau National des Poids et Mesures de Chine, Pékin.
37.	Etalon de 10 000 ohms, N° 1369 .....	Id.
38.	Etalon de 100 000 ohms, N° 617 .....	Id.
39.	Kilogramme prototype N° 58 .....	République Arabe Unie.

1964 (suite)

N°

- |     |  |                              |
|-----|--|------------------------------|
| 40. | Kilogramme en acier inoxydable, N° 62 .....  | Afghanistan.                 |
| 41. | Séries de masses en baros de 500 g à 1 g ... | Urad pro Normalizaci, Praha. |

NOTES D'ÉTUDE

1964

- |    |  |   |
|----|--|---|
| 1. | Quatre rubans de 18 m en acier inoxydable,<br>Nos 3, 4, 5 et 6 ..... | Etablissements H. Morin-Secrétan,<br>Paris.         |
| 2. | Trois rubans en invar, Nos 077, 078 et 079..                         | Société Française de Stéréotopogra-<br>phie, Paris. |



#### IV. — COMPTES

Les tableaux suivants sont la reproduction des tableaux qui figurent dans le « Rapport Annuel sur la situation administrative et financière du Bureau International des Poids et Mesures » relatif à l'exercice 1963.

#### Compte I. — Fonds ordinaires

RECETTES	
	francs-or
Actif au 1 <sup>er</sup> janvier 1963.....	140 146,31
Recettes de l'exercice.....	1 091 610,60
Total.....	<u>1 231 756,91</u>

DÉPENSES	
	francs-or
Dépenses de fonctionnement.....	861 059,94
Différences de change.....	7 682,32
ACTIF AU 31 DÉCEMBRE 1963.....	363 014,65
Total.....	<u>1 231 756,91</u>

DÉTAIL DES RECETTES	
	francs-or
Versements de contributions :	
au titre de l'exercice 1963.....	793 710,00
au titre des exercices antérieurs.....	82 166,00
au titre de l'exercice 1964.....	197 625,00
	} 1 073 501,00
Intérêts des fonds.....	11 335,57
Taxes de vérification.....	5 439,73
Recettes diverses.....	1 334,30
Total.....	<u>1 091 610,60</u>

DÉTAIL DES DÉPENSES

Chapitres	Dépenses de l'exercice	Prévisions budgétaires	Économies	Dépassements
	francs-or	francs-or	francs-or	francs-or
<i>A. Dépenses de personnel :</i>				
1. Traitements.....	473 017,41	500 000	26 982,59	—
2. Allocations familiales .....	41 090,18	40 000	—	1 090,18
3. Sécurité sociale .....	6 309,83	7 000	690,17	—
4. Assurance-accidents.....	2 510,23	3 000	489,77	—
5. Caisse de Retraites.....	40 000	40 000	—	—
<i>B. Dépenses d'exploitation :</i>				
1. Bâtiments (entretien).....	68 351,70	60 000	—	8 351,70
2. Mobilier.....	5 674,53	5 000	—	674,53
3. Laboratoire et atelier.....	61 486,21	70 000	8 513,79	—
4. Chauffage, éclairage, force motrice...	14 092,13	20 000	5 907,87	—
5. Assurances.....	2 408,65	3 000	591,35	—
6. Impressions et publications.....	20 847,20	15 000	—	5 847,20
7. Frais de bureau.....	17 610,21	16 000	—	1 610,21
8. Voyages.....	9 503,99	5 000	—	4 503,99
9. Bureau du Comité.....	6 000	9 000	3 000	—
<i>C. Dépenses d'investissement :</i>				
1. Laboratoire.....	71 351,98	80 000	8 648,02	—
2. Atelier.....	0	0	—	—
3. Bibliothèque.....	6 202,64	6 000	—	202,64
<i>D. Frais divers et imprévus :</i>				
	14 603,05	44 000	29 396,95	—
Totaux.....	861 059,94	923 000	84 220,51	22 280,45

**Compte II. — Caisse de Retraites**

RECETTES

Actif au 1 <sup>er</sup> janvier 1963.....	francs-or 76 863,12
Intérêts des fonds.....	1 776,91
Retenues sur les traitements.....	21 054,62
Virement du Compte I.....	40 000,00
<b>Total.....</b>	<b>139 694,65</b>

DÉPENSES

Pensions servies.....	francs-or 50 753,08
Remboursement des retenues d'un fonctionnaire démissionnaire...	676,47
<b>ACTIF AU 31 DÉCEMBRE 1963.....</b>	<b>88 265,10</b>
<b>Total.....</b>	<b>139 694,65</b>

**Compte III. — Fonds spécial pour l'amélioration du matériel scientifique**

RECETTES		francs-or
Actif au 1 <sup>er</sup> janvier 1963.....		22 423,33
Contribution d'entrée de la République Arabe Unie.....		4 500,00
Total.....		<u>26 923,33</u>
DÉPENSES		francs-or
Acquisition de matériel scientifique.....		26 719,74
ACTIF AU 31 DÉCEMBRE 1963.....		203,59
Total.....		<u>26 923,33</u>

**Compte IV. — Laboratoire pour les radiations ionisantes**

RECETTES		francs-or
Actif au 1 <sup>er</sup> janvier 1963.....		616 881,83
Recettes de l'exercice.....		885 328,62
Total.....		<u>1 502 210,45</u>
DÉPENSES		francs-or
Dépenses de l'exercice.....		909 577,82
ACTIF AU 31 DÉCEMBRE 1963.....		592 632,63
Total.....		<u>1 502 210,45</u>

DÉTAIL DES RECETTES

		francs-or
Versements de contributions :		
au titre de l'exercice 1962.....	218 160,00	} 864 720,00
au titre de l'exercice 1963.....	646 560,00	
Intérêts des fonds.....		20 608,62
Total.....		<u>885 328,62</u>

DÉTAIL DES DÉPENSES

		francs-or
Bâtiments.....		703 693,34
Équipement scientifique.....		205 884,48
Total.....		<u>909 577,82</u>

## Bilan

AU 31 DÉCEMBRE 1963

	francs-or
Compte I « Fonds ordinaires ».....	363 014,65
Compte II « Caisse de Retraites ».....	88 265,10
Compte III « Fonds spécial pour l'amélioration du matériel scientifique ».....	203,59
Compte IV « Laboratoire pour les radiations ionisantes ».....	592 632,63
<b>ACTIF NET</b> .....	<u>1 044 115,97</u>

Cet actif se décompose comme suit :

*a.* Les fonds déposés en banque :

	francs-or
1 <sup>o</sup> En monnaie française.....	75 277,70
2 <sup>o</sup> En monnaie américaine U.S.A.....	687 314,08
3 <sup>o</sup> En monnaie suisse.....	262 246,94
4 <sup>o</sup> En monnaie britannique.....	21 396,64

<i>b.</i> Les espèces en caisse.....	7 866,74
<b>Total</b> .....	<u>1 054 102,10</u>

*A déduire :*

Provision pour remboursements aux États.....	7 500,00	}	9 986,13
Créditeurs divers.....	2 486,13		
<b>ACTIF NET</b> .....			<u>1 044 115,97</u>

---

# TROISIÈME RAPPORT

DU

COMITÉ CONSULTATIF  
POUR LA DÉFINITION DE LA SECONDE

AU

COMITÉ INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES

par B. DECAUX, Rapporteur

---

Le Comité Consultatif pour la Définition de la Seconde s'est réuni pour sa troisième session au Bureau International des Poids et Mesures, à Sèvres, où il a tenu trois séances les mardi 3, mercredi 4 et jeudi 5 décembre 1963 (1).

Étaient présents : Mr H. BARRELL, président par intérim.

Les délégués des laboratoires et organisations membres :

Physikalisch-Technische Bundesanstalt [P.T.B.], Braunschweig  
(U. ADELSBERGER, G. BECKER).

National Bureau of Standards [N.B.S.], Boulder (J. M. RICHARDSON,  
R. C. MOCKLER).

Conseil National de Recherches [N.R.C.], Ottawa (J. T. HENDER-  
SON).

Centre National d'Études des Télécommunications [C.N.E.T.],  
Bagneux (B. DECAUX).

Laboratoire de l'Horloge Atomique du Centre National de la  
Recherche Scientifique, Besançon (A. KASTLER).

Istituto Elettrotecnico Nazionale Galileo Ferraris [I.E.N.], Torino  
(M. BOELLA).

National Research Laboratory of Metrology [N.R.L.M.], Tokyo  
(T. TAKO).

---

(1) Les Annexes mentionnées dans ce rapport, ainsi que les autres communications présentées à cette session, sont publiées dans *Comité Consultatif pour la Définition de la Seconde*, 3<sup>e</sup> session, 1963.

National Physical Laboratory [N.P.L.], Teddington (L. ESSEN).  
Laboratoire Suisse de Recherches Horlogères [L.S.R.H.], Neuchâtel  
(P. KARTASCHOFF).

Institut des Mesures Physicotechniques et Radiotechniques de  
l'U.R.S.S. [I.M.P.R.], Moscou (V. SATCHKOV, A. OBOUKHOV).

Radio Research Laboratories, Tokyo (H. UYEDA).

Union Astronomique Internationale (W. MARKOWITZ, N. STOYKO).

Bureau International de l'Heure, Paris (N. STOYKO).

Astronomisches Rechen-Institut, Heidelberg (T. LEDERLE).

U.S. Naval Observatory, Washington (W. MARKOWITZ).

Observatoire Astronomique de Tokyo, Mitaka (H. HIROSE).

Nautical Almanac Office, Hailsham (D. H. SADLER).

Instituto y Observatorio de Marina, San Fernando (A. ORTE).

Bureau des Longitudes, Paris (P. TARDI).

Observatoire de Neuchâtel, Neuchâtel (J. BONANOMI).

Les membres nominativement désignés :

L. RANDIC (Faculté de Zagreb); F. ZAGAR (Observatoire Astronomique de Milan).

Le directeur du Bureau International [B.I.P.M.] (J. TERRIEN).

Invité : N. F. RAMSEY (Harvard University, Cambridge).

Empêché : Deutsches Amt für Messwesen und Warenprüfung  
[D.A.M.W.], Berlin (W. KEMNITZ).

Mr Danjon, actuellement souffrant, n'ayant pu assurer la présidence de cette session, le Comité International des Poids et Mesures a demandé à l'un de ses membres, Mr Barrell, de bien vouloir accepter la présidence par intérim. Le Comité Consultatif exprime à Mr Danjon ses souhaits sincères de rétablissement.

A l'ouverture de la session, Mr VIEWEG, Président du Comité International des Poids et Mesures, qui assiste à la première séance, souligne l'importance des problèmes étudiés par le Comité Consultatif et exprime l'espoir que les discussions pourront aboutir à de fructueuses décisions.

L'ordre du jour proposé par le Président est adopté.

Mr Decaux est désigné comme Rapporteur, assisté de Mr Carré (Bureau International) comme Secrétaire.

**Compte rendu des expériences effectuées sur les étalons atomiques  
et comparaisons d'étalons dans un même laboratoire  
et par radiotransmissions**

(Annexes 1, 2, 3, 4, 8, 10, 11)

Les délégués commentent les travaux effectués depuis la dernière session (1961) et ajoutent diverses considérations sur l'état actuel des recherches.

*National Physical Laboratory (Royaume-Uni), (Annexe 1).*

D'après l'expérience acquise au N.P.L., les appareils à jet de césium présentent un léger avantage sur ceux à jet de thallium, en particulier en raison de leur fréquence plus basse. Mr ESSEN signale que le long tube à césium du N.P.L. (qui sert de base à toutes les émissions étalons du Royaume-Uni) possède une stabilité et une reproductibilité de l'ordre de  $1 \times 10^{-11}$ . Il permet de définir la raie de résonance à  $2$  ou  $3 \times 10^{-11}$  près, et c'est avec une précision de cet ordre que peut être évalué l'accord entre plusieurs étalons du même type réalisés indépendamment dans divers laboratoires.

Si la seconde était définie par rapport à cette transition, il serait facile ultérieurement de lui raccorder une définition basée sur une autre transition. On peut espérer que la reproductibilité du maser à hydrogène atomique atteindra  $1 \times 10^{-12}$ , celle du maser à ammoniac étant d'environ  $1 \times 10^{-10}$ .

*U.S. Naval Observatory (États-Unis), (Annexe 2).*

Les masers à hydrogène atomique, étudiés par paires dans divers laboratoires, ont montré une stabilité relative de l'ordre de  $1 \times 10^{-12}$  qui pourrait être portée ultérieurement à  $10^{-13}$ . La valeur de leur fréquence a été déterminée par rapport au système de fréquence du Naval Observatory avec une erreur probable de  $\pm 0,005$  Hz.

Mr MARKOWITZ rappelle que les premières comparaisons d'étalons atomiques au moyen des émissions sur ondes myriamétriques, effectuées par J. A. Pierce, L. Essen et leurs collaborateurs, avaient une erreur probable de  $10^{-10}$ ; les mesures actuelles sont précises à quelques  $10^{-11}$  près. Un émetteur tel que Panama NBA présente une stabilité sur plusieurs semaines de l'ordre de  $1 \times 10^{-11}$ , et les mesures effectuées sur des intervalles de 24 heures dans huit laboratoires permettent des comparaisons à  $1 \times 10^{-11}$  près.

Le système de radionavigation Loran C, dont la station maîtresse est pilotée par un étalon à rubidium, permet de comparer des fréquences à  $1 \times 10^{-12}$  en 24 heures. Sa stabilité sur deux semaines atteint quelques  $10^{-12}$  soit, en temps, quelques microsecondes.

Les comparaisons effectuées ont montré que pendant l'année 1963 les trois étalons du N.P.L., du N.B.S. et du L.S.R.H. ont généralement été en bon accord entre eux. Au cours de certains mois des écarts dépassant  $5 \times 10^{-11}$  se sont manifestés. Les Atomichrons présentent souvent des écarts systématiques.

*Union Radioscientifique Internationale, (Annexe 3).*

Mr ADELSBERGER souligne que ce document ne fournit pas de renseignements particuliers. Constatant que les étalons atomiques peuvent définir une unité de temps avec une précision de l'ordre de  $10^{-11}$ , l'U.R.S.I. insiste fortement sur l'utilité d'adopter une telle définition.

*Varian-Bomac Laboratories (États-Unis), (Annexe 4).*

Des comparaisons ont été poursuivies sur une paire de masers à hydrogène atomique durant 69 jours, par enregistrement continu des battements avec une mesure toutes les heures. Un écart maximal de  $2,5 \times 10^{-12}$  a été constaté, lié à des influences magnétiques accidentelles. Des fluctuations ont été également attribuées à des variations de la température ambiante. Dans l'ensemble, les écarts n'ont pas dépassé  $1 \times 10^{-12}$  et, pendant 45 jours, l'écart quadratique moyen atteignit à peine  $5 \times 10^{-13}$ .

*Harvard University (États-Unis), (Annexe 8).*

Ce document concerne également le maser à hydrogène atomique.

Mr RAMSEY commente les Annexes 4 et 8 et rend compte des plus récents résultats obtenus. Il souligne d'abord que l'appareil a l'avantage d'être un générateur et non un résonateur; sa très faible puissance ( $10^{-12}$  W) n'est pas un inconvénient grave. Les diverses causes d'erreurs dans la détermination de la raie sont les suivantes :

1. Valeur du champ magnétique. Le déplacement pour un champ de  $100 \mu\text{Oe}$  <sup>(1)</sup> est de l'ordre de  $10^{-10}$ , mais il peut être évalué à mieux que 1 % près.

2. L'effet Doppler du second ordre est d'environ  $4 \times 10^{-11}$ ; il peut être calculé à 1 % près.

3. Déplacement dû à l'effet des parois du ballon (où les atomes demeurent de 1 à 3 secondes): environ  $2 \times 10^{-11}$ . On peut aussi le déterminer à 1 % près en étudiant la variation de fréquence en fonction du diamètre du ballon. Des revêtements plus favorables sont à l'essai.

4. Entraînement de fréquence dû au désaccord de la cavité. Cet entraînement, pour un désaccord donné, est proportionnel à la largeur de la raie, elle-même fonction du flux du jet d'atomes. On règle l'accord à la valeur pour laquelle la fréquence devient indépendante de ce flux; on peut apprécier ainsi  $2$  à  $3 \times 10^{-13}$ . Lorsque la cavité est mal réglée, la température influe sur la fréquence.

En résumé, on peut corriger les diverses causes de variation à 5 ou  $10 \times 10^{-13}$  près. Il a été possible de régler indépendamment deux masers à hydrogène de telle manière que leurs fréquences coïncident à  $10^{-12}$  près. On peut espérer que prochainement (peut-être dans un ou deux ans) cette incertitude sera repoussée à  $10^{-13}$ ; les méthodes permettant cette amélioration sont déjà connues.

On peut espérer un fonctionnement continu de 3 à 5 ans avec des systèmes de maintien du vide simplifiés.

---

(1)  $1 \text{ Oe} = \frac{1}{4\pi} \times 10^3 \text{ A/m}$ .



*National Bureau of Standards (États-Unis); (Annexe 10).*

Chacun des deux étalons à jet de césium du N.B.S. est stable à  $1 \times 10^{-11}$  près; l'écart entre les deux s'est maintenu inférieur à  $1,6 \times 10^{-11}$  au cours des trois dernières années, malgré de nombreux travaux effectués sur les appareils et l'emploi de servo-mécanismes. L'influence du champ magnétique transversal a pu être ramenée de  $5 \times 10^{-12}$  à  $2 \times 10^{-13}$ . Un étalon à thallium a fourni une précision de  $2 \times 10^{-11}$ ; celle-ci pourrait être prochainement portée à 1 ou  $2 \times 10^{-12}$ .

Mr RICHARDSON expose les résultats statistiques de comparaisons à distance, portant sur une période de 18 mois, entre les étalons des divers laboratoires. L'analyse statistique a séparé la variance due aux étalons atomiques de celle due aux autres sources, avec une sensibilité de mesure de quelques  $10^{-11}$  peut-être. Chacun des huit étalons concordait avec leur moyenne générale à mieux que  $2 \times 10^{-10}$  pour la période de 18 mois et les trois étalons du type laboratoire à mieux que  $1 \times 10^{-10}$ . Il y eut, d'année en année, une amélioration progressive.

*Laboratoire Suisse de Recherches Horlogères et Observatoire de Neuchâtel (Suisse), (Annexe 11).*

La précision du résonateur à césium du L.S.R.H. a été améliorée et poussée jusqu'à environ  $5 \times 10^{-12}$ , en particulier grâce à l'inversion des cavités résonnantes.

Des études sont en cours sur un maser à hydrogène atomique.

Le résonateur à thallium de l'Observatoire de Neuchâtel a présenté un écart d'environ  $6 \times 10^{-11}$ ; les améliorations, en particulier dans le système magnétique, laissent espérer une précision de  $10^{-12}$ .

Dans les comparaisons d'étalons au moyen des émissions en ondes myriamétriques, il serait possible d'éliminer les irrégularités dues aux appareillages et à la propagation (erreurs sur la phase de 2 à 3  $\mu$ s), en opérant sur des intervalles de plus de 24 heures. La comparaison au moyen des signaux horaires fournit d'excellents résultats sur de longs intervalles.

### Comparaison des échelles atomiques de temps

(*Annexes 3, 6, 10, 11*)

L'exposé ci-dessous comprend, comme le précédent, à la fois le résumé des documents présentés et le compte rendu des exposés oraux.

*Union Radioscientifique Internationale, (Annexe 3).*

L'U.R.S.I. recommande d'établir des échelles atomiques nationales de temps, de les comparer pour relier leurs origines entre elles, et de poursuivre la surveillance de leurs écarts résiduels.

*Bureau International de l'Heure, (Annexe 6).*

Mr STOYKO commente les résultats obtenus au B.I.H. sur l'intégration du temps atomique depuis 1955. Depuis 1958 l'intégration est plus sûre, parce que les étalons utilisés sont plus nombreux (8 ou 9); la précision s'améliore progressivement. Les origines d'intégration diffèrent légèrement d'un Observatoire à l'autre, en raison des différences de détermination de l'heure. En comparant les échelles atomiques de temps, on constate entre les résultats de Greenwich, de Washington et du B.I.H. des différences systématiques de 1 à 3 ms, soit 0,6 à  $2 \times 10^{-11}$  sur la fréquence, pour un intervalle de cinq années. En 1963 les échelles du N.P.L., du N.B.S. et du L.S.R.H. sont restées pratiquement en accord.

Mr ESSEN remarque que la précision sur le temps atomique intégré est meilleure que celle avec laquelle on peut se référer individuellement à la raie du césium.

*National Bureau of Standards (États-Unis), (Annexe 10).*

La comparaison des échelles de temps atomique intégré à Boulder et à Neuchâtel a montré que sur une période de dix-huit mois le taux de divergence a été environ  $1 \times 10^{-11}$ , correspondant à un écart de fréquence de même valeur. La précision de mesure des signaux horaires utilisés était plus que suffisante pour permettre une telle comparaison.

*Laboratoire Suisse de Recherches Horlogères, (Annexe 11).*

Le temps atomique a pu être conservé avec une grande sécurité depuis six ans; l'écart maximal a été de 9 ms. La précision des échelles atomiques de temps est ainsi meilleure que celle des échelles astronomiques.

**Détermination de la seconde de temps des éphémérides**

Mr SALDER expose les difficultés de ces déterminations, déduites de l'observation des mouvements de la Lune par rapport aux étoiles. En réalité on n'observe pas le centre de gravité de la Lune, mais son limbe dont les irrégularités introduisent des erreurs. Les études faites à ce sujet au Naval Observatory de Washington ont été mises en application avec succès au Royal Observatory de Hertsmonceux; l'erreur quadratique moyenne a été déterminée, mais les erreurs systématiques n'ont pas encore été analysées. Les astronomes travaillent sur des intervalles de temps considérablement plus longs que ceux des physiciens et les progrès sont plus lents. Il faudra encore plusieurs années avant de bénéficier des améliorations en cours. Mr MARKOWITZ souligne qu'en 1958 l'incertitude sur la détermination du Temps des Éphémérides était de l'ordre de  $3 \times 10^{-9}$  et que, dans quelques années, elle pourrait être ramenée à  $1 \times 10^{-9}$ .

### Conditions générales d'un changement de définition de la seconde

(Annexes 1, 2, 3, 5, 9, 10, 11)

Les discussions portent sur le principe même d'un changement de définition et sur les modalités pratiques d'un tel changement.

L'Annexe 5 du Bureau des Longitudes (France), commentée par Mr TARDI, souligne ces divers aspects, sans aborder toutefois le choix de telle ou telle transition. Le principe d'une nouvelle définition de la seconde est favorablement envisagé, mais on devrait au préalable faire une étude approfondie de l'influence des divers paramètres extérieurs sur la fréquence obtenue pratiquement dans un étalon atomique, et les comparaisons directes des différents étalons. De plus, il semblerait prudent de n'adopter une transition que si elle permet d'espérer une précision de l'ordre de  $10^{-11}$ . Les physiciens s'intéressent aux intervalles de temps. Les astronomes s'intéressent aux dates ou époques; ils seront heureux de bénéficier des progrès acquis dans la conservation du temps, mais ne pourront se contenter du seul temps atomique intégré. Le Temps des Éphémérides devrait être conservé concurremment, les deux systèmes de temps devant être comparés sans discontinuer. Si les physiciens et les astronomes perfectionnent respectivement leurs déterminations et leurs comparaisons, on aura un remarquable moyen de vérifier si la constante de la gravitation et celle de Planck conservent leurs valeurs.

La discussion met en évidence l'importance attachée par les astronomes à la notion d'époque et ses relations avec l'unité d'intervalle de temps. Il est facile de mesurer des différences d'époques, mais les astronomes étudient des intervalles énormément plus longs que ceux des physiciens. Depuis cinq ans, on a choisi implicitement une époque origine pour l'intégration du temps atomique, mais elle n'a pas fait l'objet d'une définition officielle; certains délégués pensent qu'il faudrait le faire, d'autres estiment que la définition de la seconde ne doit pas affecter le choix d'une époque.

Mr le PRÉSIDENT, rappelant la Résolution 10 de la Onzième Conférence Générale des Poids et Mesures, souligne que la Douzième Conférence Générale se réunira en 1964 et non en 1966. Il est probable que la réunion suivante se tiendra en 1968. Il semble évident que tout le monde est d'accord sur le principe d'une définition atomique de la seconde, qui d'ailleurs est utilisée officieusement depuis plusieurs années. Le problème pratique posé au Comité Consultatif est donc le suivant: le Comité peut-il dès maintenant proposer une nouvelle définition officielle et précise, ou bien vaut-il mieux attendre le développement des recherches en cours? D'autre part, faut-il abroger entièrement la définition actuelle basée sur le Temps des Éphémérides, ou bien les astronomes peuvent-ils continuer à l'utiliser?

Ces deux questions font alors l'objet d'une longue discussion au cours de laquelle sont exposés les principaux arguments pour ou contre l'adoption immédiate d'une nouvelle définition. On peut les résumer comme suit :

1. *Arguments pour une adoption immédiate.*

a. La différence de précision entre la détermination astronomique et la détermination atomique d'une unité d'intervalle de temps est énorme et ira en s'accroissant. En dehors des astronomes, les utilisateurs ne peuvent disposer de la seconde de T.E. que par l'intermédiaire d'étalons atomiques qui seuls leur sont accessibles. Ces étalons atomiques sont déjà d'un usage courant. Les physiciens ne peuvent donc continuer à se contenter de la définition actuelle; de plus les astronomes bénéficieraient de la précision d'une nouvelle définition.

b. Les progrès acquis dans la mise en œuvre de l'étalon à césium sont tels qu'il est possible de rendre officiel son emploi actuel, admis officieusement mais en réalité illégal.

c. Lorsqu'une nouvelle transition meilleure sera susceptible d'être choisie, le rapport entre sa fréquence et celle du césium sera facilement déterminé, et le changement n'offrira aucune difficulté.

d. Si on attend des améliorations des étalons, il s'en produira toujours de nouvelles, la décision sera retardée indéfiniment et l'on restera dans la même situation qu'après la session de 1961 de ce Comité Consultatif.

2. *Arguments contre une adoption immédiate.*

a. Il est illogique de choisir une transition en ce moment même où nos connaissances sur les étalons atomiques sont en pleine évolution. Il n'y a pas d'inconvénient à différer la décision de quelques années pour voir plus clairement quelle est la transition la meilleure pour servir de base à une nouvelle définition.

b. Si l'on adoptait une transition à titre provisoire, le changement ultérieur, que chacun admet comme pratiquement certain, aurait beaucoup d'inconvénients sur le plan pratique et légal comme l'a montré ce qui s'est passé pour l'utilisation de l'angström. De plus il est fâcheux de changer trop souvent de définition.

c. Le choix officiel, même provisoire, du césium risquerait de rendre plus difficile l'obtention de crédits de recherches pour les laboratoires qui se sont consacrés à l'étude du thallium ou de l'hydrogène.

D'autre part il est apparu, au cours de cette discussion, que la valeur 9 192 631 770 Hz attribuée au césium et universellement utilisée depuis plusieurs années doit être conservée dans le cas de l'adoption immédiate d'une nouvelle définition; dans le cas d'une adoption différée, la nouvelle définition, même fondée sur une autre transition, devra être en concor-

dance avec cette valeur, quel que soit le résultat des déterminations futures du temps des éphémérides.

Mr le PRÉSIDENT demande alors aux délégués d'indiquer leurs préférences. Sept sont favorables à une définition précise immédiate, douze étant d'avis d'attendre avant de choisir une transition. Cette consultation n'indiquant pas une tendance très nettement marquée, il est décidé de charger un groupe de travail, composé de MM. Decaux (président), Adelsberger, Bonanomi, Markowitz et Richardson assistés de Mr Terrien, de rédiger un projet de recommandation.

Après examen des divers aspects du problème, le groupe de travail trouve plus sage de présenter au Comité Consultatif deux projets de recommandation reflétant respectivement les deux tendances manifestées au cours de la discussion générale. Après un premier examen de ces projets par le Comité, diverses retouches leur sont apportées; finalement, les deux projets suivants sont soumis au choix du Comité.

#### *Projet A*

Le Comité Consultatif pour la Définition de la Seconde,

##### CONSIDÉRANT

le désir unanime d'une définition atomique de l'unité d'intervalle de temps;

les progrès rapides qui peuvent être obtenus à bref délai à la suite des études en cours sur les étalons atomiques ou moléculaires de fréquence utilisant par exemple le césium, l'hydrogène ou le thallium;

##### RECOMMANDE

1° que soit maintenue la définition de la seconde adoptée en 1956 par le Comité International des Poids et Mesures et ratifiée en 1960 par la Onzième Conférence Générale des Poids et Mesures, jusqu'à la mise au point des étalons atomiques ou moléculaires de fréquence en cours d'étude;

2° que les laboratoires nationaux et internationaux experts dans ce domaine poursuivent les études entreprises sur les étalons atomiques et moléculaires de fréquence en vue d'aboutir à une définition de l'unité d'intervalle de temps basée sur une transition entre deux niveaux d'énergie d'un atome ou d'une molécule;

3° que soit employée, à titre de référence de travail, la fréquence de la transition entre les niveaux hyperfins  $F = 4$ ,  $M_F = 0$  et  $F = 3$ ,  $M_F = 0$  de l'état fondamental  $^2S_{1/2}$  de l'atome de césium 133 non perturbé par des champs extérieurs, fixée provisoirement à 9 192 631 770 hertz.

#### *Projet B*

Le Comité Consultatif pour la Définition de la Seconde,

##### CONSIDÉRANT

le désir unanime d'une définition atomique de l'unité d'intervalle de temps;

les progrès acquis dans l'utilisation des étalons atomiques de fréquence à césium;

##### RECOMMANDE

1° que la seconde, unité de base du Système International d'Unités pour l'intervalle de temps, soit définie comme la durée d'un nombre spécifié de périodes d'une radiation correspondant à une transition spécifiée entre deux niveaux d'énergie d'un atome ou d'une molécule;

2° que, pour le moment, la seconde soit définie comme la durée de 9 192 631 770 périodes de la radiation correspondant à la transition entre les niveaux hyperfins  $F = 4$ ,  $M_F = 0$  et  $F = 3$ ,  $M_F = 0$  de l'état fondamental  $^2S_{1/2}$  de l'atome de césium 133 non perturbé par des champs extérieurs;

3° que la définition de la seconde adoptée en 1956 par le Comité International des Poids et Mesures et ratifiée en 1960 par la Onzième Conférence Générale des Poids et Mesures soit utilisée, sous l'appellation de seconde des éphémérides, seulement pour les besoins de la mécanique céleste, et abrogée pour les autres usages;

MAIS CONSIDÉRANT d'autre part

que des progrès rapides peuvent être obtenus à la suite des études en cours sur d'autres transitions atomiques et moléculaires, telles que celles de l'hydrogène et du thallium, et qu'il est facile de comparer leur fréquence avec une haute précision;

RECOMMANDE

1° que les laboratoires nationaux et internationaux experts dans ce domaine poursuivent les études entreprises sur les étalons atomiques et moléculaires de fréquence en vue d'améliorer la définition de l'unité d'intervalle de temps;

2° que le Comité International des Poids et Mesures demande à la Conférence Générale le pouvoir de remplacer dans la définition, avant la Treizième Conférence Générale des Poids et Mesures, la transition spécifiée du césium par une transition atomique ou moléculaire qu'il estimerait nettement préférable.

Dans une discussion engagée sur l'ensemble de ces deux projets certains délégués souhaitent que, lors du choix d'une transition autre que celle du césium, la valeur correspondante de la fréquence soit comprise à l'intérieur des limites d'incertitude de celle du césium, et ne conduise pas à changer la valeur attribuée à la fréquence du césium.

Un vote d'orientation sur le choix d'un des deux projets fournit les résultats suivants :

*Projet B* : 11 voix pour, 9 contre.

*Projet A* : 12 voix pour, 8 contre.

Mr le PRÉSIDENT remarque alors qu'aucun des projets ne paraît pouvoir recueillir, même après certaines modifications, une majorité suffisante. Il est donc demandé au groupe de travail de rédiger un troisième projet constituant un compromis entre les diverses opinions exprimées au cours des discussions.

Un examen de ce troisième projet montre l'utilité de quelques retouches, en particulier pour l'introduction de considérants figurant déjà dans les projets A et B, et pour l'indication que le choix d'une nouvelle transition conduise à une valeur en concordance avec celle qui est attribuée à la fréquence du césium.

Ce nouveau projet, soumis au vote, est adopté à l'unanimité moins deux voix et une abstention. (*Recommandation S1*).

Les deux délégués ayant voté contre donnent les raisons suivantes :

Mr MARKOWITZ estime que le maser à hydrogène sera probablement beaucoup plus précis que l'étalon à césium dans deux ou trois ans, que le texte adopté risque de retarder les études sur le maser à hydrogène, et qu'il sera en pratique difficile de changer la nouvelle définition.

Mr STOYKO n'est pas opposé au principe d'une définition atomique de l'unité de temps, qu'il utilise déjà en pratique, mais il estime qu'une adoption immédiate est prématurée.

En tant qu'invité, Mr RAMSEY a désiré s'abstenir.

Après ces explications, Mr HENDERSON, au nom des délégués, remercie Mr le Président pour son efficace direction des débats, qui ont enfin abouti à un résultat positif. Mr le PRÉSIDENT remercie le Comité Consultatif pour son travail si utile et pour la qualité des contributions et des discussions.

Avant de se séparer, le Comité Consultatif charge Mr Terrien d'apporter à la recommandation adoptée les légères retouches de détail nécessaires pour améliorer sa rédaction. Le texte définitif est reproduit ci-dessous.

(Bagneux, 19 mars 1964)

#### RECOMMANDATION S 1

##### *Le Comité Consultatif pour la Définition de la Seconde,*

###### CONSIDÉRANT

*le désir unanime d'une définition atomique de l'unité d'intervalle de temps ;  
les progrès acquis dans l'utilisation des étalons atomiques de fréquence à césium ;*

*les progrès nouveaux et importants qui peuvent être obtenus à bref délai à la suite des études en cours sur les étalons atomiques ou moléculaires de fréquence utilisant par exemple l'hydrogène ou le thallium ;*

###### RECOMMANDE

*1° que la seconde, unité de base du Système International d'Unités pour l'intervalle de temps, soit définie comme la durée d'un nombre spécifié de périodes d'une radiation correspondant à une transition spécifiée entre deux niveaux d'énergie d'un atome ou d'une molécule ;*

*2° que, lorsque le moment sera venu de choisir cette transition, la définition de la seconde soit en concordance avec la valeur 9 192 631 770 hertz attribuée à la fréquence de la radiation correspondant à la transition entre les niveaux hyperfins  $F = 4$ ,  $M_F = 0$  et  $F = 3$ ,  $M_F = 0$  de l'état fondamental  $^2S_{1/2}$  de l'atome de césium 133 non perturbé par des champs extérieurs ;*

*3° que la seconde dont la définition a été adoptée en 1956 par le Comité International des Poids et Mesures et ratifiée en 1960 par la Onzième Conférence Générale des Poids et Mesures soit utilisée, sous l'appellation de seconde des éphémérides, seulement pour les besoins de la mécanique céleste, et que cette définition soit abrogée pour les autres usages ;*

*4° en attendant une formulation complète de la définition de la seconde, qu'il soit admis que l'étalon provisoire de fréquence sera la radiation mentionnée ci-dessus en 2°, c'est-à-dire la radiation correspondant à la transition entre les niveaux hyperfins  $F = 4$ ,  $M_F = 0$  et  $F = 3$ ,  $M_F = 0$  de l'état*

fondamental  ${}^2S_{1/2}$  de l'atome de césium 133 non perturbé par des champs extérieurs avec la valeur 9 192 631 770 hertz;

5° que les laboratoires nationaux et internationaux experts dans ce domaine poursuivent activement les études entreprises sur les étalons atomiques et moléculaires de fréquence en vue de préciser le choix de la transition qui sera spécifiée dans la définition complète de la seconde;

6° que le Comité International des Poids et Mesures demande à la Douzième Conférence Générale des Poids et Mesures le pouvoir de choisir cette transition avant la Treizième Conférence.

---



---

# SEPTIÈME RAPPORT

DU

COMITÉ CONSULTATIF DE THERMOMÉTRIE

AU

COMITÉ INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES

Par J. A. HALL, Rapporteur

---

Le Comité Consultatif de Thermométrie s'est réuni pour sa septième session au Bureau International des Poids et Mesures, à Sèvres, où il a tenu quatre séances les jeudi 24 et vendredi 25 septembre 1964 <sup>(1)</sup>.

Étaient présents : Mr J. de BOER, président.

Les délégués des laboratoires membres :

Physikalisch-Technische Bundesanstalt [P.T.B.], Braunschweig  
(H. MOSER, W. THOMAS).

National Bureau of Standards [N.B.S.], Washington (R. P. HUDSON,  
J. L. RIDDLE).

National Standards Laboratory [N.S.L.], Chippendale (A.F.A.  
HARPER).

Conseil National de Recherches [N.R.C.], Ottawa (H. PRESTON-  
THOMAS).

Conservatoire National des Arts et Métiers [C.N.A.M.], Paris  
(M. DEBURE).

National Research Laboratory of Metrology [N.R.L.M.], Tokyo  
(I. OHYAMA assisté de Mr K. MITSUI).

Kamerlingh Onnes Laboratorium [K.O.L.], Leiden (H. VAN DIJK,  
M. DURIEUX).

---

<sup>(1)</sup> Les Annexes mentionnées dans ce rapport, ainsi que les autres communications présentées à cette session, sont publiées dans *Comité Consultatif de Thermométrie*, 7<sup>e</sup> session, 1964.

National Physical Laboratory [N.P.L.], Teddington (C. R. BARBER).  
Institut de Métrologie D. I. Mendéléev [I.M.M.], Leningrad (B. N.  
OLEINIK, M<sup>me</sup> P. ORLOVA).

Les membres nominativement désignés :

F. G. BRICKWEDDE (Pennsylvania State University); G. BOZZA  
(Milano).

Le directeur du Bureau International [B.I.P.M.], (J. TERRIEN).

Invité: J. A. HALL (B.I.P.M.).

Empêché: Deutsches Amt für Messwesen und Warenprüfung  
[D.A.M.W.], Berlin (M. RICHTER).

Mr Hall (assisté de Mr Girard du Bureau International comme  
secrétaire) fut nommé rapporteur.

### Groupes de travail I et II

La session a été précédée, les 21 et 22 septembre 1964, de la deuxième réunion des Groupes de travail I et II constitués par le Comité Consultatif à sa 6<sup>e</sup> session (1962). Le compte rendu de cette réunion, à laquelle les membres du Comité Consultatif étaient invités, est publié en appendice de ce Rapport.

### Domaine de — 183 °C à 1 063 °C

Le Comité Consultatif a pris connaissance et a approuvé le rapport (p. 90) de la deuxième réunion des Groupes de travail I et II. A sa première réunion en septembre 1963, le Groupe de travail I avait établi un graphique des écarts entre l'échelle thermodynamique et l'échelle pratique, dans le domaine de 0 °C à 1 063 °C, comme ils apparaissaient à l'époque. On a décidé de ne pas changer ce graphique maintenant, mais on a reconnu qu'il serait probablement révisé en 1966 ou 1967. Ce graphique est présenté à la figure 1 et il est accompagné d'une note concernant son caractère provisoire. Les valeurs obtenues en ajoutant les différences  $\Delta t$  de la figure 1 aux températures de l'E.I.P.T. doivent être appelées  $T_{63}$ .

Les données actuellement disponibles n'étant pas suffisantes pour bien établir une échelle définie par le thermomètre à résistance de platine au-dessus de 630,5 °C, on a demandé au Groupe de travail I de continuer l'étude de cette question. Mr Preston-Thomas et un représentant du Japon ont été invités à faire partie de ce Groupe.

Le Groupe de travail I avait préparé une table des écarts entre l'échelle thermodynamique et l'échelle pratique dans le domaine de — 183 °C à 0 °C, et l'on s'est mis d'accord pour adopter cette table à titre provisoire.

On a également considéré la valeur du point de congélation de l'or. Les écarts importants entre les valeurs obtenues par divers chercheurs pour le coefficient de dilatation du quartz fondu, employé pour les réservoirs des thermomètres à gaz, ont donné l'impression qu'il serait peut-être

nécessaire d'élargir les limites fixées pour la précision des mesures avec le thermomètre à gaz. Une note du Dr Hetherington (Thermal Syndicate, Angleterre) (Annexe 10) a exposé les facteurs qui influent sur le coefficient de dilatation, notamment le contenu en oxydrique et le traitement thermique du quartz. Le Dr Hetherington a accepté de collaborer dans des recherches éventuelles. Le Comité Consultatif a signalé qu'on doit informer le Dr Brückner, de l'Institut Max Planck, qui a également étudié la question.

$$\Delta t = t_{th} - t_{int}$$

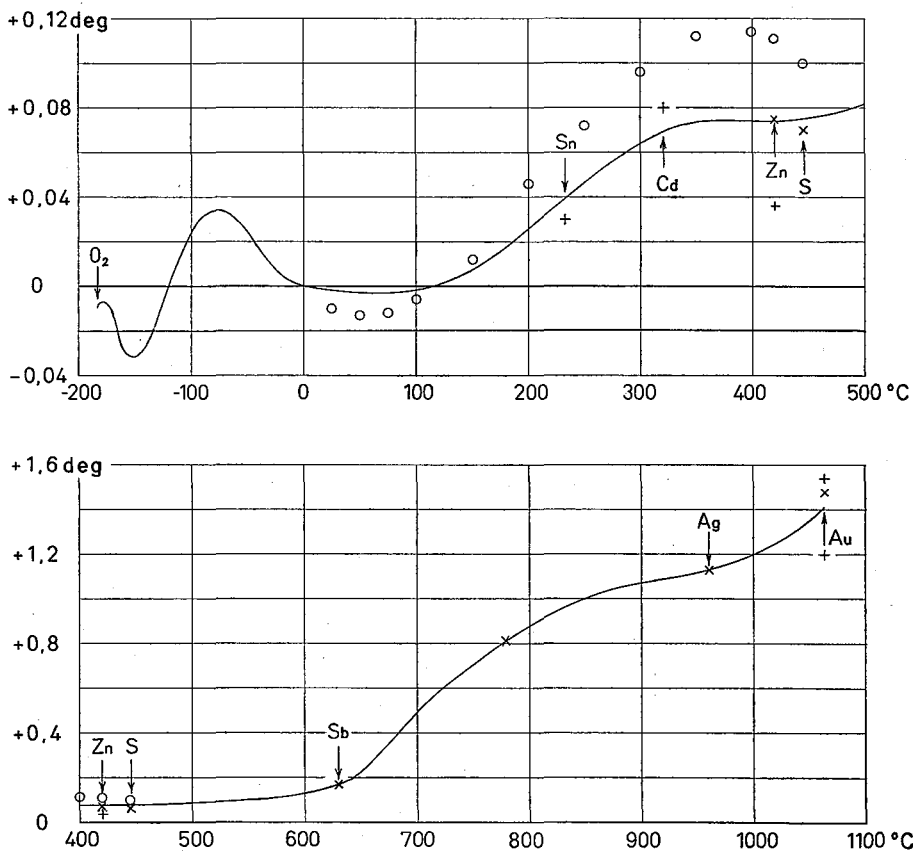


Fig. 1.

- Massachusetts Institute of Technology
- + Institut de Métrologie D. I. Mendéléev
- × Physikalisch-Technische Bundesanstalt

Ce graphique des écarts entre les températures exprimées dans l'échelle thermodynamique et dans l'Échelle Internationale Pratique de Température a été établi par le Groupe de travail I du Comité Consultatif de Thermométrie en septembre 1963. Le graphique ne donne ou n'implique aucune limite de précision. Toutes les données complémentaires qui sont connues où le seront d'ici 1966 ou 1967 seront prises en considération pour la nouvelle courbe des écarts qui sera établie alors.

L'attention du Comité Consultatif a été attirée sur l'erreur qui peut se produire à la suite d'une perte d'énergie par la transmission du rayonnement par réflexions multiples à l'intérieur de la paroi d'une gaine transparente d'un thermomètre, ainsi que l'ont observé McLaren et Murdock au N.R.C. (Annexe 7).

### Pyrométrie

Les résultats d'une comparaison internationale de lampes à ruban de tungstène effectuée dans six laboratoires ont mis en évidence des écarts entre les échelles des laboratoires de 2 deg à 1 063 °C et de 5,5 deg à 1 922 °C. Les mesures faites au N.P.L. avant et après la comparaison internationale ont établi que ces écarts ne provenaient d'aucune variation dans les lampes (Annexe 14). Il semble que la cause la plus probable des écarts provienne des erreurs dans la réalisation d'un corps noir au point de l'or.

Des mesures faites à la P.T.B., en se servant d'un pyromètre photo-électrique, différaient de la moyenne des résultats de tous les laboratoires intéressés de 2 deg environ à 1 500 °C (Annexe 13).

La réalisation d'une lampe d'un nouveau type, qui donne presque le rayonnement d'un corps noir, a été signalée au Comité Consultatif; cette lampe a été mise au point en Angleterre par le N.P.L. et la General Electric Company (*Nature*, 202, 1964, p. 686). L'emploi de telles lampes devrait, dans une large mesure, éviter les erreurs dues à l'incertitude de la longueur d'onde effective, et elles fourniraient en outre une source de rayonnement plus uniforme et plus reproductible. Il serait possible prochainement de se procurer des lampes de ce type, et il a été décidé de faire des essais pour déceler les écarts éventuels entre la réalisation du corps noir au point de l'or dans divers laboratoires intéressés. Dans ce but, chaque laboratoire ferait une comparaison de son corps noir avec une lampe; les lampes seraient ensuite comparées au B.I.P.M. Les expériences seraient limitées au point de l'or. Le N.P.L. a accepté de donner des précisions sur la technique d'alimentation électrique qu'il emploie pour ces lampes.

Les résultats définitifs de l'établissement au N.P.L. de l'échelle thermodynamique au-dessous de 1 063 °C selon la loi de Planck ont été présentés au Comité Consultatif; le détail des travaux sera publié dans un des premiers numéros de *Metrologia*. En prenant comme base la valeur 419,58 °C pour le point de congélation du zinc, selon le graphique préparé par le Groupe de travail I, et en se servant de la valeur 0,014 388 m. deg pour  $c_2$ , on trouve les valeurs suivantes pour certains points fixes :

Point de congélation	$t$ (°C)
Sb .....	630,54 ± 0,2
Eutectique Cu-Ag .....	779,2* ± 0,4
Ag .....	961,2 ± 0,5
Au.....	1 063,7 ± 0,6

\* D'après la valeur dans l'E.I.P.T. trouvée à la P.T.B.

Les limites  $\pm$  sont données pour un niveau de confiance de 95 %. Jusqu'à 780 °C les résultats sont en accord avec ceux du thermomètre à gaz à 0,1 deg près, mais aux points de l'argent et de l'or ils sont de 0,7 deg inférieurs. De nouveaux travaux sont prévus au N.P.L. dans le domaine de 780 °C à 1 063 °C, fondés sur une méthode tout à fait différente de la précédente et en employant une longueur d'onde plus courte, ce qui doit donner une précision accrue dans ce domaine plus limité.

**Domaine de 20 °K à 90 °K**

Une table donnant la relation entre les valeurs  $W = \frac{R_T}{R_{0\text{.C}}}$  pour un thermomètre à résistance de platine et la température entre 12 °K et 90 °K a été établie en U.R.S.S., et il a été décidé de combiner cette table avec celle qui a été antérieurement adoptée pour le domaine de 90 °K à 273,15 °K. Cette décision a été formulée dans les termes suivants.

*Table de référence provisoire (CCT-64) de W en fonction de T  
pour les thermomètres à résistance de platine  
dans le domaine 12 °K à 273,15 °K*

Comme étape préliminaire vers la révision de l'E.I.P.T. au-dessous de 0 °C et le prolongement de cette échelle aux températures au-dessous du point de l'oxygène, on propose une table de référence de la relation entre la résistance réduite ( $W$ ) et la température thermodynamique ( $T$ ) pour un échantillon représentatif de platine de grande pureté, dans le domaine de 12 °K à 273,15 °K. Les températures fondées sur cette table doivent être désignées par  $T_{\text{CCT-64}}$ . On estime qu'on se servira ultérieurement d'une telle table comme base pour la définition d'une échelle en faisant un étalonnage de thermomètres à résistance de platine sélectionnés pour un nombre spécifié de points fixes. De cet étalonnage on déduirait les écarts de la table pour les valeurs  $W$ .

Actuellement, on ne dispose pas de données suffisantes pour préciser un tel processus mais, en se basant sur les résultats disponibles, on estime, par exemple, qu'en se servant de l'étalonnage au point de l'oxygène, avec une interpolation linéaire des écarts entre ce point et 273,15 °K, on aurait un étalonnage en fonction de la table à 0,005 deg près. Au-dessous de 90 °K, les courbes des écarts basées sur les points triples et les points d'ébullition de l'hydrogène et de l'oxygène donneraient des étalonnages en accord avec la table à 0,01 deg près.

Pour assurer l'uniformité d'étalonnage des thermomètres en employant la Table CCT-64, on recommande l'utilisation des valeurs suivantes :

Point triple de H <sub>2</sub> en équilibre.....	13,828 °K
Point d'ébullition de H <sub>2</sub> en équilibre .....	20,267 °K
Point triple de O <sub>2</sub> .....	54,353 °K
Point d'ébullition de O <sub>2</sub> .....	90,170 °K

La table a été conçue pour avoir les mêmes différences premières à 0 °C que dans l'équation de Callendar dont on se sert au-dessus de 0 °C pour définir l'Échelle Internationale Pratique de Température. Il est bien possible que l'E.I.P.T. ne représente pas exactement l'échelle thermodynamique dans cette région et que, par conséquent, la table soit également fautive. On espère cependant que les laboratoires nationaux mettront cette question à l'étude. En outre, il est recommandé de faire une étude générale de la validité de la table en effectuant encore des mesures avec le thermomètre à gaz, en étudiant les relations de la tension de vapeur en fonction de la température et les besoins pour l'établissement de l'étalonnage des thermomètres individuels.

La Table CCT-64 a été établie en deux parties qui ont ensuite été raccordées. Le domaine de 12 à 90 °K a été déduit de la moyenne des comparaisons faites au National Physical Laboratory et à l'Institut des Mesures Physicotechniques et Radiotechniques entre des thermomètres à résistance de platine étalonnés dans les quatre laboratoires N.B.S., N.P.L., I.M.P.R. et P.S.U. De cette façon une moyenne des quatre échelles de température et des caractéristiques des types différents de platine employés a été obtenue. Une table (appelée B<sub>1</sub>) a été calculée par l'I.M.P.R. pour le domaine de 12 à 95 °K à partir de ces données et des valeurs complémentaires du domaine de 90 à 95 °K qui avaient été calculées sur la base de l'équation de Nernst-Matthiessen. La seconde partie de la table CCT-64 pour le domaine de 90 à 273,15 °K a été fondée sur l'étalonnage d'un thermomètre à résistance de platine, typique de la qualité moderne, dans le domaine de 72 à 273,15 °K, étalonnage effectué au N.P.L. à l'aide d'un thermomètre à hélium. Une table calculée à partir de ces données s'est montrée en accord si étroit avec la table B<sub>1</sub> dans la région de 80 à 95 °K qu'un léger ajustement a pu être fait, de telle sorte que les deux tables concordent exactement à 90,249 °K aussi bien pour les valeurs que pour les dérivées premières et secondes.

(La Table CCT-64 sera publiée par les soins de M<sup>me</sup> Orlova et distribuée aux laboratoires intéressés; des exemplaires seront disponibles au B.I.P.M.).

On a considéré la question de l'établissement de critères de pureté du platine destiné à être employé au-dessous de 90 °K, et les laboratoires nationaux sont instamment priés de rassembler autant de données que possible pour étudier la valeur du critère proposé par Berry (Annexe 4) et, éventuellement, de spécifier une valeur limite convenable pour  $W_0$  et de définir les positions des lignes  $L_1$  et  $L_2$  pour donner un critère satisfaisant.

Le B.I.P.M. a accepté d'agir comme intermédiaire, le cas échéant, pour effectuer des échanges d'échantillons de platine entre les laboratoires nationaux.

#### Domaine des basses températures

L'I.M.P.R. a suggéré qu'on pouvait fonder une échelle dans le domaine de 4 à 20 °K et un peu au-dessus sur un groupe de thermomètres à ger-

manium. On a constaté qu'il serait bientôt possible de faire un échange de thermomètres avec le N.B.S., et d'ici un an environ avec le K.O.L. et le N.P.L.

On a signalé qu'il existait des différences d'allure de la courbe résistance-température entre les thermomètres individuels et, en outre, que les courbes n'étaient pas très utilisables dans le cas d'interpolation. Il est possible que l'interpolation soit mieux faite avec des thermomètres à résistance de carbone, bien que ceux-ci soient moins stables.

On a demandé au Groupe de travail II d'étudier la question d'une échelle au-dessus du point d'ébullition de l'hélium, échelle qui manque actuellement, et de proposer un procédé d'interpolation.

Le Comité Consultatif a été informé que le B.I.P.M. conservait actuellement une quantité d'hélium 3 provenant d'U.R.S.S. On espère obtenir de l'hélium 3 des États-Unis afin de procéder à des comparaisons dans l'échelle  $^3\text{He}$ .

### Travaux pour l'avenir

On a préparé la liste suivante des travaux en cours ou à commencer pour indiquer ceux qu'il est essentiel d'effectuer avant une révision de l'E.I.P.T. Si la Conférence Générale des Poids et Mesures se réunit en 1968, il faudra convoquer le Comité Consultatif pour une session, en 1967 au plus tard, laquelle devra être précédée environ un an avant par des réunions des Groupes de travail.

#### *a. Révision de l'Échelle*

1. Thermométrie à gaz dans tous les domaines de température, y compris l'étude du coefficient de dilatation du matériau des réservoirs en particulier à haute température.
2. Mesures du rayonnement du corps noir entre 630 et 1 063 °C.
3. Formulation d'une échelle de thermométrie à résistance de platine entre 630 et 1 063 °C destinée à remplacer l'échelle de thermocouples.
4. Vérification de la table des valeurs des résistances réduites au-dessous de 0 °C, y compris une étude du procédé d'étalonnage des thermomètres à résistance de platine.
5. Nouvelles déterminations du point d'ébullition de l'oxygène.

#### *b. Extension et amélioration de l'Échelle*

1. Étude des méthodes pour arriver à une définition d'une échelle entre les points d'ébullition de l'hélium et de l'hydrogène; (en particulier un échange de thermomètres à germanium serait très utile).
2. Amélioration de la réalisation de l'échelle aux hautes températures (en particulier au moyen de méthodes photoélectriques en se servant de lampes à corps noir).

3. Échange d'échantillons de fil de platine.
4. Réalisation des points fixes dans le domaine des basses températures (impliquant un échange de thermomètres à résistance de platine).

### Équipement du Bureau International

Le Bureau a informé le Comité Consultatif que le comportement actuel du pont de Smith et des appareils complémentaires semblait être satisfaisant, mais il reste beaucoup à faire pour achever l'installation des points fixes. On estime que le nouveau baromètre interférentiel sera livré au Bureau dans quelques semaines.

### Questions diverses

Le PRÉSIDENT signale qu'il a reçu du Prof. E. Bodea (Brésil) des propositions qui tendent à donner à la température thermodynamique une définition fondée sur une valeur numérique sans dimensions, choisie par convention, de la constante de Boltzmann. De telles propositions ont déjà été examinées en d'autres occasions; non seulement elles apporteraient un changement important dans les usages établis, mais encore cette façon de définir la température serait beaucoup moins précise que la définition actuelle. Pour ces raisons, le Comité Consultatif n'a pas cru devoir retenir ces propositions.

On a soulevé la question de la possibilité de tenir quelquefois des sessions du Comité Consultatif en dehors du Pavillon de Breteuil, suivant en cela la réussite de la 10<sup>e</sup> session du Comité Consultatif d'Électricité qui s'était tenue au N.P.L. à Teddington.

Mr BRICKWEDDE s'est fait l'interprète de tous ses collègues pour remercier le Directeur et le personnel du Bureau International pour le déroulement et l'organisation de la session.

Mr HALL ajouta les remerciements du Comité Consultatif à son président pour la manière dont il a dirigé les débats avec la courtoisie et l'efficacité auxquelles il nous a habitués depuis plusieurs années.

(Sèvres, 28 septembre 1964)

### Appendice

#### Rapport des Groupes de travail I et II

Les membres des Groupes de travail I et II se sont réunis au Pavillon de Breteuil les 21 et 22 septembre 1964. Étaient présents: MM. F. G. BRICKWEDDE (P.S.U.), président des deux Groupes de travail, H. MOSER assisté de W. THOMAS (P.T.B.), J. L. RIDDLE (N.B.S.), H. van DIJK assisté de M. DURIEUX (K.O.L.), C. R. BARBER (N.P.L.), B. N. OLEINIK (I.M.M.), M<sup>me</sup> M. P. ORLOVA (I.M.P.R.), membres des Groupes de travail I et II.

MM. R. P. HUDSON (N.B.S.), A. F. A. HARPER (N.S.L.), H. PRESTON-THOMAS (N.R.C.), I. OHYAMA assisté de K. MITSUI (N.R.L.M.), J. A. HALL (B.I.P.M.) participaient aux discussions à titre d'invités.



MM. J. de BOER, président du Comité Consultatif de Thermométrie et J. TERRIEN, directeur du Bureau International, ont assisté aux réunions.

Le rapport suivant, approuvé par les Groupes de travail, contient les recommandations des Groupes I et II sur les questions soumises à leur examen par le Comité Consultatif de Thermométrie de 1962; ces questions avaient déjà fait l'objet d'une étude préliminaire lors d'une première réunion des Groupes en septembre 1963 dont le rapport avait été adressé aux membres des Groupes et du Comité Consultatif.

### Groupe de travail I

1. — *Recommandation d'une table ou d'un graphique des différences  $\Delta t$  (thermodynamique — E.I.P.T.) de  $-183\text{ }^{\circ}\text{C}$  à  $1\ 063\text{ }^{\circ}\text{C}$ .*

Le graphique des écarts entre l'échelle thermodynamique et l'Échelle Internationale Pratique de Température a été établi (voir p. 85); la légende qui accompagne ce graphique contient des renseignements qui sont essentiels aux usagers.

2. — *Recommandation d'une relation, d'une table ou d'un graphique, entre les résistances réduites  $W$  des thermomètres à résistance de platine et la température dans l'Échelle Internationale Pratique de Température, de  $660\text{ }^{\circ}\text{C}$  à  $1\ 063\text{ }^{\circ}\text{C}$ .*

Les seules valeurs expérimentales disponibles pour établir une relation proviennent : 1<sup>o</sup> de la P.T.R. en 1930; 2<sup>o</sup> de l'I.M.M. (*Procès-Verbaux C.I.P.M.*, 24, 1954, p. T 134); 3<sup>o</sup> de récents calculs effectués à la P.T.B. et basés sur des données publiées antérieurement. Toutes ces valeurs n'ont pas été considérées comme suffisantes.

On pense que le N.B.S. (États-Unis) disposera de valeurs expérimentales pour la relation entre  $W$  et  $t$  (E.I.P.T.) en septembre 1965 et que le N.R.C. (Canada) et le N.R.L.M. (Japon) auront achevé des mesures en 1966.

Ces trois laboratoires sont actuellement engagés dans des recherches et des perfectionnements féconds pour améliorer la performance (reproductibilité) des thermomètres à résistance de platine aux hautes températures.

### Groupe de travail II

1. — *Recommandation d'une table reliant la température dans l'échelle thermodynamique Kelvin ( $T$ ) à la résistance réduite ( $W$ ) d'un thermomètre à résistance de platine, de  $14$  ou  $20\text{ }^{\circ}\text{K}$  au point d'ébullition de l'oxygène.*

Les membres du Groupe de travail II soumettent une table s'étendant de  $12$  à  $273,15\text{ }^{\circ}\text{K}$  et suggèrent qu'elle soit nommée « Table CCT-64 ». Cette table est composée d'une table ( $B_1$ ) établie à l'I.M.P.R. pour le domaine de  $11,971\ 45$  à  $90,446\ 62\text{ }^{\circ}\text{K}$  et d'une table calculée au N.P.L. pour le domaine de  $90,446\ 62$  à  $273,15\text{ }^{\circ}\text{K}$ .

Un exposé des motifs pour la proposition d'utiliser la Table CCT-64 est donné p. 87. Cet exposé contient des renseignements importants sur la table et devraient être reproduits avec celle-ci.

M<sup>me</sup> Orlova a offert d'imprimer la Table CCT-64 en U.R.S.S., en langue française, et de la distribuer aux laboratoires intéressés ainsi qu'aux membres du Comité Consultatif. Des exemplaires de cette table pourraient être disponibles au Bureau International. Il est recommandé que cette offre généreuse soit acceptée. M<sup>me</sup> Orlova collaborera avec Mr Barber pour la rédaction d'un préambule approprié donnant des explications sur l'établissement de cette table et sur son mode d'emploi. De manière à faciliter l'interpolation, M<sup>me</sup> Orlova est d'accord pour joindre les différences premières et secondes aux valeurs de  $W$  en fonction de  $T$ .

Les raisons suivantes ont été jugées valables pour étendre cette table jusqu'à  $273,15\text{ }^{\circ}\text{K}$ , extension qui n'était prévue, à l'origine, que jusqu'au point d'ébullition de l'oxygène.

Premièrement, d'après les mesures de C. R. Barber au thermomètre à gaz, dont les résultats seront publiés dans *Metrologia*, les écarts entre l'échelle thermodynamique et l'Échelle Internationale Pratique de Température, entre le point de l'oxygène et  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ , sont maintenant connus avec plus de certitude. Les résultats de Barber, obtenus

avec des thermomètres à résistance de platine récents pour établir l'E.I.P.T. sont en assez bon accord avec les valeurs de Keesom et Dammers (*Leiden Communication* N° 239 *d* et *e*, 1935). Il est probable que la relation entre la température thermodynamique et la résistance d'un thermomètre de platine ne peut pas être représentée par une équation simple. Il semble qu'une table de  $W$  en fonction de  $T$  soit d'un emploi plus commode. Pour cette raison, il semble convenable qu'une révision de l'E.I.P.T. soit étudiée sur la base d'une table. La possibilité de contrôler prochainement une table et d'échanger des renseignements entre les laboratoires sur son utilisation, a paru intéressante.

Deuxièmement, l'extension de la Table CCT-64 jusqu'à 0 °C évite le problème insoluble de la jonction harmonieuse (y compris les différences premières et secondes) d'une échelle thermodynamique au-dessous du point de l'oxygène avec l'E.I.P.T. dans sa définition actuelle.

On a l'intention de faire prochainement des expériences pour contrôler la Table CCT-64 avant qu'une décision soit prise pour son inclusion dans l'E.I.P.T.

2. — *Recommandation d'un procédé d'étalonnage des thermomètres à résistance de platine en utilisant la Table CCT-64.*

Des procédés ont été suggérés pour l'interpolation de la relation  $W$  en fonction de  $T$  pour des thermomètres à résistance de platine particuliers entre les points d'étalonnage en utilisant la Table CCT-64. On pense que de nombreuses expériences devraient être faites en utilisant la table et les méthodes d'interpolation proposées avant de prendre une décision pour la recommandation d'une méthode définitive. En conséquence, il est demandé aux laboratoires nationaux d'examiner avec soin les procédés d'interpolation proposés sur les thermomètres qu'ils étalonnent régulièrement et d'être prêts à échanger leurs renseignements à une prochaine réunion du Groupe d'ici un ou deux ans.

Pour assurer l'uniformité d'étalonnage des thermomètres en employant la Table CCT-64, des valeurs numériques pour les points triples et les points d'ébullition de l'hydrogène et de l'oxygène sont recommandées (voir p. 87).

Les critères utilisés ordinairement pour les thermomètres à résistance de platine dans le domaine de 12 à 90 °K sont une valeur élevée de la résistance réduite au point d'ébullition de l'eau et une valeur basse de la résistance résiduelle réduite. Une analyse de Berry (N.R.C.), présentée par Preston-Thomas (Annexe 4), indique qu'un autre critère significatif pourrait être basé sur une relation linéaire entre ces deux valeurs. La méthode a été accueillie favorablement, mais on a pensé que l'on devrait expérimenter et contrôler ce critère pendant un certain temps. En conséquence, il est demandé aux laboratoires nationaux d'utiliser ce critère et de rassembler les données afin que cette proposition soit reconsidérée à une prochaine réunion.

### Conclusion

1. L'aide du B.I.P.M. est demandée pour l'échange de platine « pur » de différentes origines pour les thermomètres à résistance, entre les laboratoires nationaux.
2. Les Groupes de travail I et II recommandent que les laboratoires qui peuvent contribuer à la solution des problèmes techniques liés à l'extension du domaine de température de l'E.I.P.T. et à l'amélioration de l'Échelle soient informés a) du programme du Comité Consultatif pour l'extension et la révision de l'E.I.P.T.; b) de la liste des étapes nécessaires pour réaliser ce programme. Il est aussi instamment recommandé que ces laboratoires fassent maintenant un gros effort pour compléter, à la lumière de cette liste, leurs programmes de recherches sur l'E.I.P.T.
3. La Table CCT-64 et les graphiques des écarts  $t_{th} - t_{int}$  soumis au Comité Consultatif sont provisoires. Ils devraient, ainsi que les valeurs fixées pour les températures des points triples et d'ébullition de e-H<sub>2</sub> et O<sub>2</sub>, être revus ultérieurement, de préférence d'ici un ou deux ans.

(24 septembre 1964)

---

# CINQUIÈME RAPPORT

DU

## COMITÉ CONSULTATIF POUR LES ÉTALONS DE MESURE DES RADIATIONS IONISANTES

AU

### COMITÉ INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES

par C. GARRETT, Rapporteur

---

Le Comité Consultatif pour les Étalons de Mesure des Radiations Ionisantes a tenu sa cinquième session au Pavillon de Breteuil, à Sèvres, au cours de trois séances les lundi 28 et mardi 29 septembre 1964 <sup>(1)</sup>.

Étaient présents : Mr A. V. ASTIN, président.

Les délégués des laboratoires membres :

- Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Braunschweig (J. FRÄNZ).
- Conseil National de Recherches, Ottawa (C. GARRETT).
- National Bureau of Standards, Washington (H. O. WYCKOFF).
- Conservatoire National des Arts et Métiers, Paris (J. CHÂTELET).
- National Physical Laboratory, Teddington (P. J. CAMPION).
- Institut de Métrologie D. I. Mendéléev, Leningrad (M<sup>me</sup> I. JARITZINA).
- Agence Internationale de l'Énergie Atomique, Wien (H. HOUTERMANS).
- Centro Nacional de Energia Nuclear, Madrid (A. TANARRO).
- Commissariat à l'Énergie Atomique, Paris (B. GRINBERG).
- Communauté Européenne de l'Énergie Atomique, Geel (J. SPAEPEN).
- Institut du Radium, Paris (M. LECOIN).
- Instituut voor Kernfysisch Onderzoek, Amsterdam (A. H. W. ATEN, Jr.).
- International Commission on Radiological Units and Measurements (L. S. TAYLOR).

---

<sup>(1)</sup> Les rapports présentés à cette session sont publiés sous forme d'Annexes dans *Comité Consultatif pour les Étalons de Mesure des Radiations Ionisantes*, 5<sup>e</sup> session, 1964.

Le directeur du Bureau International (J. TERRIEN).

Assistaient également à la session : MM. VIEWEG, président, et SIEGBAHN, membre du Comité International des Poids et Mesures;

MM. ALLISY, NAGGIAR, RYTZ et M<sup>lle</sup> GUÉGAN (Bureau International);  
Mr OBOUBHOV, interprète.

Excusés : M<sup>me</sup> KARLIK (Institut für Radiumforschung und Kernphysik, Wien), MM. RICHARDSON (Commonwealth X-Ray and Radium Laboratory, Melbourne), ROTHE (Deutsches Amt für Messwesen und Warenprüfung, Berlin) et R. THORAEUS (Stockholm).

Avant d'aborder l'ordre du jour, le PRÉSIDENT annonce qu'il a été informé du décès de Mr K. K. Aglintsev; une minute de silence est observée à la mémoire de ce collègue disparu.

Mr Garrett est nommé rapporteur, assisté de Mr Allisy comme secrétaire.

Le PRÉSIDENT accueille Mr Vieweg qui souhaite la bienvenue aux membres du Comité Consultatif, et il présente Mr K. Siegbahn, nouveau membre du Comité International.

Le PRÉSIDENT fait part des décisions qui ont été prises par le Comité International des Poids et Mesures à la suite des recommandations faites par le Comité Consultatif lors de sa 4<sup>e</sup> session (mai 1963):

a. Une demande de subvention a été adressée aux gouvernements des États membres de la Convention du Mètre pour compléter l'équipement des laboratoires.

b. Le *curie* a été adopté comme unité spéciale d'activité, après une légère modification rédactionnelle de la Recommandation R 2 adoptée en 1963.

c. Il a été reconnu que le *röntgen* sera utilisé comme unité spéciale d'exposition dans les travaux du Bureau International.

### Adoption des Rapports des Groupes de travail

Les documents soumis par le Groupe de travail pour la *mesure des radionucléides* et le Groupe de travail des *mesures neutroniques* sont les rapports des réunions tenues depuis la 4<sup>e</sup> session du Comité Consultatif. Le Groupe de travail des *mesures de rayons X et  $\gamma$*  et le Groupe de travail des *étalons de radium* ne se sont pas réunis depuis cette date. Ces rapports contiennent :

1. Des discussions des résultats des comparaisons internationales qui ont été organisées par le Bureau International.
2. Des propositions de comparaisons futures.
3. Des suggestions pour des programmes de recherche en vue d'améliorer les mesures.

Le Groupe de travail pour la mesure des radionucléides a décidé de réduire le nombre des comparaisons annuelles, afin de pouvoir concentrer le travail de recherche sur les diverses techniques de mesure. Il est souhai-

table que les comparaisons soient préparées en détail, que le but, la méthode, etc., en soient déterminés à l'avance.

Le Comité Consultatif adopte à l'unanimité les rapports des Groupes de travail.

**Activité de la section des radiations ionisantes du Bureau International.  
Inauguration des nouveaux laboratoires**

MM. Allisy, Naggiar et Rytz font un compte rendu du travail effectué par la section des radiations ionisantes depuis la session de mai 1963. Les comparaisons internationales suivantes ont été organisées :

*Radionucléides.* — Deux radionucléides ont été expédiés à un nombre important de laboratoires.

Radionucléide	Date	Laboratoire distributeur	Nombre de participants
$^{241}\text{Am}$	juillet 1963	National Bureau of Standards, Washington D.C., États-Unis d'Amérique	25
$^{90}\text{Sr} + ^{90}\text{Y}$	février 1964	Physikalisch - Technische Bundesanstalt, Braunschweig, Allemagne	27

Trois rapports préliminaires contenant les résultats de comparaisons ont été préparés par le Bureau International et envoyés aux participants et aux membres du Comité Consultatif. Les résultats de la comparaison internationale de la méthode  $4\pi\beta(\text{CP})-\gamma$  au moyen de sources solides de  $^{60}\text{Co}$  ont été envoyés en août 1963. Le rapport préliminaire de la comparaison de  $^{241}\text{Am}$  a été envoyé en janvier 1964, et les résultats de la comparaison de  $^{90}\text{Sr} + ^{90}\text{Y}$  viennent d'être distribués.

Le Comité Consultatif exprime ses remerciements au Bureau Central de Mesures Nucléaires et au National Physical Laboratory pour leur contribution à l'organisation de la comparaison de sources solides de  $^{60}\text{Co}$ .

*Mesures neutroniques.* — La source de neutrons Ra-Be ( $\alpha, n$ ) du Conseil National de Recherches (N.R.C.), Canada, a été mesurée dans deux nouveaux laboratoires :

— Bureau Central de Mesures Nucléaires, Geel, Belgique, en juillet 1963.

— Atomic Energy Establishment Trombay, Inde, en février 1964.

La source NRC est actuellement à son laboratoire d'origine où une nouvelle mesure du taux d'émission a été effectuée.

Un rapport préliminaire sur la comparaison internationale du taux d'émission de la source NRC Ra-Be ( $\alpha, n$ ) N° 200-1 a été rédigé.

*Radium.* — L'étalon de radium Hönigschmid N° 5427 de l'U.R.S.S. a été comparé à plusieurs autres étalons de la série Hönigschmid. Ces mesures ont été effectuées à l'Institut du Radium (Paris, Mr Lecoq), à la Physikalisch-Technische Bundesanstalt (Braunschweig, Mr Weiss) et à l'Institut für Radiumforschung und Kernphysik (Wien, M<sup>me</sup> Karlik). Un rapport préliminaire sur l'analyse des résultats a été préparé.

M<sup>me</sup> JARITZINA remercie tous les laboratoires qui ont bien voulu entreprendre ce travail.

Les membres du Comité Consultatif ont visité les nouveaux laboratoires dont la construction vient d'être achevée. L'inauguration officielle a eu lieu le 29 septembre 1964 en présence du président du Comité International Mr Vieweg, du Comité Consultatif, de diverses personnalités et du personnel du Bureau International. Le Comité Consultatif a exprimé sa vive satisfaction à la vue du travail accompli par Mr Allisy et ses collègues et une motion de félicitations au personnel a été approuvée à l'unanimité.

### Activités futures des Groupes de travail

Mr TERRIEN fait part du souci des membres du Comité International des Poids et Mesures, qui se préoccupent de maintenir l'accord des programmes actuels de la section des radiations ionisantes avec les tâches assignées au Bureau International. Le PRÉSIDENT fait allusion à la note soumise par Mr Terrien au Comité International en octobre 1962 sur le rôle du Bureau International. Cette note est distribuée aux membres du Comité Consultatif. Afin que tous ceux qui sont intéressés par l'activité du Bureau International aient une idée de la politique générale sur laquelle est basé le travail du Comité Consultatif et des Groupes de travail, le PRÉSIDENT souligne les points suivants :

1. L'amélioration de la précision des étalons de base et des techniques de mesures dans le domaine des rayonnements ionisants, ce qui implique la détection et la séparation des sources d'erreurs, ainsi que leur réduction au moyen de recherches scientifiques appropriées. Une coopération étroite entre les laboratoires nationaux et le Bureau International est primordiale pour que cette politique soit appliquée en vue d'obtenir le maximum de résultats.

2. Le Comité Consultatif et les Groupes de travail ont également pour objectif d'augmenter le degré d'unification des mesures faites par les laboratoires nationaux et internationaux dans le monde entier.

Le PRÉSIDENT insiste sur le fait que la première tâche des Groupes de travail est de travailler en mettant l'accent sur le premier aspect de cette politique générale. Tous les membres sont d'accord sur ce point.

*Mesures de rayons X et  $\gamma$ .* — Les suggestions suivantes sont faites quant au programme futur de ce Groupe de travail :

a. Des instruments de transfert peuvent être mis à la disposition des laboratoires nationaux sur simple demande.

b. Une étude sera faite de l'état des différents facteurs de correction appliqués aux mesures d'exposition; ce travail sera entrepris par un petit nombre de laboratoires.

c. Une comparaison sera entreprise entre l'Institut de Métrologie D.I. Mendéléev et le National Bureau of Standards dans le domaine d'énergie de 3 MeV.

*Radionucléides.* — Le programme de ce Groupe de travail est le suivant :

a. Aider à faire l'analyse des résultats d'une distribution de sources solides de  $^{60}\text{Co}$  à un petit nombre de laboratoires compétents.

b. Entreprendre l'analyse des résultats de la comparaison du  $^{54}\text{Mn}$  sur la base du rapport préliminaire qui sera établi par le Bureau International.

c. Étudier la proposition du Bureau International de distribuer simultanément une solution de  $^{60}\text{Co}$   $^{35}\text{SO}_4$  et de  $^{60}\text{Co}$ .

d. Étudier les problèmes suivants pour arriver à des recommandations :  
— différentes techniques de dépôt d'une masse déterminée de solution sur un film (aliquoting);

— conductibilité des sources préparées et résistance entre la couche conductrice et la cathode du compteur proportionnel;

— absorption du rayonnement  $\beta$  par la source et par le film (self-absorption, film absorption). Rôle de la rétention du solvant par le film plastique (solvent uptake);

— adsorption et échange d'ions dans les ampoules.

*Mesures neutroniques.* — a. Une étude sera faite d'un projet de comparaison internationale de mesures de flux de neutrons thermiques. Si une telle comparaison est jugée nécessaire, le Groupe de travail l'organisera et en analysera les résultats.

b. La mesure de la source Ra-Be ( $\gamma$ , n) du Bureau International commencera, et une comparaison de cette mesure avec celles du National Physical Laboratory et du National Bureau of Standards est envisagée.

*Étalons de Radium.* — Étant donné que les mesures de comparaisons de l'étalon de radium de l'U.R.S.S. sont terminées, il semble que l'existence de ce Groupe de travail ne soit plus nécessaire. Les problèmes futurs concernant le radium pourront être traités par un échange de correspondance entre les experts dans ce domaine.

### Réunions des Groupes de travail

Le Groupe de travail des mesures de rayons X et  $\gamma$  se réunira probablement en 1965.

Le Groupe de travail pour la mesure des radionucléides se réunira en 1965. La date de la réunion dépendra de la date à laquelle le rapport préliminaire sur la comparaison du  $^{54}\text{Mn}$  sera terminé.

Le Groupe de travail des mesures neutroniques se réunira quand le besoin s'en fera sentir.

### Propositions et questions diverses

*Spectroscopie  $\alpha$ ,  $\beta$  et  $\gamma$ .* — Mr SIEGBAHN soumet une proposition au Comité Consultatif pour examen. Il se demande si le Bureau International ne devrait pas s'engager dans le domaine de la spectroscopie  $\alpha$ ,  $\beta$  et  $\gamma$ , afin d'exprimer une opinion officielle sur l'énergie de certaines raies. Le Bureau International préparera sur ce sujet un rapport qui comprendra le rôle joué par d'autres organisations internationales dans ce domaine. La question sera étudiée par le Comité Consultatif lors de sa prochaine session.

*Organisation de symposiums au Bureau International.* — Mr WYCKOFF propose que de petits symposiums techniques soient organisés sur des problèmes de métrologie fondamentale, de préférence à l'occasion des

réunions des Groupes de travail. Ces symposiums feraient le point de la situation dans le domaine considéré et pourraient également être un moyen d'aider les laboratoires nouvellement engagés dans l'étude des rayonnements ionisants. Mr TERRIEN souligne que de tels symposiums devraient sans doute être organisés dans beaucoup de domaines d'activité du Bureau International. Ils contribueraient à fournir une réponse aux demandes d'aide et de conseils que le Bureau reçoit assez fréquemment de laboratoires de divers États.

Le Comité Consultatif approuve dans ce sens la recommandation suivante, avec une abstention :

#### RECOMMANDATION R 1

*Le Comité Consultatif pour les Étalons de Mesure des Radiations Ionisantes recommande que le Comité International des Poids et Mesures autorise le Bureau International à organiser et à tenir des symposiums techniques sur des problèmes de métrologie fondamentale.*

*Programme de coopération avec les laboratoires nationaux de métrologie.* — Les laboratoires de la section des radiations ionisantes étant terminés, il semble qu'il serait très profitable pour tous les travaux que des scientifiques d'autres laboratoires puissent passer quelque temps au Bureau International pour y effectuer des travaux de recherche en commun avec le personnel du Bureau International.

Le Comité Consultatif approuve en conséquence la recommandation suivante, avec une abstention :

#### RECOMMANDATION R 2

*Le Comité Consultatif pour les Étalons de Mesure des Radiations Ionisantes recommande au Comité International des Poids et Mesures d'inviter les laboratoires nationaux et internationaux à étudier la possibilité d'envoyer des scientifiques au Bureau International pour y effectuer des travaux de recherche en collaboration avec le personnel du Bureau International.*

*Unités et symboles des grandeurs de rayonnement.* — Des propositions du Laboratoire National d'Essais, Paris, et de l'Institut de Métrologie D.I. Mendéléév, Leningrad, sont soumises à l'I.C.R.U. pour étude.

*Carbone 14.* — Une demande déjà présentée au Comité International en 1962 (*Procès-Verbaux C.I.P.M.*, 30, p. 29), relative à la recherche de la meilleure valeur pour la période du  $^{14}\text{C}$ , est soumise pour examen au Groupe de travail pour la mesure des radionucléides. Ce Groupe étudiera si de telles questions sont de la compétence du Bureau International.

(Sèvres, 30 septembre 1964)

---



## ANNEXE 1

---

### NOTE SUR LES PROTOTYPES DE MASSE DU BUREAU INTERNATIONAL

---

Le Bureau International dispose, pour ses comparaisons de masse, de deux Kilogrammes en platine iridié N<sup>os</sup> 9 et 31. Ces deux prototypes sont employés à peu près autant de fois l'un que l'autre lors de déterminations d'étalons de 1 kg. Une évolution relative de l'un par rapport à l'autre peut ainsi être mise en évidence au cours du temps. En revanche, des résultats concordants peuvent cacher une évolution lente et dans le même sens de ces deux Kilogrammes.

En novembre 1955 (*Procès-Verbaux C.I.P.M.*, 25, 1956, p. 16 et 142) le bureau du Comité International s'est rangé à l'avis de A. Bonhure qui préconisait de mettre à la disposition du Bureau International un étalon d'usage exceptionnel auquel on aurait recours toutes les fois que le besoin s'en ferait sentir.

En 1958, le Kilogramme N<sup>o</sup> 25 appartenant jusqu'alors à l'Observatoire de Paris (*Procès-Verbaux C.I.P.M.*, 26-A, 1958, p. 19) a été attribué au Bureau International comme étalon d'usage exceptionnel.

Le Kilogramme N<sup>o</sup> 25 n'avait certainement pas été sorti de son étui depuis 1889 et, en 1951, il était dans un état de parfaite conservation. A cette date il a participé à la deuxième vérification périodique des prototypes nationaux après avoir été nettoyé et lavé à la vapeur d'eau bidistillée. Entre 1951 et 1958, alors qu'il n'était qu'en dépôt au Pavillon de Breteuil, il participa à un certain nombre de déterminations importantes de prototypes nationaux et en 1957 il a été comparé, avec les Kilogrammes N<sup>os</sup> 9 et 31, à chacun des six témoins du Kilogramme international.

Cette dernière détermination faisait apparaître que la masse du Kilogramme N<sup>o</sup> 25 avait augmenté et que la variation par rapport à l'équation originale était de + 0,05 mg.

Depuis 1958, le Kilogramme N<sup>o</sup> 25 est resté conservé dans le coffre-fort du caveau supérieur, sauf entre novembre 1960 et avril 1961 où il a participé à des comparaisons avec les Kilogrammes N<sup>os</sup> 18 (Royaume-Uni) et 39 (Corée) et récemment, entre mars et mai 1964, à l'occasion de la vérification des Kilogrammes N<sup>os</sup> 44 (Australie), 48 (Danemark) et 49 (Autriche).

A l'occasion de ces dernières mesures il est apparu une différence entre

les Kilogrammes N<sup>os</sup> 9 et 31 d'une part et N<sup>o</sup> 25 d'autre part, de l'ordre de 0,03 mg.

Si l'on admet que la masse du prototype d'usage exceptionnel N<sup>o</sup> 25, qui n'a que peu servi entre 1957 et 1964, est demeurée inchangée on serait conduit à admettre une augmentation de 0,03 mg des Kilogrammes N<sup>os</sup> 9 et 31.

En revanche, si l'on considère que la masse des N<sup>os</sup> 9 et 31 est demeurée constante depuis 1957, cela signifierait que celle du N<sup>o</sup> 25 aurait diminué d'environ 0,03 mg.

Aucune de ces deux hypothèses ne peut être affirmée mais une vérification rapide des Kilogrammes N<sup>os</sup> 9 et 31 avec un ancien étalon, C, également en platine iridié, qui n'a presque pas servi et qui est conservé dans l'armoire métallique de la salle des balances, n'a indiqué aucune variation des différences N<sup>o</sup> 9-C et N<sup>o</sup> 31-C. Il est vrai que ces trois Kilogrammes sont conservés dans la même atmosphère.

Le Kilogramme N<sup>o</sup> 25, qui a été conservé dans une autre atmosphère, n'a été ni nettoyé ni lavé avant les comparaisons du début de 1964. Les Kilogrammes N<sup>os</sup> 9 et 31 ont été lavés à la vapeur d'eau bidistillée pour la dernière fois en octobre 1949 et février 1951 respectivement.

Afin de dissiper le doute qui règne actuellement sur la valeur exacte des prototypes de masse du Bureau International, nous proposons que ces trois Kilogrammes soient comparés à deux témoins du Kilogramme international après avoir nettoyé et lavé les cinq étalons sous un jet de vapeur d'eau bidistillée.

Le Bureau International disposerait alors de deux prototypes d'usage courant dont la masse serait bien connue, et d'un prototype d'usage exceptionnel auquel il pourrait avoir recours, tous les cinq ans par exemple, pour contrôler les deux précédents et aussi en cas de besoin. En outre, on se fixerait pour règle de soumettre le Kilogramme N<sup>o</sup> 25 à un lavage à la vapeur d'eau avant chaque série de mesures, comme on le fait pour les témoins du Kilogramme international depuis leur dernière comparaison avec celui-ci en 1946.

(Septembre 1964)

---

## ANNEXE 2

---

### PROPOSITIONS DU GROUPE D'ÉTUDE POUR LA MESURE DES GRANDEURS ÉLECTRIQUES DANS LE DOMAINE DES FRÉQUENCES ÉLEVÉES

---

Le Groupe d'étude dont la constitution a été approuvée par le Comité International des Poids et Mesures à sa session d'octobre 1963, s'est réuni à Sèvres les 21 et 22 avril 1964 sous la présidence de Mr Bourdoun, Mr Astin étant secrétaire. Les résultats de ses travaux sont résumés dans les propositions suivantes soumises au Comité International.

1. Considérant le rôle important des mesures radio-électriques dans la science et la technique contemporaines et le besoin d'une unification internationale dans ce domaine, le Groupe d'étude, tenant compte de la recommandation formulée par l'U.R.S.I. lors de sa 14<sup>e</sup> session (Tokyo, septembre 1963), recommande au Comité International des Poids et Mesures de prévoir que le Bureau International des Poids et Mesures organise des comparaisons internationales d'étalons électriques dans le domaine des radio-fréquences.

Le Groupe d'étude estime que ces comparaisons permettraient d'obtenir, outre l'unification internationale désirée, l'élévation du niveau des travaux métrologiques et un accroissement considérable de la précision d'étalonnage des appareils de mesure.

2. Le Groupe d'étude juge rationnel que les premières comparaisons internationales d'étalons électriques dans le domaine des radio-fréquences soient organisées sous la forme de comparaisons circulaires, les étalons et les appareils à comparer voyageant d'un laboratoire à l'autre.

Il recommande de confier au Bureau International la direction de ces comparaisons : organisation, rédaction des conclusions, publication des résultats.

3. Le Groupe d'étude a pris note des programmes détaillés (donnant des listes d'étalons à comparer et de mesures à faire) proposés par plusieurs laboratoires nationaux. Il considère toutefois que, pendant la période initiale qui comportera sans doute quelques difficultés, on ne devra entreprendre

qu'un nombre bien limité de comparaisons parmi celles qui présentent le plus d'intérêt en pratique, c'est-à-dire, en premier lieu :

a. Mesure des puissances faibles à la fréquence 3 GHz dans les lignes coaxiales, et à la fréquence 10 GHz dans les guides d'ondes.

b. Mesure des paramètres diélectriques à la fréquence 10 GHz (1).

Si le Comité International décide de confier au Bureau International l'organisation de ces comparaisons, les valeurs des grandeurs à mesurer, les méthodes et les conditions de mesure devront être précisées dès que seront connus les noms des laboratoires participants.

4. Pour l'examen de tous les problèmes liés aux comparaisons dans le domaine des radio-fréquences, le Groupe d'étude recommande de créer, auprès du Comité Consultatif d'Électricité, un Groupe de travail comprenant les représentants de laboratoires prenant part aux comparaisons. Ce Groupe de travail pourrait inviter les organismes internationaux intéressés à désigner des observateurs.

Ce Groupe de travail devrait préparer le programme technique détaillé des comparaisons circulaires. Il devrait aussi envisager la création des conditions qui permettraient au Bureau International d'acquérir la compétence nécessaire pour qu'il étende son action au domaine des radio-fréquences.

Le Groupe d'étude reconnaît l'importance de l'œuvre déjà accomplie par l'U.R.S.I. Il recommande vivement que cet organisme poursuive et achève les comparaisons qu'il a entreprises.

Le Groupe d'étude estime que le Bureau International devra rester en liaison avec l'U.R.S.I. pour l'organisation des travaux futurs dans le domaine des radio-fréquences.

(Avril 1964)

---

(1) Les représentants de deux organisations ont estimé que les paramètres diélectriques ne devraient pas figurer dans la liste des grandeurs à considérer par le Bureau International, parce qu'elles ne sont pas suffisamment fondamentales.

## ANNEXE 3

---

# MESURES COMPARATIVES INTERNATIONALES DE LA MASSE VOLUMIQUE D'UN CYLINDRE EN ACIER INOXYDABLE « NICRAL D »

Par A. BONHOURE

Bureau International des Poids et Mesures

---

### INTRODUCTION

Ces expériences ont été faites dans le but de se rendre compte de la concordance des mesures de volume effectuées sur les étalons de masse par des techniciens avertis, dans des laboratoires généralement bien équipés. On peut ainsi juger de la précision réelle de ces mesures et de son influence sur la détermination de la masse des étalons de premier ordre du fait de la poussée de l'air.

Nous avons disposé pour ces expériences d'un cylindre en acier inoxydable « Nicral D » (Cr 20 %, Ni 20 %) des Aciéries d'Imphy, de hauteur (54 mm) approximativement égale au diamètre et dont la masse est voisine de 995 g. Il a été étudié successivement dans les laboratoires suivants :

Bureau International des Poids et Mesures, Sèvres  
Deutsches Amt für Messwesen und Warenprüfung, Berlin  
Comité National des Normes, des Mesures et Instruments de Mesure  
de l'U.R.S.S., Moscou  
Bureau International des Poids et Mesures  
National Physical Laboratory, Teddington  
Bureau International des Poids et Mesures  
National Bureau of Standards, Washington  
National Research Council, Ottawa  
National Standards Laboratory, Chippendale  
Bureau International des Poids et Mesures  
National Research Laboratory of Metrology, Tokyo  
Bureau International des Poids et Mesures

Toutes les mesures ont été effectuées par la méthode des pesées hydrostatiques.

Avant les premières mesures de mai-juin 1952 la surface du cylindre avait été polie avec du papier émeri (potée) le plus fin, puis avec de l'alumine colloïdale. Un nouveau polissage fut effectué dans les mêmes conditions en octobre 1954 pour faire disparaître des rayures profondes apparues sur les deux bases. Enfin, un dernier polissage fut effectué en septembre 1960. Ces derniers polissages enlevèrent successivement au cylindre 983 mg et 179 mg de métal.

Nous résumons ci-après les indications essentielles que nous possédons sur ces mesures qui se sont étendues sur douze années, entre juin 1953 et mars 1964.

#### BUREAU INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES, SÈVRES

*Pesées dans l'air.* — Les mesures de la masse du cylindre ont été faites à l'aide de la balance Rueprecht N° 1, à transposition, par comparaison avec les Kilogrammes prototypes N°s 9 et 31, et exceptionnellement avec le Kilogramme C, en platine iridié.

Lorsque des mesures de la masse ont été faites avant et après des pesées hydrostatiques on a constaté les petites différences suivantes :

	Après — Avant
juin 1952.....	— 0,031 mg
nov. 1954.....	+ 0,059
déc. 1961-janv. 1962.....	+ 0,020

Deux thermomètres à mercure et un hygromètre à cheveu étaient placés dans la cage de la balance.

*Pesées hydrostatiques.* — Les pesées hydrostatiques ont été effectuées à l'aide de la balance Rueprecht N° 6 d'une portée de 5 kg, sauf les dernières mesures (mars 1964) pour lesquelles on a utilisé une balance Stanton de 1 kg, acquise en juin 1963 par le Bureau International. La balance Rueprecht N° 6 ne comporte pas de mécanisme d'échange des masses placées dans l'air. Au contraire, la balance Stanton possède un mécanisme, commandé à distance, qui permet de faire cet échange sans avoir à ouvrir la cage supérieure. Avec l'une et l'autre balance c'est naturellement la méthode de Borda, dite « de substitution », qui a été utilisée.

L'eau pure dans laquelle le cylindre est immergé est contenue dans un vase cylindrique en platine ayant 13 cm de diamètre et 21 cm de profondeur. Celui-ci est placé concentriquement dans une cuve plus grande en laiton, remplie d'eau, et munie intérieurement d'une pompe rotative qui assure le brassage du liquide contenu dans cette cuve, sauf pendant les observations à la balance afin d'éviter les vibrations (*fig. 1 et 2*).

Le cylindre à étudier est placé horizontalement suivant son axe dans un étrier qui est suspendu au plateau gauche de la balance par un fil en acier inoxydable de 0,25 mm de diamètre, recouvert par électrolyse d'un dépôt de noir de platine <sup>(1)</sup>, sur quelques centimètres, dans la région qui traverse la surface du bain d'eau pure.

---

(1) BONHOURS (A), Fil de suspension pour les pesées hydrostatiques. Préparation et résultats d'emploi, *Procès-Verbaux C.I.P.M.*, 26-A, 1958, p. 122.

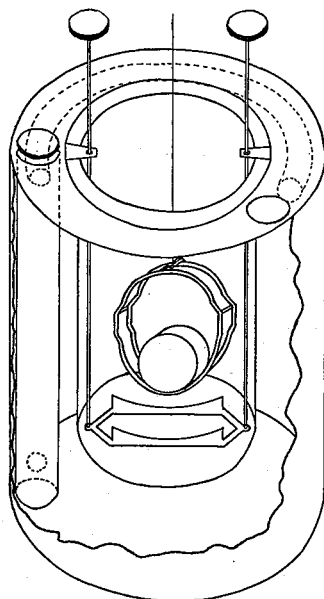


Fig. 1.

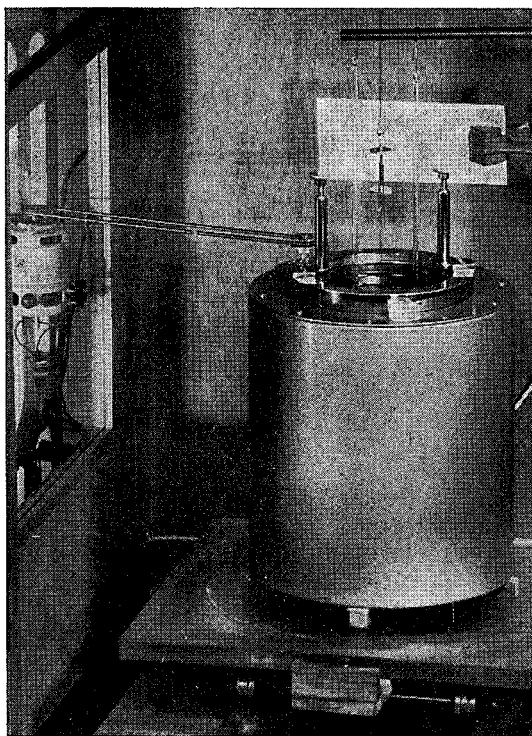


Fig. 2.

L'eau utilisée a été le plus souvent distillée deux fois. Quelques mesures ont été faites avec de l'eau déminéralisée. Pour d'autres, enfin, on s'est servi d'eau déminéralisée qui était ensuite distillée. La résistivité de l'eau, lorsqu'elle a été mesurée, était comprise entre  $5 \times 10^3$  et  $8,7 \times 10^3 \Omega \cdot m$  après la pesée.

La préparation d'une pesée hydrostatique commençait la veille par le traitement du fil de suspension et l'équilibrage de la balance. Le double récipient contenant le cylindre immergé et engagé dans son étrier, mais reposant sur son berceau, était recouvert d'une grande cloche en verre à bord rodé posée sur un plan de verre (*fig. 3*).

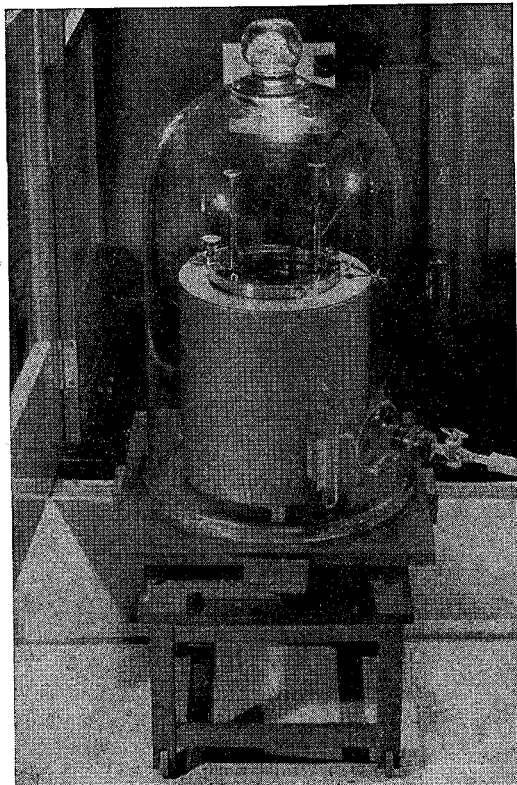


Fig. 3.

Le vide fait dans la cloche à l'aide d'une trompe à eau se maintenait au voisinage de  $2,7 \times 10^3 \text{ N/m}^2$  (2 cm Hg) jusqu'au lendemain matin. L'eau était ainsi en grande partie privée d'air. Les nombreuses bulles qui apparaissaient sur le cylindre se détachaient assez facilement sous l'effet de quelques secousses appliquées au plancher de la salle. On laissait ensuite rentrer l'air lentement dans la cloche (pour qu'il ne diffuse pas aussitôt dans l'eau) et l'on examinait soigneusement le cylindre afin de déceler les quelques bulles d'air qui auraient pu rester collées à sa surface et les chasser avec une baguette. L'opération la plus délicate consistait à faire tourner le



cylindre à l'aide de l'étrier en le faisant rouler sur le berceau et en évitant des frottements dangereux, afin d'observer toute la surface du cylindre.

Les réservoirs de deux thermomètres à mercure suspendus verticalement dans l'eau encadraient le cylindre, exactement à sa hauteur. La longueur des réservoirs était sensiblement égale au diamètre du cylindre.

Deux thermomètres à mercure et un hygromètre à cheveu étaient placés dans la cage supérieure de la balance.

Tous les thermomètres à mercure utilisés au Bureau International répondent à des spécifications rigoureuses et ont été soumis à une étude très complète <sup>(2)</sup>. Dans les conditions où ils ont servi pendant les pesées, on estime que leurs indications ont une précision de quelques millièmes de degré Celsius.

Les hygromètres à cheveu du Bureau sont vérifiés fréquemment à l'aide d'un psychromètre à aspiration. La pression de l'air est mesurée avec un baromètre Fuess qui a été comparé à un baromètre de précision. L'incertitude de ses indications est de quelques centièmes de millimètre de mercure.

La valeur de la masse apparente du cylindre dans l'eau résulte de la différence de deux équilibres de la balance. Dans l'un, l'étrier seul est suspendu dans l'eau et un Kilogramme prototype est placé sur le plateau correspondant (à gauche) de la balance. Une tare est ajoutée au plateau de droite. Dans le second équilibre, le cylindre et l'étrier sont suspendus dans l'eau et, dans le plateau de gauche, on place des masses qui font équilibre à la tare du plateau de droite qui n'a pas été modifiée.

Ces masses étaient prélevées sur la série de premier ordre *Oe*, en platine iridié, du Bureau International; leur poids équilibrait approximativement la poussée de l'eau sur le cylindre.

On aurait pu tout aussi bien équilibrer le cylindre et son étrier dans l'eau par une tare placée à droite, soulever le cylindre et rétablir l'équilibre par des masses connues placées sur le plateau de gauche. Ces masses auraient représenté approximativement la masse apparente du cylindre dans l'eau. Mais cette façon d'opérer est moins avantageuse que la précédente, car elle oblige à manipuler davantage de pièces qui, par leur importance, sont aussi plus difficiles à centrer.

Pour la réduction des observations, on a utilisé le coefficient de dilatation cubique  $\alpha_{20} = 45,93 \times 10^{-6}/\text{deg}$ , déterminé au Bureau International directement sur le cylindre, entre 15,2 et 23,3 °C, par des mesures interférentielles.

La différence de hauteur entre les poids posés sur le plateau gauche de la balance, dans l'air, et le cylindre immergé, a nécessité une correction déduite des expériences de Thiesen <sup>(3)</sup> et qui atteint 0,278 mg par kilogramme et par mètre.

On s'est assuré, d'autre part, que la faible élévation du niveau de l'eau entraînée par l'enfoncement des deux tiges solidaires du berceau, lorsque le cylindre est déposé sur l'étrier, est sans influence notable sur le résultat des mesures.

---

<sup>(2)</sup> GUILLAUME (Ch. Ed.), *Traité pratique de la thermométrie de précision*, Gauthier-Villars, Paris, 1889.

<sup>(3)</sup> THIESEN (M.), *Détermination de la variation de la pesanteur avec la hauteur au Pavillon de Breteuil, Travaux et Mémoires B.I.P.M.*, 7, 1890.

Enfin on a utilisé les tables de Chappuis (4) pour calculer la masse volumique de l'eau pure privée d'air à la température des expériences. On a tenu compte de la pression barométrique et de la profondeur d'immersion du cylindre en ajoutant aux valeurs données par les tables la correction de compressibilité de l'eau (5) :  $\frac{\Delta V}{\Delta p} = 0,000\ 000\ 066\ 2$  par mm Hg.

Tous les résultats obtenus au Bureau International sont rassemblés dans le tableau I.

TABLEAU I  
Masse volumique du cylindre en « Nicral D »  
à 20 °C, en g/cm<sup>3</sup>

Date	t des mesures (°C)		Masse volumique à 20 °C	
	Individuelle	Moyenne	Individuelle	Moyenne
12 juin 1952 .....	19,112		7,832 403	
13 .....	267	19,409	396	7,832 439
19 .....	627		475	
20 .....	632		483	
22 oct. 1953 .....	19,264		401	
23 .....	272	19,276	433	443
24 .....	292		494	
27 nov. 1954 .....	18,818	18,944	364	419
30 .....	19,071		474	
17 avril 1956 .....	20,823		492	
20 .....	552	20,585	555	491
26 .....	380		426	
28 déc. 1961 .....	19,288		485	
9 janv. 1962.....	20,385	19,933	541	499
12 .....	338		444	
17 .....	19,720		527	
19 mars 1964.....	21,244		443	
24 .....	436	21,376	447	443
26 .....	449		439	
Moyennes générales...	19,946		7,832 459	

On remarquera l'excellente concordance des mesures effectuées en mars 1964 avec la balance Stanton. Nous pensons qu'elle est due, au moins en partie, aux mécanismes commandés à distance qui permettent, sans ouvrir la cage supérieure de la balance, l'échange des masses placées dans l'air et le dépôt des surcharges pour déterminer la sensibilité, évitant ainsi de troubler considérablement la température de l'instrument.

(4) CHAPPUIS (P.), Dilatation de l'eau, *Travaux et Mémoires B.I.P.M.*, 13, 1907.  
(5) AMAGAT (E. H.), *Ann. Chimie Physique*, 6<sup>e</sup> série, 29, 1893, p. 505.

DEUTSCHES AMT FÜR MESSWESEN UND WARENPRÜFUNG, Berlin

La masse du cylindre n'a pas été déterminée dans ce laboratoire; on a admis celle qui a été trouvée au Bureau International en juin et octobre 1952, soit 995,908 65 g.

Quatre pesées hydrostatiques ont été effectuées au cours de l'été 1952 à des températures comprises entre 19,6 et 21,2 °C, dans trois échantillons d'eau fraîchement distillée.

Les corrections de température ont été calculées avec le coefficient de dilatation cubique moyen  $\alpha_{0,t} = (45,630 + 0,028\ 98\ t) \times 10^{-6}/\text{deg}$ , déduit des mesures faites autrefois au comparateur, au Bureau International, sur une tige de « Nicral D » de 1 m de longueur.

L'emploi du coefficient admis maintenant ( $\alpha_{20} = 45,93 \times 10^{-6}/\text{deg}$ ) ne changerait pas les résultats d'une quantité appréciable.

On s'est servi, pour la masse volumique de l'eau, des tables de Chappuis. Les résultats suivants ont été obtenus :

	<i>Masse volumique à 20 °C</i>
	7,832 37 g/cm <sup>3</sup>
	42
	42
	36
Moyenne .....	<u>7,832 392 g/cm<sup>3</sup></u>

COMITÉ NATIONAL DES NORMES,  
DES MESURES ET INSTRUMENTS DE MESURE DE L'U.R.S.S., Moscou

La masse du cylindre a été déterminée dans ce laboratoire et sa valeur (produit de la masse volumique par le volume) a été trouvée égale à 995,908 30 g, assez différente de celle qui résulte de la détermination faite au Bureau International en juin 1953 (995,908 55 g), lorsque le cylindre a été rapporté de Moscou.

Deux groupes de pesées hydrostatiques ont été effectués :

1° Dix mesures du 19 au 27 mars 1953 ont conduit à la valeur 7,832 486 g/cm<sup>3</sup> à 20 °C.

2° Huit mesures du 15 avril au 5 mai 1953 ont donné la valeur 7,832 485 g/cm<sup>3</sup> à 20 °C.

Ces nombres ont été obtenus en utilisant les tables de Chappuis et le coefficient de dilatation cubique moyen  $\alpha_{0,t} = (45,630 + 0,028\ 98\ t) \times 10^{-6}/\text{deg}$ . L'emploi du nouveau coefficient ( $\alpha_{20} = 45,93 \times 10^{-6}/\text{deg}$ ) ne changerait rien à ces résultats.

Les pesées hydrostatiques ont été faites à des températures comprises entre 20,83 et 21,17 °C.

L'eau distillée dont on s'est servi avait une résistivité de  $1 \times 10^4 \Omega \cdot \text{m}$ .

La pression de l'air était mesurée avec le baromètre étalon de l'Institut de Métrologie, avec une incertitude de  $\pm 0,7 \text{ N/m}^2$  ( $\pm 0,005 \text{ mm Hg}$ ).

Toutes les mesures de température ont été faites avec des thermomètres à mercure; leur précision était de  $\pm 0,01 \text{ deg}$ . L'humidité de l'air était déterminée à l'aide d'un psychromètre.

NATIONAL PHYSICAL LABORATORY, Teddington

*Pesées dans l'air.* — La masse du cylindre a été déterminée au Bureau International avant son envoi à Teddington et après son retour à Sèvres. Au National Physical Laboratory elle fut mesurée deux fois. Le tableau ci-dessous contient les résultats de ces mesures :

B.I.P.M. 2-5 nov. 1954	994,925 25 g	Avant des pesées hydrostatiques
B.I.P.M. 21-22 déc. 1954	925 31	Après des pesées hydrostatiques
N.P.L. été-automne 1955	925 36	Pesée initiale
	925 35	Au cours du 2 <sup>e</sup> groupe de pesées dans l'eau
B.I.P.M. 6-13 févr. 1956	925 22	

*Pesées hydrostatiques.* — Les pesées dans l'eau ont été divisées en deux groupes utilisant des équipements différents mis en œuvre par divers observateurs. La principale différence entre les deux groupes de mesures résidait dans les moyens mis en œuvre pour tenir compte des forces capillaires qui agissent sur le fil de suspension. Une autre différence importante se rapportait au contrôle de la température de l'eau.

Groupe 1. — La balance hydrostatique et le bain à thermostat du N.P.L. ont été utilisés. La balance a une portée de 250 g. On a renforcé les suspensions, mais les pièces en agate n'ont pas été changées. L'eau était brassée continuellement, sauf pendant les oscillations. La température était contrôlée à  $\pm 0,005$  deg.

La température de l'eau était lue sur deux thermomètres à mercure divisés en 0,01 degré; leurs réservoirs avaient la même longueur que le cylindre et en étaient voisins.

Les fils de suspension en platine de 0,5 mm de diamètre étaient recouverts de noir de platine.

Au cours d'une journée le cylindre était pesé à trois températures autour de 20 °C.

L'eau utilisée provenait de deux sources (M et C); elle était probablement saturée d'air. Des échantillons d'eau prélevés à ces sources ont donné, après séchage par évaporation, 0,3 et 0,8  $\times 10^{-8}$  de matières solides.

Groupe 2. — Pour ces mesures on utilisait un fil de suspension en tungstène de 0,1 mm de diamètre. Les forces capillaires agissant sur ce fil étaient réduites en versant sur l'eau une très petite quantité d'acide gras insoluble. Moins de 0,1 mm<sup>3</sup> d'acide oléique recouvrait la surface de l'eau qui était d'environ 625 cm<sup>2</sup>. Son effet sur la densité de l'eau de la cuve, d'un volume de 15 l, était entièrement négligeable.

La balance de 1 kilogramme qui a servi aux pesées dans l'air était utilisée et le cylindre suspendu était immergé dans un grand récipient en verre protégé par une épaisseur de 4 cm de liège. La méthode des oscillations pouvait être utilisée, malgré l'amortissement dû à l'eau, à cause de la grande inertie du fléau de la balance.

La masse apparente du cylindre dans l'eau, à des températures voisines de 20 °C, était fournie par des pesées alternées de l'étrier avec ou sans le cylindre qui était alors remplacé par des poids posés sur le plateau corres-

pondant de la balance, dans l'air. Une tare constante était maintenue dans l'autre plateau.

La constance de la température de l'eau reposait sur l'inertie thermique de la grande quantité de liquide employée. La température de la salle où se faisaient les mesures était réglée.

L'eau n'était pas agitée à cause de la couche d'acide oléique, sauf dans la dernière série d'observations où l'on agitait 1 h 30 min avant chacune des deux pesées alternatives.

La température de l'eau était mesurée au moyen de 12 thermocouples cuivre-constantan, placés symétriquement autour et près du cylindre en quatre groupes verticaux de trois en série. Ces thermocouples, dont les indications étaient rapportées à un thermomètre à mercure gradué en 1/100 de degré, avaient été étalonnés au préalable avec deux thermomètres semblables.

Trois séries de pesées furent faites, chacune avec un échantillon différent d'eau distillée. Cette eau était à peu près certainement saturée d'air. Les quantités de matières solides trouvées après évaporation furent respectivement de 1,8, 1,3 et 1,6 mg par litre.

Les résultats indiqués dans le tableau II ont été calculés à l'aide des tables de Chappuis.

TABLEAU II  
Masse volumique du cylindre en « Nicral D » à 20 °C, en g/cm<sup>3</sup>

Date	Eau	t des mesures (°C)		Masse volumique à 20 °C	
		Individuelle	Moyenne	Individuelle	Moyenne
Juin 1955 Groupe I	M	20,0		7,832 404	
	C	20,0		409	
	C	20,0	20,0	419	7,832 412
	M	20,0		418	
Été-automne 1955 Groupe 2	M	20,9		462	
	M	19,8	20,2	454	441
	M	19,8		409	
Moyennes générales . . . . .		20,1		7,832 425	
				Correction pour solides dans l'eau . . . . .	+ 0,000 005
				Résultat . . . . .	7,832 430

NATIONAL BUREAU OF STANDARDS, Washington

Le cylindre en « Nicral D » a été transporté en juillet 1956 au National Bureau of Standards, où il n'a pu être étudié que dans le premier semestre de l'année 1958. De Washington, il a été envoyé directement au National Research Council à Ottawa qui l'a retourné au Bureau International en avril 1960.

*Pesées dans l'air.* — Une balance Rueprecht d'une portée de 2 kg a été utilisée pour comparer le cylindre aux prototypes N<sup>os</sup> 4 et 20 ainsi qu'à trois autres Kilogrammes. Les valeurs de la masse du cylindre trouvées au cours de la période précitée sont reproduites ci-dessous

B.I.P.M. 6-13 février 1956 . . . . .	994,925 22 g
N.B.S. 1958 . . . . .	925 26
B.I.P.M. 23-30 mai 1960 . . . . .	925 15

*Pesées hydrostatiques.* — Ces pesées ont été effectuées à l'aide d'une balance Rueprecht de 1 kg de portée. La température et l'humidité à l'intérieur de la cage étaient mesurées, mais pas réglées. Le cylindre était suspendu par un fil de platine de 0,5 mm de diamètre dans de l'eau distillée entourée par un bain à température réglée. La température de l'eau distillée était mesurée par un thermomètre à résistance de platine. L'eau provenant de deux sources fut utilisée dans différents essais, mais aucune différence importante n'en résulta.

Toutes les pesées hydrostatiques furent exécutées à l'aide des prototypes N<sup>os</sup> 4 et 20 et des masses de 100 g à 1 mg prélevées sur une série spécialement étalonnée avant son emploi.

Quatorze valeurs du volume du cylindre ont été obtenues à des températures voisines de 18,20 et 22 °C.

On a utilisé pour la densité de l'eau les tables de Chappuis recalculées en 1937 par Tilton et Taylor. On en a déduit pour la masse volumique du cylindre la valeur suivante :

$$7,832\ 434\ \text{g/cm}^3\ \text{à}\ 20\ \text{°C.}$$

L'emploi des tables de Chappuis modifie légèrement ce résultat qui devient :

$$7,832\ 439\ \text{g/cm}^3\ \text{à}\ 20\ \text{°C.}$$

#### NATIONAL RESEARCH COUNCIL, Ottawa

*Pesées dans l'air.* — Les pesées dans l'air ont été effectuées, avant et après les pesées hydrostatiques, à l'aide d'une balance Rueprecht. Le cylindre a été comparé en série fermée à quatre masses de 1 kg. Après les pesées dans l'eau, la masse du cylindre a été trouvée plus élevée de + 0,057 mg.

*Pesées hydrostatiques.* — Les pesées dans l'eau ont été faites avec la même balance qui a servi aux pesées dans l'air. La balance entière, y compris la chambre hydrostatique et le socle en béton, était protégée par un écran isothermique dans lequel circulait de l'eau à température contrôlée.

On a utilisé huit thermocouples pour déterminer la température de l'eau au voisinage du cylindre. Ces thermocouples étaient associés à un thermomètre à résistance de platine.

On s'est servi d'eau fraîchement distillée pour les travaux de chaque jour et provenant de trois sources : A, B et C.

Les fils de suspension de l'étrier dans l'eau, qu'on a utilisés, étaient en acier inoxydable recouvert de silice. Les fils avaient 0,15 mm ou 0,20 mm de diamètre. Ils étaient changés chaque jour d'observation.

On s'est servi d'une lunette pour observer le ménisque formé autour du fil de suspension à la surface de l'eau et s'assurer qu'il n'y avait pas de poussières au contact du fil.

Avant les pesées, le vase contenant l'eau distillée ainsi que l'étrier et le cylindre immergés, étaient mis sous le vide pendant dix heures, puis on laissait rentrer l'air et l'on élevait la température jusqu'à ce qu'elle atteigne la valeur désirée. Après stabilisation de la température on faisait à nouveau le vide pendant une à deux heures et l'on réglait la température de l'eau avant de commencer les mesures.

TABLEAU III

Masse volumique du cylindre en « Nicral D » à 20 °C, en g/cm<sup>3</sup>

Date	Eau	t des mesures (°C)		Masse volumique à 20 °C	
		Individuelle	Moyenne	Individuelle	Moyenne
23 nov. 1959	A	19,810	19,813	7,832 457	7,832 446
	A	816		434	
25 nov.	A	19,838	19,812	439	439
	A	787		439	
27 nov.	A	19,993	19,989	458	459
	A	985		460	
30 nov.	A	20,059	20,049	417	417
	A	038		417	
2 déc.	A	19,744	19,753	447	450
	A	763		453	
4 déc.	A	20,102	20,084	426	430
	A	065		434	
5 janv. 1960	B	19,928	19,926	440	459
	B	924		459	
	B	927		478	
7 janv.	B	19,944	19,922	469	459
	B	930		474	
	B	914		435	
	B	901		459	
12 janv.	C	20,004	19,952	411	431
	C	19,969		435	
	C	931		439	
	C	905		441	
14 janv.	B + C	20,024	20,001	435	436
	B + C	007		452	
	B + C	19,992		429	
	B + C	982		427	
19 janv.	B	19,928	19,928	474	463
	B	928		471	
	B	928		457	
	B	930		452	
21 janv.	C	19,919	19,932	450	482
	C	930		494	
	C	946		503	
Moyennes générales ...		19,935		7,832 449	

On a appliqué des corrections aux observations pour tenir compte de la différence de hauteur entre le cylindre et le Kilogramme de référence et des déformations élastiques du système de suspension supportant le cylindre.

Le coefficient de dilatation linéaire moyen du cylindre a été mesuré

par des méthodes interférentielles entre 18,7 et 24,7 °C. On a trouvé :  $\alpha = 14,9 \times 10^{-6}/\text{deg}$ , soit pour le coefficient de dilatation cubique :  $\alpha = 44,7 \times 10^{-6}/\text{deg}$ .

Toutes les masses utilisées dans les expériences ont été étalonnées par rapport au Kilogramme de référence en acier inoxydable du National Research Council.

La densité de l'eau a été calculée d'après les tables de Tilton et Taylor, mais les valeurs de la masse volumique du cylindre inscrites dans le tableau III sont corrigées et correspondent à l'emploi des tables de Chappuis.

#### NATIONAL STANDARDS LABORATORY, Chippendale

*Pesées dans l'air.* — La masse du cylindre fut déterminée trois fois : avant, pendant et après les pesées hydrostatiques, par des comparaisons avec quatre Kilogrammes étalons qui avaient été vérifiés eux-mêmes à l'aide du prototype N° 44, appartenant à l'Australie.

La surface du cylindre qui s'était peu à peu rayée avait été soumise à un nouveau polissage au Bureau International, en septembre 1960, peu avant que le cylindre soit envoyé à Chippendale. La valeur de la masse trouvée aussitôt après ce polissage est assez différente de celles qui ont été fournies par les déterminations ultérieures. Cette anomalie qui semble bien réelle n'a pas été expliquée, mais elle n'affecte en rien les mesures de masse volumique effectuées au National Standards Laboratory. Ces valeurs sont inscrites dans le tableau ci-dessous.

#### Masse du cylindre

Date	Laboratoire	Masse
9-13 sept. 1960 . . . . .	B.I.P.M.	994,747 01 g
27 mars 1961 . . . . .	N.S.L.	745 84
22 juin 1961 . . . . .	N.S.L.	745 72
19 juil. 1961 . . . . .	N.S.L.	745 79
21 août 1961 . . . . .	N.S.L.	745 88
3 nov.-14 déc. 1961 . . .	B.I.P.M.	745 66
19-23 janv. 1962 . . . . .	B.I.P.M.	745 68

*Pesées hydrostatiques.* — La balance utilisée pour ces mesures a une portée de 500 g. Le vase contenant l'eau distillée dans laquelle plonge le cylindre est placé dans un grand récipient rempli d'eau. La température de l'eau est contrôlée à  $\pm 0,002$  deg après une période de stabilisation de quatre heures.

Un thermomètre à résistance de platine plonge dans le vase intérieur. Ce thermomètre a été étalonné avant et après les mesures de masse volumique. Le contrôle permanent de la température était fait avec un thermomètre à mercure gradué en 0,01 degré de 19,5 à 20,5 °C et étalonné à 20 °C. Toutes les déterminations de masse volumique furent faites à la même lecture du thermomètre à mercure, contrôlée de temps en temps avec le thermomètre à résistance de platine.

On considère que la température de l'eau et du cylindre était mesurable à  $\pm 0,003$  deg.



On a utilisé deux fils de suspension en acier inoxydable de 0,5 mm de diamètre recouverts de noir de platine.

Le vase intérieur était nettoyé à l'acide chromique avant d'être rincé à l'alcool et à l'eau distillée.

Pour éviter les bulles d'air on introduisait avec précaution le cylindre dans l'eau. Plusieurs essais étaient généralement nécessaires. Lorsque la température était stabilisée on équilibrait approximativement la balance. La masse apparente du cylindre dans l'eau était équilibrée par un poids spécial en bronze d'aluminium ayant une valeur nominale de 868 g et qui avait été déterminé dans les mêmes conditions que la masse du cylindre.

La résistivité de l'eau distillée, après usage, était comprise entre  $8 \times 10^2$  et  $5 \times 10^2 \Omega \cdot m$ . La température était maintenue aussi près que possible de 20 °C. Le thermomètre à mercure fut étalonné quatre fois à l'aide du thermomètre à résistance de platine pendant les séries de pesées.

La pression était mesurée avec un baromètre Fortin et l'humidité avec un psychromètre à aspiration.

Le coefficient de dilatation cubique moyen du cylindre a été déterminé d'après des mesures de masse volumique faites entre 19,5 et 20,5 °C. On a trouvé  $\alpha_{20} = 42 \times 10^{-6}/\text{deg}$ .

Quinze déterminations de volume ont été faites au total, au cours desquelles on a changé l'eau distillée trois fois complètement et trois fois partiellement. Les tables de Tilton et Taylor ont été utilisées, mais les résultats du tableau IV sont corrigés pour correspondre à l'emploi des tables de Chappuis.

TABLEAU IV

*Masse volumique du cylindre en « Nicral D » à 20 °C, en g/cm<sup>3</sup>*

11 juillet 1961	7,832 402
12 » »	402
14 » »	390
14 » »	390
17 » »	396
17 » »	396
21 » »	402
24 » »	415
24 » »	420
25 » »	396
25 » »	409
26 » »	409
26 » »	409
27 » »	409
8 août »	399
Moyenne . . . . .	7,832 403

NATIONAL RESEARCH LABORATORY OF METROLOGY, Tokyo

*Pesées dans l'air.* — La masse du cylindre a été déterminée par comparaison avec des étalons de la série primaire N° 1, à l'aide d'une balance Rueprecht et en utilisant la méthode de transposition. Les pièces de cette

série primaire sont en nickel de 1 000 g à 1 g et en platine de 500 mg à 1 mg. Leur dernier étalonnage, effectué en 1956-1957 en fonction du Kilogramme prototype N° 6, avait montré que la masse des pièces en nickel diminuait sensiblement dans le cours du temps (de l'ordre de  $10^{-6}$  en vingt années).

On a trouvé pour la masse du cylindre la valeur 994,745 8 g.

Les comparaisons faites au Bureau International avant et après cette détermination avaient donné :

19-23 janvier 1962	994,745 68 g
17-19 mars 1963	745 67

La valeur plus forte trouvée à Tokyo correspond bien au sens de la variation des pièces de la série primaire N° 1.

Pour déterminer la masse apparente du cylindre dans l'eau, on a utilisé des pièces de la même série N° 1, si bien que leur évolution ne doit avoir pratiquement aucun effet sur la valeur de la masse volumique du cylindre.

*Pesées hydrostatiques.* — Les pesées du cylindre dans l'eau ont été effectuées à l'aide d'une balance à bras égaux d'une portée maximale de 1 kg. L'observateur était éloigné de la balance de 2 m environ.

L'eau pure pour les mesures était contenue dans un vase cylindrique en verre, de 15 cm de diamètre et 30 cm de hauteur, muni d'un trop-plein pour maintenir l'eau à un niveau constant. Ce vase était placé lui-même dans un récipient plus grand, en verre, contenant de l'eau.

L'étrier supportant le cylindre était suspendu à un plateau de la balance par un fil en acier inoxydable de 0,5 mm de diamètre sur lequel on avait déposé du noir de platine par électrolyse.

La température de l'eau a été mesurée à l'aide d'un thermomètre à résistance de platine dont la précision est de 0,001 deg environ. La température de la salle pendant les mesures était comprise entre 20,1 et 20,8 °C.

TABLEAU V

Masse volumique du cylindre en « Nicral D » à 20 °C, en g/cm<sup>3</sup>

Date	t de l'eau (°C)	Masse volumique à 20 °C
2 octobre 1962	20,452	7,832 39
3 » »	20,081	47
4 » »	19,873	46
4 » »	19,973	46
5 » »	20,901	41
5 » »	20,787	40
9 » »	19,895	47
9 » »	19,890	57
10 » »	19,686	41
10 » »	19,893	44
11 » »	19,861	44
11 » »	20,053	43
12 » »	19,651	42
12 » »	19,844	40
Moyennes	20,060	7,832 441

La pression atmosphérique a été déterminée avec un baromètre Fortin dont la précision est de l'ordre de 13 N/m<sup>2</sup> (0,1 mm Hg). L'état hygrométrique de l'air était mesuré à l'aide d'un psychromètre du type Assmann.

L'eau pure préparée par distillation répétée ou par déminéralisation a conduit à des résultats équivalents. On n'a pas mesuré sa résistivité.

On a fait quatorze mesures de la masse volumique du cylindre et l'on a utilisé pour leur réduction les tables de Chappuis. Les résultats sont donnés au tableau V.

#### RÉSUMÉ ET CONCLUSION

On a réuni dans le tableau VI les moyennes des résultats trouvés par les huit laboratoires qui ont participé à ces expériences.

TABLEAU VI

*Masse volumique du cylindre en « Nicral D » à 20 °C, en g/cm<sup>3</sup>*

Laboratoire	Date	Température (°C)	Masse volumique à 20 °C
B.I.P.M. (Sèvres)	juin 1952-mars 1964	18,8 à 21,4	7,832 46
D.A.M.W. (Berlin)	été 1952	19,6 à 21,2	39
C.N.N.M.I.M.* (Moscou)	mars-mai 1953	20,8 à 21,2	49
N.P.L. (Teddington)	été-automne 1955	19,8 à 20,9	43
N.B.S. (Washington)	1958	18 à 22	44
N.R.C. (Ottawa)	nov. 1959-janv. 1960	19,7 à 20,1	45
N.S.L. (Chippendale)	juil.-août 1961	20	40
N.R.L.M. (Tokyo)	octobre 1962	19,7 à 20,9	44
	Moyenne . . . . .		7,832 44

\* Autrefois C.C.M.I.M.

Ainsi, la plus grande différence relative entre deux des résultats ci-dessus est de l'ordre de 1/100 000, tandis que les plus grands écarts avec la moyenne atteignent seulement cinq à six millièmes. C'est probablement la limite de la précision à laquelle on peut prétendre dans ce genre de mesures dont les points délicats demeurent, à notre avis, l'amortissement irrégulier des oscillations de la balance dû au passage du fil de suspension à travers la surface de l'eau, et l'élimination des bulles d'air sur les corps immergés. Cependant, nous avons vu (p. 108) que l'emploi au Bureau International d'une nouvelle balance (Stanton) avait amélioré notablement la concordance des derniers résultats.

Du point de vue pratique, les pesées hydrostatiques permettent de déterminer le volume des étalons de masse et par suite de calculer la poussée de l'air qu'ils subissent pendant les pesées, avec une précision presque toujours amplement suffisante. En effet, le volume calculé du cylindre étudié varie, dans les cas extrêmes, de 127,673 3 cm<sup>3</sup> à 127,674 9 cm<sup>3</sup>, ce qui correspond, dans les conditions habituelles des comparaisons, à une incertitude de 0,002 mg sur la correction de poussée de l'air.

Quelques laboratoires, cependant, qui ont le privilège de posséder une balance de la plus haute perfection, capable de comparer deux Kilogrammes

avec une précision voisine du microgramme, jugeront sans doute qu'il serait souhaitable de réduire encore la faible incertitude que comporte la détermination des volumes par la méthode des pesées hydrostatiques.

Mais la qualité de l'état de surface des corps à étudier, qui influe probablement sur la précision des mesures dans l'air et dans l'eau, devrait être alors sensiblement améliorée. En particulier, il faudrait s'efforcer d'éviter à la fonte les trop nombreuses piqûres que présentent fréquemment les pièces en platine iridié.

(Janvier 1965)

---

## NOTICE NÉCROLOGIQUE



## GINO CASSINIS

(1885-1964)

Par Ch. VOLET

---

L'éminent savant que fut Gino Cassinis est né à Milan le 27 janvier 1885 et mort le 13 janvier 1964. C'est donc quelques jours avant d'entrer dans sa 80<sup>e</sup> année que se terminait brusquement sa féconde carrière entièrement consacrée à la science, à l'enseignement et à la chose publique. A voir notre collègue toujours aussi alerte, suivant avec un intérêt soutenu les discussions et trouvant souvent les solutions les plus rationnelles aux problèmes étudiés, nul ne pouvait songer que cette lumière brillait depuis si longtemps.

G. Cassinis fut le cinquième membre de nationalité italienne du Comité International depuis sa création en 1875. Le premier, G. Govi (de 1875 à 1889), professeur à l'Université de Turin, exerça momentanément (1875 à 1877) la fonction de directeur du Bureau International. J. Brioschi, président de l'« Accademia dei Lincei » lui succéda de 1889 à 1895. Puis vint P. Blaserna, professeur à l'Université de Rome, qui fut membre de 1897 à 1918 et secrétaire du Comité International à partir de 1901. En 1919 fut nommé V. Volterra, prestigieux mathématicien, sénateur du royaume d'Italie et président de l'« Accademia dei Lincei » ; sa haute personnalité le fit rapidement choisir en 1921 comme président du Comité, fonction qu'il occupa jusqu'à sa mort en 1940. Dès lors le nom de G. Cassinis s'imposa pour siéger au Pavillon de Breteuil où il était précédé par sa réputation de savant, d'administrateur et de fin négociateur. Ces qualités, auxquelles s'ajoutait une bienveillance souriante qui n'excluait pas une vigilante droiture, ont permis à Cassinis de rendre de grands services à notre Institution singulièrement dans la période où il assumait les fonctions de secrétaire du Comité International, c'est-à-dire de 1952 à 1962. C'est alors que se préparait laborieusement le grand changement survenu dans la vie du Bureau International qui devait voir ses tâches et ses responsabilités considérablement accrues en même temps que son budget passait en quelques années à une valeur quadruplée. G. Cassinis n'a jamais hésité pour assister aux réunions de plus en plus fréquentes du Comité International ou de son bureau, à accepter les fatigues d'un voyage éclair, passant des nuits en chemin de fer ou faisant un saut en avion pour être à Sèvres, ne fut-ce que quelques heures, dans l'intervalle d'autres séances importantes qui exigeaient sa présence à Milan ou à Rome.

Avec Cassinis les fonctions de secrétaire du Comité prirent une importance qui ira sans doute en grandissant encore à mesure que le Bureau Inter-

national voit ses activités se multiplier et son audience s'étendre dans de nouveaux milieux scientifiques. Les temps sont toutefois révolus où le secrétaire du Comité dirigeait presque la vie quotidienne du Bureau International. Ce fut le cas du premier secrétaire, A. Hirsch, directeur de l'Observatoire de Neuchâtel, dont la correspondance avec le président, le directeur, les ambassades et quelques fournisseurs remplit plusieurs livres de copies de lettres d'un texte serré. Certes, il s'agissait à cette époque de mettre sur pied une organisation toute nouvelle dans le monde scientifique et Hirsch, avec l'éminent président W. Foerster, en était l'un des plus ardents promoteurs; c'était, disait-on, un secrétaire présidentiel. Plus tard, l'organisation ayant été mise sur une bonne voie, le Comité International accorda au directeur une autonomie plus large. Ce n'est qu'à une époque récente que les réunions fréquentes et si utiles du bureau du Comité ont été instituées en même temps que l'on comblait heureusement une lacune en nommant un vice-président. J'ai moi-même été le premier directeur à bénéficier d'une collaboration aussi étroite avec le Comité. Pour ne parler que de notre cher ancien secrétaire disparu, je ne peux m'empêcher de dire combien ses conseils m'ont été utiles et combien l'amitié dont il m'honorait fut pour moi une aide précieuse dans l'accomplissement de ma tâche.

La carrière de géodésien et de professeur de G. Cassinis commence en 1908 à Rome où il avait été diplômé ingénieur. Son intérêt s'est porté aussitôt sur les problèmes les plus récents de la géodésie, depuis la triangulation des villes, les nivellements de précision, la photogrammétrie, la gravimétrie et l'isostasie. La photogrammétrie était à ses débuts dans la jeunesse de Cassinis. Il en saisit aussitôt l'immense intérêt et s'en fit l'ardent propagandiste, aussi bien pour en obtenir une large application dans son pays que pour provoquer l'étude et la construction d'instruments appropriés de premier ordre. L'autorité acquise par Cassinis dans cette matière dépassa rapidement le cercle de ses compatriotes. C'est ainsi qu'il fut président de la Société internationale de Photogrammétrie de 1934 à 1938 avant d'en être président d'honneur.

Quant à la gravimétrie elle fut peut-être sa science de prédilection. Il exécuta plusieurs déterminations de gravité relative, soit en campagne soit dans des croisières sous-marines. Il appuya aussi vivement les recherches expérimentales et théoriques inaugurées vers 1946 au Pavillon de Breteuil en vue de la mesure absolue de la gravité. Cassinis a laissé son nom à une formule qui donne la valeur de la pesanteur dite normale en fonction de la longitude et de la latitude du lieu; elle a été adoptée internationalement en 1931.

La partie de l'œuvre de Cassinis qui concerne la formation des ingénieurs et l'enseignement en général n'est pas celle qui fut la moins importante pour toute une génération d'ingénieurs et de géodésiens. Dans les périodes qui précédèrent et suivirent la première Guerre mondiale (à laquelle il prit part comme capitaine du génie), Cassinis fut assistant à l'Université de Rome et connut alors une activité particulièrement féconde, abordant avec autorité les questions d'astronomie, de mathématique et de géométrie sans la possession desquelles nul ne peut se dire géodésien. A partir de 1924 il enseigna à l'Université de Pise jusqu'en 1932, date à laquelle il fut appelé dans sa chère ville natale de Milan pour occuper la chaire de topographie à l'École Polytechnique.

Dans son « Politecnico » Cassinis eut l'occasion de donner toute sa mesure



comme professeur, organisateur et animateur. Il devint vice-directeur, puis directeur de cette grande école italienne d'ingénieurs. Il en développa les laboratoires de géodésie en les équipant des instruments topographiques les plus modernes. Cette œuvre poursuivie avec foi et persévérance (malheureusement pas toujours avec l'appui des sphères officielles) a donné à son auteur la satisfaction de voir le « Politecnico » de Milan prendre un rang des plus honorables parmi les écoles similaires d'Europe. Ce résultat est d'autant plus méritoire qu'il fut en partie acquis dans une période gravement troublée par les séquelles économiques et politiques de la seconde Guerre mondiale : G. Cassinis n'accepta d'être élu directeur du « Politecnico » en 1944 qu'à la condition hautement et publiquement déclarée qu'il ne lui serait pas demandé par le Gouvernement de la République Italienne d'agir contre sa conscience. Tel était l'homme, modeste, généreux, bienveillant et droit.

Mentionnons encore, pour ce qui nous concerne plus directement, la part qu'il prit comme président de la Commission italienne de Métrologie dans l'établissement d'un projet de législation des poids et mesures et dans l'élaboration du Système International d'Unités.

Sans les avoir cherchés, Cassinis arriva en fin de carrière avec un grand nombre de titres honorifiques décernés par des associations d'Italie ou de l'étranger ; il était membre correspondant de l'Institut de France depuis 1955. En 1961, il fut élu président de l'« Accademia dei Lincei » et cette haute distinction a été un couronnement de carrière auquel Cassinis fut particulièrement sensible. Il tenait à exercer ses fonctions avec ponctualité mais dans cette ultime séance de janvier 1964 à Rome il ressentit un malaise qui l'obligea à demander à son collègue et ami E. Perucca de le remplacer momentanément à la présidence. Malheureusement l'heure fatale approchait ; deux jours plus tard G. Cassinis était terrassé par un mal inexorable.

Notre ancien collègue n'était pas un savant enfermé dans une tour d'ivoire. Sa grande connaissance des hommes et son autorité l'ont fait s'intéresser à la vie publique de la cité. Si Milan possède aujourd'hui un chemin de fer métropolitain, elle le doit en grande partie à Cassinis qui n'hésita pas à se pencher lui-même sur les problèmes techniques que posait une telle entreprise. Les fonctions de syndic de Milan qu'il exerçait depuis 1961 lui imposaient bien d'autres fatigues et responsabilités, aussi éprouvait-il le besoin de renoncer à certaines des activités qu'il n'était plus en mesure de remplir au plus près de sa conscience. Cette décision eut pour conséquence de priver le Comité International de la collaboration de G. Cassinis comme secrétaire, fonction qu'il résigna en octobre 1962, après avoir largement contribué au succès de la Conférence Générale des Poids et Mesures de 1960.

Il était encore membre du Comité International lorsque la mort l'a enlevé brutalement à l'affection de ses collègues qui gardent fidèlement son souvenir.

---



## INDEX

- Accélération due à la pesanteur, détermination absolue en cours, 46  
Accord de siège, 30  
Atto, 24  
Avertissement historique, 5
- Balances  
Rueprecht (N° 1), 14; (N°s 5 et 2), 44  
Stanton (hydrostatique), 44  
Base géodésique interférentielle, 43  
Bâtiments, 19  
laboratoires radiations ionisantes, construction, 34; inauguration, 96  
travaux (entretien, aménagements), 38  
Budget 1965, 19, 20
- Carbone 14, période (question soumise au Groupe de travail des radionucléides), 98  
Certificats, Notes d'étude, 63  
Césium (étalon atomique fréquence, temps), 24, 72  
Coefficient gyromagnétique du proton (résolution), 17  
Comités Consultatifs, 13  
composition, sessions futures, 28  
Définition Seconde, 24; 3<sup>e</sup> rapport, 71  
Groupes de travail, 13  
radiations ionisantes, 94, 96, 97;  
suppression du Groupe « Étalons de radium », 29, 97  
thermométrie, 90  
Radiations Ionisantes, 27; 5<sup>e</sup> rapport, 93  
Thermométrie, 27; 7<sup>e</sup> rapport, 83  
Unités, création, 22, 29  
Comité International, 7  
bureau du Comité, réunions, 12;  
renouvellement, 29  
décès (G. Cassinis), 11, 12, 121  
démission (A. Danjon), 12  
élections (P. K. Kichlu, K. Siegbahn, A. Maréchal), 12  
membre honoraire (A. Danjon), 12  
Rapport du Secrétaire, 12  
renouvellement par moitié, 18
- Commission Administrative, rapport, 19  
Commission du Système d'Unités, rapport, 21  
transformation en comité consultatif, 22
- Comparaisons internationales  
étalons  $\Omega$  et V, 48  
étalons de température de couleur, 51  
masse volumique, 45, 103  
radionucléides, 56  
radium, étalon soviétique N° 5427, 58, 95  
sources de neutrons, 58
- Comparateurs  
à dilatation, 41  
photoélectrique interférentiel, 14, 39;  
mesure des températures dans, 47
- Comptes, 13, 67  
Conférence Générale  
préparation de la 12<sup>e</sup>, 15; propositions, 18, emploi de l'espagnol, 18; sessions ultérieures, 18  
Convention du Mètre, adhésion de l'Afrique du Sud, 13  
Curie, 21, 23
- Décimètre cube (*voir* litre)  
Densité (*voir* Masse volumique)  
Dépôt des prototypes métriques, visite, 18  
Documentation, 60  
Dotation du Bureau  
annuelle (augmentation), 16  
exceptionnelle (3<sup>e</sup>), 15
- Échelles atomiques de temps, comparaison, 75  
Échelle Internationale Pratique de Température, 27; écarts avec échelle thermodynamique, 84; travaux futurs, 89  
Échelle thermodynamique, 84  
Électricité  
coefficient gyromagnétique du proton (résolution), 17

- diodes de Zener, 50  
étalons nationaux  $\Omega$  et V, comparaisons, 48  
fréquences élevées, Groupe d'étude, 28, 101  
unités  $\Omega$  et V du Bureau, 49
- Étalons  
électriques (*voir* Électricité)  
fréquence (atomique), 24, 72  
longueurs à traits (*voir* fils, Mètres, règles, rubans)  
longueurs d'onde (*voir* Interférométrie, Krypton 86, Mercure 198)  
masse (*voir* Kilogrammes, masses)  
photométriques (*voir* Photométrie)  
radium, étalon soviétique N° 5427, 58, 95  
temps (atomique), 24, 72
- Femto, 24
- Fils géodésiques, 41  
allongement sous traction prolongée, 41
- Gravimétrie (mesure absolue de  $g$  en cours, appareillage), 46
- Groupe d'étude pour mesure des grandeurs électriques dans le domaine des fréquences élevées, 28; propositions du, 101; transformation en Groupe de travail du C. C. Électricité, 28.
- Groupes de travail (*voir* Comités Consultatifs)
- Hélium 3, dépôt au Bureau, 47, 89
- Hydrogène atomique, maser à, 72
- Interférométrie, 42  
filtres interférentiels, 43  
interféromètre Michelson, mesure des températures dans, 48  
longueurs d'onde (Hg 198, Kr 86), 42
- Invar, dépression, 41
- Kilogramme, multiples et sous-multiples, 21, 23
- Kilogrammes prototypes en Pt-Ir  
ajustage de deux cylindres, 44  
prototypes du Bureau (N°s 9, 31, 25), 14, 99  
prototypes nationaux (N°s 44, 48, 49, 58), 44
- Krypton 86 ( $\lambda$  radiation  $2p_3-5d_4$ ), 43
- Laboratoire de Dosimétrie (Paris), 14
- Laboratoires internationaux et nationaux (*voir* Organismes)
- Laboratoire des radiations ionisantes du B.I.P.M., inauguration, 96
- Langue espagnole, proposition d'emploi à Conférences Générales, 18
- Litre, 21, 23
- Longueurs, 17, 39
- Manobaromètre interférentiel, 48
- Maser à hydrogène atomique, 72
- Masses, 14, 44, 99
- Masse volumique d'un cylindre, mesures comparatives internationales (résultats finaux), 45, 103
- Mercure 198, 42; variation  $\lambda$  radiation verte, 42
- Mesures neutroniques, 58, 95  
 $^{56}\text{Mn}$ , période, 60  
sources Ra-Be ( $\alpha, n$ ), 58 et Ra-Be ( $\gamma, n$ ), 60; comparaison sources même type, 59
- Metrologia*, 30
- Multiples, sous-multiples (kilogramme), 21, 23
- Neutrons (*voir* Mesures neutroniques)
- Organismes internationaux et nationaux, coopération et relations avec, 60, 98; Laboratoire de Dosimétrie, (Paris), 14
- Personnel du Bureau, 9, 19, 33  
engagements, 33  
départs, 33  
statut, 19  
voyages et visites, 61
- Photométrie, 51  
étalons de température de couleur, comparaison internationale, 51  
hétérochrome (intensité et flux), 52
- Préfixes (atto, femto), 24
- Proton, coefficient gyromagnétique du (résolution), 17
- Publications du Bureau, 60
- Publications extérieures, 61
- Pyrométrie, 86
- Radiations ionisantes, 27, 53, 93  
activités du B.I.P.M., 53, 95  
Comité Consultatif, 5<sup>e</sup> rapport, 93  
Groupes de travail, 94, 96, 97  
laboratoires, construction, 34; inauguration, 96  
travaux (*voir* Mesures neutroniques, Radionucléides, Rayons X)
- Radiations monochromatiques (*voir* Krypton 86, Mercure 198)

- Radionucléides, 55, 95  
  <sup>241</sup>Am, absorption des particules  $\alpha$ , 56  
  comparaisons internationales (<sup>35</sup>S, <sup>60</sup>Co,  
  <sup>241</sup>Am, <sup>90</sup>Sr + <sup>90</sup>Y), 56, 95; étalon  
  soviétique de Ra N° 5427, 58, 95  
  compteur proportionnel, vérification  
  temps mort, 56  
  dispositif  $4\pi\beta(\text{CP})-\gamma$ , recherches sur  
  fonctionnement, 58  
  ensembles de comptage, 57  
  solutions, pureté, 56  
  sources, causes d'erreurs dans prépa-  
  ration, 55  
Radium, étalon soviétique N° 5427,  
  comparaison, 58, 95  
Rapport du Directeur, 14, 19, 33  
Rayons X, 53  
  chambre ionisation à plaques paral-  
  lèles, étude courant de saturation, 55  
  commutateur télécommandé, 55  
  courants ionisation, mesure automa-  
  tique, 54  
  tube à rayons X, stabilisation tension  
  et courant, 53  
Règles et étalons divers, 40, 41  
Rubans géodésiques, 41
- Seconde, 24, 71  
  Comité Consultatif pour la Définition  
  de la, 3<sup>e</sup> rapport, 71  
  de temps des éphémérides, 76  
  définition, discussion sur changement,  
  24, 77  
Spectroscopie  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  (proposition d'acti-  
  vité du B.I.P.M. dans ce domaine),  
  97  
Symboles  
  bar, 22; curie, 23  
Système d'Unités, Commission du, 21  
Symposiums au Bureau, organisation de,  
  27, 97
- Température de couleur, étalon de,  
  comparaison internationale, 51  
Temps  
  échelles atomiques de, comparaison, 75  
  des éphémérides, seconde de, 76  
Thallium, résonateur à, 72  
Thermométrie, 47, 83  
  Comité Consultatif, 7<sup>e</sup> rapport, 83  
  domaines — 183 à 1 063 °C, 84; 20 à  
  90 °K, 87; 4 à 20 °K, 88  
  Échelle Internationale Pratique, 27, 89;  
  écarts avec échelle thermodynami-  
  que, 84  
  échelle thermodynamique, 84; points  
  fixes, 86; définition (proposition de  
  Bodea), 90  
  Groupes de travail I et II, 90  
  hélium 3, dépôt au Bureau, 47, 89  
  manobaromètre interférentiel, 48  
  mesure des températures dans compa-  
  rateur photoélectrique, 47 et inter-  
  féromètre Michelson, 48  
  pyrométrie, lampes à corps noir, 86  
  Table provisoire CCT-64 [ $W=f(T)$ ]  
  pour thermomètres à résistance de  
  Pt dans le domaine 12 à 273 °K, 87
- Unités  
  bar, 22  
  curie, 21, 23  
  différence de température, 21  
  kilogramme, 21, 23  
  litre, 21, 23  
  propositions (ampère, candela, radia-  
  tions ionisantes, lenz), 18, 21, 98  
  seconde, 24
- Versements des États, 13  
Visites et stages au Bureau, 27, 61



---

## TABLE DES MATIÈRES

---

### COMITÉ INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES

53<sup>e</sup> Session (Octobre 1964)

---

	Pages
Avertissement historique .....	5
Liste des Membres du Comité International .....	7
Liste du personnel du Bureau .....	9
Ordre du jour de la session .....	10
Procès-verbaux des séances, 2-13 octobre 1964 .....	11
Ouverture de la session .....	11
<i>Rapport du Secrétaire du Comité</i> (Membres du Comité : décès de G. Cassinis; démission de A. Danjon; élection de P. K. Kichlu, K. Siegbahn et A. Maréchal. Réunions du bureau : préparation de la 12 <sup>e</sup> Conférence Générale. Sessions des Comités Consultatifs, Groupes de travail et Groupe d'étude. Convention du Mètre : adhésion de l'Afrique du Sud. Versements des États. Indications financières).....	12
Constitution de la Commission Administrative .....	14
<i>Rapport du Directeur du Bureau</i> [voir détails plus loin] (Commentaires sur quelques points de ce rapport) .....	14
Prototypes de masse du Bureau International (Autorisation du Comité pour comparer les Kilogrammes Nos 9, 25 et 31 aux témoins Nos 8 (41) et 43 du Kilogramme international).....	14
<i>Préparation de la Douzième Conférence Générale</i> : examen des différents points de l'ordre du jour (Rapports du président du Comité et des présidents des Comités Consultatifs; projets de résolutions présentés; adoption de la Résolution 9 pour la poursuite des travaux sur $\gamma_p$ . Dotation complémentaire d'établissement de la section des radiations ionisantes. Dotation annuelle du Bureau International. Propositions de l'U.R.S.S. et de l'Autriche sur les unités et les étalons de longueur, et du Vénézuéla pour l'emploi de la langue espagnole aux Conférences Générales. Sessions ultérieures de la Conférence Générale. Renouvellement partiel du Comité International).....	15
Vote par la 12 <sup>e</sup> Conférence Générale de la <i>Résolution 1</i> approuvant l'action du Comité International pour l'organisation de la section des radiations ionisantes et l'invitant à poursuivre sa tâche.....	15

Vote par la 12 <sup>e</sup> Conférence Générale ( <i>Résolution 2</i> ) d'une troisième dotation exceptionnelle de 850 000 francs-or pour la section des radiations ionisantes .	15
Vote par la 12 <sup>e</sup> Conférence Générale ( <i>Résolution 4</i> ) des dotations annuelles du Bureau pour 1965 à 1968 (1 300 000 à 1 750 000 francs-or) . . . . .	16
Visite du caveau des prototypes métriques . . . . .	18
<i>Rapport de la Commission Administrative</i> (Statut du personnel: salaires. Examen des chapitres « Personnel » et « Bâtiments » du Rapport du Directeur: nécessité d'engager deux physiciens; travaux d'entretien et de réparation nécessaires. Approbation des comptes de l'exercice 1963. Remarques sur les dépenses du budget 1964. Examen d'un projet de budget 1965) . . . . .	19
Discussion et adoption du Rapport de la Commission Administrative . . . . .	19
Budget pour 1965 . . . . .	20
<i>Rapport de la Commission du Système d'Unités</i> (Progrès du SI. Multiples, sous-multiples et nom du kilogramme. Symbole de l'unité de différence de température. Litre. Curie. Propositions de l'U.R.S.S. Proposition de transformer la Commission en un Comité Consultatif. Remarque sur le symbole du bar. Enquête sur la situation du SI) . . . . .	21
Discussion du Rapport de la Commission des Unités :	
Transformation de la Commission du Système d'Unités en Comité Consultatif des Unités . . . . .	22
Examen des projets de résolutions sur le litre (abrogation de la définition de 1901) et sur le curie soumis à la 12 <sup>e</sup> Conférence Générale ( <i>Résolutions 6 et 7</i> ); adoption par la Conférence des préfixes femto et atto ( <i>Résolution 8</i> ) .	23
Étalons de temps; définition de la seconde (Échanges de vues sur l'adoption d'une définition de l'unité de temps par un étalon atomique ou moléculaire. Projet de résolution soumis à la 12 <sup>e</sup> Conférence Générale ( <i>Résolution 5</i> ). Déclaration du Comité International adoptant la fréquence de l'étalon à césium 133 (9 192 631 770 Hz) pour les mesures physiques de temps) . . . . .	24
<i>Travaux des Comités Consultatifs et Rapports présentés au Comité International :</i>	
Définition de la Seconde . . . . .	27
Radiations ionisantes; recommandations pour l'organisation de symposiums et la venue à Sèvres de physiciens étrangers . . . . .	27
Thermométrie; projet de résolution soumis à la 12 <sup>e</sup> Conférence Générale pour la poursuite des travaux en vue de la révision de l'Échelle Internationale Pratique de Température ( <i>Résolution 10</i> ) . . . . .	27
Groupe d'étude pour la mesure des grandeurs électriques dans le domaine des fréquences élevées (Propositions; transformation de ce Groupe d'étude en un Groupe de travail du Comité Consultatif d'Électricité) . . . . .	28
Composition et prochaines sessions des sept Comités Consultatifs (Électricité: présidence des deux Groupes de travail. Photométrie: éventualité de la création d'un Groupe de travail sur la radiométrie absolue. Thermométrie: désignation de F. G. Brickwedde (États-Unis) comme président. Définition du Mètre: K. M. Baird (Canada) assistera le président. Définition de la Seconde: désignation de H. Barrell (Royaume-Uni) comme président. Radiations Ionisantes: désignation de K. Siegbahn (Suède) comme vice-président; suppression du Groupe de travail des « Étalons de radium ». Unités: présidence confiée à J. de Boer (Pays-Bas) . . . . .	28
Renouvellement du bureau du Comité (Démission de R. Vieweg comme président. Élection de L. E. Howlett (président) et J. M. Otero (vice-président); confirmation de J. de Boer comme secrétaire) . . . . .	29
<i>Questions diverses</i> . . . . .	30
Accord de siège (Poursuite des négociations) . . . . .	30
Revue <i>Metrologia</i> (Publication prochaine) . . . . .	30
Conférence de presse . . . . .	31



<b>Rapport du Directeur sur l'activité et la gestion du Bureau International</b> (1 <sup>er</sup> septembre 1963 - 1 <sup>er</sup> septembre 1964) .....	33
<b>I. — PERSONNEL.</b> — (Départs : M <sup>me</sup> P. du Vachat, J. C. Roy, M. Bykov. Engagements : J. A. Hall, R. Pello) .....	33
<b>II. — BÂTIMENTS.</b> — Laboratoire de la section des radiations ionisantes (Achèvement des bâtiments et de leurs équipements). Assainissement du Pavillon de Breteuil (Pose de canalisations pour l'évacuation des eaux usées). Observatoire (Réfection du parquet et peinture du couloir; travaux de réfection de la salle annexe de photométrie et de deux bureaux). Grand pavillon (Réfection de la terrasse; aménagement d'une salle d'archives-bibliothèque en sous-sol; réfection des deux bureaux du secrétariat). Petit Pavillon (Travaux d'entretien dans les logements) .....	34
<b>III. — INSTRUMENTS ET TRAVAUX</b> .....	39
<i>Longueurs.</i> — Comparateur photoélectrique et interférentiel (Achèvement de sa mise au point; essais des microscopes photoélectriques et premiers étalonnages de règles divisées). Comparateur à dilatation (Achèvement des améliorations prévues). Étalons de longueur (Étude de deux échelles C. Zeiss de 20 cm tracées sur verre). Fils et rubans géodésiques; rubans B.I.P.M. N <sup>os</sup> 5 à 8. Dépression de l'invar. Allongement des fils sous traction prolongée .....	39
<i>Interférométrie.</i> — Mesure de longueurs d'onde (Hg 198 et Kr 86). Filtres interférentiels. Mesure de calibres-étalons. Mesure interférentielle de la base géodésique .....	42
<i>Masses et masses volumiques.</i>	
Balance hydrostatique Stanton. Balances Rueprecht N <sup>os</sup> 5 et 2.	44
Kilogrammes prototypes (N <sup>os</sup> 58; cylindres en Pt-Ir en cours d'ajustage) .....	44
Vérification de Kilogrammes prototypes (N <sup>os</sup> 44 (Australie), 48 (Danemark), 49 (Autriche), 58 (R.A.U.) et 9, 25, 31 (B.I.P.M.); remarques sur la valeur de ces trois derniers Kilogrammes) .....	44
Études courantes .....	45
Mesures comparatives internationales de la masse volumique d'un cylindre en acier inoxydable « Nical D » (dernière mesure au Bureau avec la nouvelle balance Stanton; compte rendu de tous les résultats obtenus, voir Annexe 3, p. 103) .....	45
<i>Gravimétrie.</i> — Poursuite des préparatifs en vue de la mesure absolue de <i>g</i> . Appareillage acheté ou construit .....	46
<i>Thermométrie.</i> — Dépôt au Bureau de <sup>3</sup> He de provenance soviétique. Mesure des températures dans le comparateur photoélectrique et dans l'interféromètre Michelson par thermocouples différentiels. Études courantes. Manobaromètre interférentiel (Montage en cours de l'appareil construit par Jaeger) .....	47
<i>Électricité.</i> — Comparaisons internationales des étalons de résistance et de force électromotrice; résultats. Unités du Bureau International (Intérêt de leur réajustage en fonction des unités absolues). Diodes de Zener (Mesures de rattachement de l'unité de force électromotrice sur un montage de la P.T.B.). Études courantes.	48
<i>Photométrie.</i> — Comparaison internationale d'étalons de température de couleur (Achèvement des comparaisons; commentaires sur les résultats obtenus). Photométrie hétérochrome d'étalons de la candela et du lumen (Projet de nouvelles mesures). Études courantes.	51
<i>Rayons X.</i> — Stabilisation de la tension et du courant du tube à rayons X (5-150 kV). Appareil pour la mesure automatique des courants d'ionisation. Commutateur télécommandé pour circuits électrométriques. Étude précise des courants de saturation dans des chambres d'ionisation à plaques parallèles .....	53

<i>Radionucléides.</i> — Recherches sur les causes d'erreurs dans la préparation des sources radioactives. Absorption des particules $\alpha$ du $^{241}\text{Am}$ . Vérification de la correction de temps mort d'un compteur proportionnel par la mesure de la période du $^{131}\text{I}$ . Pureté de la solution de $^{90}\text{Sr} + ^{90}\text{Y}$ distribuée par la P.T.B. Détermination de l'absorption du rayonnement du $^{90}\text{Sr}$ par la source et le support. Comparaisons internationales ( $^{35}\text{S}$ , $^{60}\text{Co}$ , $^{241}\text{Am}$ , $^{90}\text{Sr} + ^{90}\text{Y}$ ) : préparation, étude des résultats, rapports. Construction d'un deuxième ensemble de comptage par coïncidences $4\pi\beta(\text{CP}) - \gamma$ et modification de l'ensemble existant. Recherches sur le fonctionnement du dispositif $4\pi\beta(\text{CP}) - \gamma$ . Organisation de la comparaison de l'étalon soviétique de Ra avec d'autres étalons Hönigschmid.....	55
<i>Mesures neutroniques.</i> — Détermination du taux d'émission de la source de neutrons Ra-Be ( $\alpha, n$ ) du B.I.P.M. et comparaison avec la source du N.R.C. Comparaison de sources de neutrons de même type. Mesure de la période du $^{56}\text{Mn}$ . Source de neutrons Ra-Be ( $\gamma, n$ ) du B.I.P.M.....	58
Travaux en liaison avec des organismes internationaux et nationaux.....	60
Documentation .....	60
Publications du Bureau.....	60
Publications extérieures.....	61
Voyages et visites du personnel .....	61
Visites et stages au Bureau .....	61
Liste des Certificats et Notes d'étude .....	63
<b>IV. — COMPTES</b> .....	67
I. Fonds ordinaires. — II. Caisse de Retraites. — III. Fonds spécial pour l'amélioration du matériel scientifique. — IV. Laboratoire pour les radiations ionisantes. — Bilan.....	67
<b>Troisième Rapport du Comité Consultatif pour la Définition de la Seconde au Comité International des Poids et Mesures, par B. Decaux</b> .....	71
<b>Septième Rapport du Comité Consultatif de Thermométrie au Comité International des Poids et Mesures, par J. A. Hall</b> .....	83
<b>Cinquième Rapport du Comité Consultatif pour les Étalons de Mesure des Radiations Ionisantes au Comité International des Poids et Mesures, par C. Garrett</b> .....	93
<b>Annexes</b>	
1. <i>Note sur les prototypes de masse du Bureau International</i> .....	99
2. <i>Propositions du Groupe d'étude pour la mesure des grandeurs électriques dans le domaine des fréquences élevées</i> .....	101
3. <i>Mesures comparatives internationales de la masse volumique d'un cylindre en acier inoxydable « Nicral D », par A. Bonhoure</i> .....	103
<b>Notice nécrologique</b>	
G. Cassinis, par <i>Ch. Volet</i> .....	121
<b>INDEX</b> .....	125