

COMITÉ INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES

PROCÈS-VERBAUX

DES SÉANCES

2^e SÉRIE. — TOME 33

54^e SESSION — 1965

(5-8 octobre)



PARIS

GAUTHIER-VILLARS

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 ⁽¹⁾.

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

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

(1) Au 31 décembre 1965, 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 Consultatif 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'Électricité*, 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 8 OCTOBRE 1965

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 d'Amsterdam, Directeur de l'Institut de Physique Théorique, 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, 1472 avenue L. M. Campos, *Buenos Aires*.

8. M. KERSTEN, Président de la Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Bundesallee 100, 33 *Braunschweig*.
9. P. K. KICHLU, 25 Banarsidas Estate, *Timarpur, Delhi*.
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^e)*.
12. J. NUSSBERGER, 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. Z. YAMAUTI, Professeur à l'Université de Keio, 13-18, Nishiogi-Kita, 3-chome, Suginami-ku, *Tokyo*.
18.

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^e)*.
 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*.
 6. R. VIEWEG, Membre du Conseil de la Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Dachsbergweg 6, *Darmstadt*.
-

LISTE DU PERSONNEL

DU

BUREAU INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES

AU 1^{er} JANVIER 1966

Directeur : J. Terrien

LABORATOIRES

Physiciens Chercheurs principaux

A. Allisy, V. Naggiar, P. Carré.

Physiciens et Métrologistes

A. Rytz, G. Leclerc, J. Bonhoure,
J. Hamon, A. Sakuma, G. Girard.

J. A. Hall (hors cadre).

Techniciens et Calculateurs

P. Bréonce, L. Lafaye, J. Milobedzki, D. Carnet, C. Colas,
R. Czerwonka, F. Lesueur, C. Veyradier, J. Fournier, J.-M. Chartier, J. Hostache, C. Garreau,
G. Loric, D. Bournaud, R. Pello.

M^{me} D. Bourdais (hors cadre).

Mécaniciens

R. Hanocq, R. Michard, G. Boutin, C. Gilbert, J. Leroux, Jacques Diaz.

ADMINISTRATION ET SERVICES

Métrologiste rédacteur

H. Moreau.

Administrateur

A. Jeannin.

Secrétaires

M^{lles} D. Guégan, J. Monprofit,
R. Coutin, M^{me} B. Petit.

Gardiens

José Diaz, L. Lecoufflard.

Services d'entretien généraux

1 agent (A. Gama),
4 employés (contractuels).

Directeur honoraire : Ch. Volet

Adjoint honoraire : A. Bonhoure

ORDRE DU JOUR DE LA SESSION

1. Ouverture de la session; quorum.
 2. Approbation de l'ordre du jour.
 3. Nomination de la Commission Administrative.
 4. Rapport du Secrétaire du Comité.
 5. Rapport du Directeur et travaux du Bureau International.
 6. Rapport de la Commission Administrative.
 7. Date de la convocation de la 13^e Conférence Générale.
 8. Échange de lettres entre les directeurs de l'Euratom et du Bureau International.
 9. Rapports des Comités Consultatifs et des Groupes de travail.
 10. Composition et réunions futures des Comités Consultatifs.
 11. Questions diverses.
-

54^e SESSION (OCTOBRE 1965)

PROCÈS-VERBAUX DES SÉANCES

TENUES AU BUREAU INTERNATIONAL

Présidence de Mr L. E. HOWLETT

Le Comité International s'est réuni pour sa 54^e session du mardi 5 au vendredi 8 octobre 1965. Il a tenu quatre séances au Pavillon de Breteuil.

Étaient présents (1) : MM. ASTIN, BARRELL, DE BOER, BOURDOUN, KERSTEN, HOWLETT, MARÉCHAL, NUSSBERGER, OTERO, SANDOVAL VALLARTA, SIEGBAHN, STULLA-GÖTZ, YAMAUTI, TERRIEN (Directeur du Bureau).

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

Secrétaire : M^{lle} Monprofit.

MM. Astin et Bourdoun étaient accompagnés de leur interprète.

Excusés : MM. ISNARDI, LEHANY et VÄISÄLÄ.

Absent : M. KICHLU.

1. *Ouverture de la session; quorum*

Le quorum étant atteint et le Comité pouvant ainsi délibérer de façon valable, le PRÉSIDENT ouvre la séance en souhaitant la bienvenue à tous et en particulier à Mr Kersten qui assiste pour la première fois aux réunions du Comité International.

Depuis la session précédente le Comité a reçu la triste nouvelle du décès de C. Kargatchin qui était le membre le plus ancien, puisque son élection remontait à 1923.

Quelques instants de silence sont observés à la mémoire de ce collègue disparu.

(1) Mr Maréchal n'a pu assister qu'à la première séance le mardi 5 octobre. Mr Nussberger n'a été présent qu'à partir de la deuxième séance. Mr Barrell s'était excusé pour la dernière séance.

Un échange de vues a eu lieu sur diverses personnalités sur lesquelles pourrait se porter le choix du Comité afin de pourvoir ce siège devenu vacant. Il sera procédé à une élection au cours des prochains mois.

Le PRÉSIDENT déplore également l'absence de Mr Vieweg qui a donné sa démission et propose qu'il soit nommé Membre honoraire du Comité International. La décision est prise par applaudissements unanimes.

2. L'ordre du jour définitif de la session est approuvé (p. 10).

3. La *Commission Administrative* est constituée comme suit : MM. de Boer (président), Barrell (rapporteur), Astin, Kersten, Nussberger, Siegbahn.

Mr DE BOER présente ensuite son rapport.

4. Rapport du Secrétaire du Comité

(1^{er} octobre 1964 — 30 septembre 1965)

1. *Dotation annuelle du B.I.P.M.; budget de 1965 et versements des États.* — La Douzième Conférence Générale des Poids et Mesures s'est séparée le 13 octobre 1964 en laissant au Comité International le soin de fournir à tous les États un complément d'information sur le budget envisagé dans les quatre années suivantes, à la suite de la demande de certains États qui devaient fixer leur position définitive sur la dotation du B.I.P.M. avant le 1^{er} janvier 1965 (Note de la Résolution 4). Un document explicatif (Programme de recherches et budget du B.I.P.M. dans les années 1965-1968 donnant un complément d'information sur le budget détaillé) a donc été rédigé aussitôt et distribué le 2 novembre 1964, avec une lettre signée du Président du Comité International, aux représentants diplomatiques à Paris de tous les États ayant participé à la Douzième Conférence Générale, ainsi qu'aux membres du Comité International.

Le Bureau du Comité International, réuni à Sèvres le 19 janvier 1965, ayant pris connaissance des réponses reçues, a constaté que les conditions étaient satisfaites pour la mise en vigueur pure et simple des dotations fixées par la Résolution 4 pour les quatre années 1965-1968; le Président en a informé les États et les membres du Comité International le 19 janvier 1965 en leur adressant la Notification. Le bureau du Comité International, en vertu du pouvoir délégué par le Comité à sa séance du 13 octobre 1964, a pu alors décider le budget du Bureau International pour l'année 1965 sur la base de la dotation de 1 300 000 francs-or.

Le désir des États de soutenir l'activité du Bureau International a été prouvé par le versement de leurs cotisations aux dates normales, et même par quelques versements anticipés qui ont évité au Bureau International tout souci financier.

Les inquiétudes qui avaient pu naître pendant la Conférence Générale n'avaient donc pas de motif grave et le Bureau International peut poursuivre sa tâche avec confiance dans les limites financières qui lui ont assignées.

La République Argentine, qui avait plusieurs années de retard, a réglé l'ensemble de ses cotisations arriérées.

2. *Contributions exceptionnelles pour la section des radiations ionisantes.* — Sur les deux premières contributions exceptionnelles, il reste à recevoir un arriéré de 66 870 francs-or (au lieu de 135 507 à la fin de 1963). Sur la troisième contribution exceptionnelle, 26 États ont déjà payé, 14 ne l'ont pas encore fait.

3. *États adhérents à la Convention du Mètre.* — La liste des 40 États adhérents à la Convention du Mètre est inchangée depuis octobre 1964. Le bureau du Comité International a examiné une communication du Gouvernement français accompagnée d'une traduction d'une demande d'adhésion signée « CHIANG Kai-shek, Président de la République de Chine ». Le Président du Comité International est convaincu que cette communication ne représente pas un avis non ambigu d'une adhésion nouvelle, donné

au Président du Comité International par le Gouvernement français, en tant que puissance dépositaire du traité de la Convention du Mètre, mais laisse seulement au Comité International le soin d'agir à sa guise. D'autre part, le Comité International n'a pas de pouvoir pour décider de questions diplomatiques. Le Président du Comité International s'est donc refusé à outrepasser son rôle défini par l'Article III (1921) de la Convention du Mètre, et à agir dans un sens qui serait contraire à la procédure spécifiée par cette Convention. Le Président a fait connaître au Gouvernement français la position unanime du bureau du Comité International le 30 mai 1965. Le même jour, les détails de cette affaire ont été portés à la connaissance des membres du Comité International par une lettre circulaire.

Le bureau croit que dans l'intérêt de la tâche purement scientifique du Comité International, et considérant aussi la nécessité de maintenir une neutralité politique complète, il sera sage que le Comité n'entre pas en séance plénière dans une discussion détaillée sur cette question.

4. *Membres du Comité International.* — Deux vacances se sont produites, par suite du retrait de notre ancien président Mr R. Vieweg, et du décès de notre collègue le plus ancien C. Kargatchin qui s'est éteint à Zagreb le 4 mai 1965. Une première élection à bulletins secrets par correspondance a été dépeuillée le 13 août 1965; Mr Martin KERS-TEN, président de la Physikalisches-Technische Bundesanstalt à Braunschweig, a été élu membre du Comité International. Pour le siège qui reste à pourvoir, le Président a adressé le 25 juin 1965 une lettre aux membres du Comité International en les priant de donner leur avis pour cette élection.

5. *Concession de terrain par le Gouvernement français.* — Un avenant N° 2 à la Convention du 4 octobre 1875 relative à la mise à la disposition du Comité International des Poids et Mesures du Pavillon de Breteuil à Saint-Cloud, daté du 12 décembre 1964, a été signé par le Président du Comité International et par les représentants du Gouvernement français. Ce contrat met le point final aux négociations engagées en octobre 1960 pour que le Bureau International dispose du terrain nécessaire à l'établissement de la section des radiations ionisantes.

6. *Comités Consultatifs et Groupes de travail.* — Depuis octobre 1964 ont eu lieu au Pavillon de Breteuil les réunions suivantes : Comité Consultatif d'Électricité, 10-12 mai 1965 et Groupe de travail des Hautes Fréquences, 6-7 mai 1965; Comité Consultatif de Photométrie, 13-14 septembre 1965 et Comité d'experts E-1.2. (Photométrie) de la Commission Internationale de l'Éclairage, 10-11-15-16 septembre 1965; Groupe de travail des rayons X et γ , 4-5-6 mai 1965 et Groupe de travail des radionucléides, 27-29 septembre 1965.

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

	1962	1963	1964	1965
Fonds ordinaires	108 187,24	140 146,31	363 014,65	410 584,04
Caisse de Retraites	55 522,03	76 863,12	88 265,10	59 021,37
Fonds spécial pour l'amélioration du matériel scientifique	12 061,33	22 423,33	203,59	8 663,59
Laboratoire pour les radiations ionisantes (construction et équipement de base)	80 189,94	616 881,83	592 632,63	425 966,89
Totaux	255 960,54	856 314,59	1 044 115,97	904 235,89

L'actif du compte « Fonds ordinaires » se situait au 1^{er} janvier 1965 à un niveau un peu supérieur à celui du 1^{er} janvier 1964. Dans l'attente des résultats des délibérations de la Douzième Conférence Générale des Poids et Mesures, puis de la consultation qui a suivi, il importait pour le Comité International de ne pas relâcher sa politique antérieure de stricte gestion.

Au compte « Laboratoire pour les radiations ionisantes », 328 000 francs-or ont été dépensés pendant l'exercice 1964 pour la poursuite des travaux de construction des nouveaux bâtiments, et 60 000 francs-or pour l'équipement scientifique et l'équipement de bureau. Les ressources constituées par l'actif de 426 000 francs-or au 1^{er} jan-

vier 1965, la troisième dotation exceptionnelle de 850 000 francs-or et quelques contributions antérieures restant à recouvrer, couvriront le solde des dépenses de construction, les dépenses pour les routes et abords et les frais complémentaires d'équipement scientifique.

8. *Personnel scientifique du Bureau International.* — L'avenir du Bureau International risque d'être compromis si son personnel scientifique n'est pas renforcé par des physiciens bien adaptés aux tâches qu'on attend d'eux. Les crédits financiers sont maintenant assurés grâce aux dotations votées par la Douzième Conférence Générale, un programme de travail et de recrutement de personnel est établi pour les quatre années 1965-1968, mais il reste difficile de trouver les hommes ayant les qualités désirées. Le bureau du Comité International a incité le directeur du Bureau à lancer un appel aux membres du Comité International et à d'autres personnes susceptibles d'aider dans cette recherche, particulièrement en vue de trouver un chef qui prendrait en charge la section des activités classiques, et dont la fonction serait analogue à celle du chef de la section des radiations ionisantes. Quelques suggestions et quelques candidats ont été proposés à la suite de cet appel, mais le bureau du Comité estime que l'importance de ce choix justifie que l'on cherche encore un candidat répondant mieux aux besoins particuliers du Bureau International.

La question des adhésions à la Convention du Mètre donne lieu à une discussion. Le Comité avait été informé par la lettre circulaire du 30 avril 1965 des premières communications du Ministère des Affaires Étrangères de France; il a pris connaissance des lettres échangées ultérieurement entre le Président du Comité International, les Affaires Étrangères de France, l'Ambassade de la République de Chine à Bruxelles, l'Ambassade des États-Unis d'Amérique à Paris. Le PRÉSIDENT ajoute que peu de temps avant la présente session il a adressé au Ministre des Affaires Étrangères de France un télégramme le priant de bien vouloir lui faire parvenir une liste à jour des États adhérents à la Convention du Mètre. Aucune réponse à ce télégramme n'est encore parvenue.

Mr ASTIN n'est pas d'accord avec l'interprétation que le bureau du Comité a faite de la communication officielle du Gouvernement français. A son avis cette communication indique clairement que le Gouvernement français agissait en conformité avec l'Article III de la Convention du Mètre. Dans ce contexte il croit qu'il y a un 41^e État membre; pour le moment, il est d'avis qu'il faut laisser au Gouvernement français un délai raisonnable pour sa réponse au télégramme demandant la liste des États adhérents.

Mr BOURDOUN déclare « qu'il est important d'agir en conformité avec la Convention du Mètre qui prévoit l'adhésion de n'importe quel État. Il n'y a qu'un seul État qui peut représenter la Chine, c'est la République Populaire de Chine. L'île Taiwan ne représente pas un État indépendant, c'est une partie inséparable de la Chine. Voilà pourquoi la République Populaire de Chine seule peut être membre de notre organisation ». Mr BOURDOUN estime que la position du bureau du Comité International a été correcte.

MM. OTERO et DE BOER rappellent que les membres du Comité ne représentent pas leur pays quand ils siègent au Comité International; les États doivent traiter ces questions politiques par la voie diplomatique.

Mr BARRELL exprime son complet accord avec la position du bureau et pense qu'il n'est pas sage pour le Comité International de s'occuper de questions diplomatiques dont la responsabilité incombe au Gouvernement français en tant que puissance dépositaire de la Convention du Mètre.

Mr ASTIN demande toutefois que le Comité International prenne des initiatives en vue d'arriver à une solution. Il propose que si aucune réponse du Gouvernement français au télégramme envoyé par le Président n'était parvenue au 1^{er} novembre 1965, les pays adhérents soient informés du contenu de ce télégramme et qu'ils soient consultés sur la justesse de la position prise par le bureau du Comité.

Répondant à une question de Mr Astin sur la date de versement de la première contribution annuelle d'un nouvel État adhérent, le Président précise qu'en règle générale le paiement de la contribution doit être effectué immédiatement après l'adhésion de cet État; selon la coutume le paiement peut être retardé à l'année suivante si l'adhésion intervient en fin d'année. Quant au droit d'entrée, qui fait l'objet d'un versement unique, le Comité International a décidé à sa 49^e session en 1960 que son montant serait égal à celui de la contribution annuelle en vigueur à la date d'adhésion; cette mesure est applicable depuis le 1^{er} janvier 1962.

Les autres points du rapport du secrétaire n'appellent pas de commentaires.

Le rapport est approuvé par 12 voix contre 3. Ont voté contre MM. Astin, Isnardi et Lehany, ces deux derniers ayant délégué leur vote selon l'Article 12 du Règlement annexé à la Convention du Mètre (2).

5. Rapport du Directeur

Le PRÉSIDENT accueille Mr Ermakov, membre du Comité des Normes, des Mesures et Instruments de Mesure de l'U.R.S.S., invité spécialement à assister à l'exposé des travaux qui est fait par le directeur et le personnel scientifique du B.I.P.M. (voir pp. 27 à 68 le compte rendu détaillé de ces travaux).

Mr Carré résume et analyse les premiers résultats obtenus avec le comparateur photoélectrique interférentiel.

Mr Hamon indique que la méthode interférentielle est maintenant mise en œuvre pour la mesure de la base géodésique de 24 m; cette méthode doit permettre de gagner une décimale sur la précision des mesures.

Mr Girard confirme l'importance du lavage à intervalles réguliers des Kilogrammes prototypes, conclusion à laquelle il a abouti à la suite de

(2) Mr Isnardi avait donné une procuration et des instructions à Mr Sandoval Vallarta pour voter sur toutes les questions qui se poseraient. Mr Lehany avait donné procuration à Mr Howlett, puis par télégramme avait précisé que cette procuration excluait la question des adhésions nouvelles à la Convention du Mètre, pour laquelle Mr Astin était chargé de voter pour lui.

nouvelles expériences (p. 37). Il souligne également la nécessité de comparer les Kilogrammes d'usage courant et le Kilogramme d'usage exceptionnel du Bureau au moins tous les cinq ans. Ces prototypes d'usage viennent d'être comparés aux deux témoins N^{os} 8(41) et 43 qui avaient été extraits du Caveau des prototypes par décision du Comité International en 1964. Ces témoins seront remis en place lors de la visite du Caveau.

Mr Sakuma arrive à la phase finale de l'installation de son appareil de mesure de g ; il espère que les résultats seront d'une précision supérieure à celle qui était prévue à l'origine. On envisage déjà d'effectuer plusieurs mesures de g dans d'autres laboratoires avec un appareil semblable à celui qui est en voie d'achèvement au Bureau International.

Depuis de nombreuses années le Bureau n'avait pas eu la possibilité de faire de travaux de recherche dans le domaine de la thermométrie. Grâce à la présence de Mr Hall au Bureau International un premier programme s'élabore.

Dans les autres sections classiques, les travaux habituels de comparaisons internationales, d'étalonnages courants, et d'amélioration des appareils et des méthodes sont poursuivis.

Mr Allisy a pu constater que les conditions de travail offertes par les locaux et les installations de la section des radiations ionisantes sont excellentes. Il prépare deux études en coopération internationale: la mesure de l'exposition de rayons X de faible énergie, et la mesure de l'émission γ de sources voyageuses de ^{60}Co , en particulier au moyen d'une chambre d'ionisation à parois d'air placée dans un champ d'induction magnétique.

Mr Rytz, malgré la lourde charge de l'organisation des comparaisons de radionucléides, poursuit une méthode d'étalonnage spéciale de l'activité β de $^{90}\text{Sr} + ^{90}\text{Y}$.

Mr Naggiar, sans cesser de s'intéresser aux mesures relatives ou absolues du débit de neutrons par les sources Ra-Be (α, n) par la méthode du bain de manganèse en solution aqueuse, a entrepris une recherche sur une source de neutrons monocinétiques produits par la réaction $D(d, n)^3\text{He}$; cette recherche comporte la spectrométrie des particules chargées, la mesure de la répartition angulaire des neutrons et des coïncidences avec ^3He .

Dans plusieurs domaines le manque de personnel scientifique supérieur se fait sentir durement, empêchant le Bureau d'élargir le champ de ses recherches; c'est principalement le cas des sections classiques dont les activités, bien qu'ayant progressé dans quelques domaines, présentent encore des retards qui devront être corrigés dans les années à venir. Mr ASTIN insiste sur la nécessité d'attirer au Bureau des chercheurs distingués, même pour des périodes limitées.

Visite du Dépôt des Prototypes métriques

Procès-Verbal

Le 7 octobre 1965, à 17 h, en présence des membres du Comité International des Poids et Mesures et du personnel scientifique du Bureau, il a été procédé à la visite du Dépôt des Prototypes métriques internationaux du Pavillon de Breteuil.

On avait réuni les trois clés qui ouvrent le Dépôt : celle qui est confiée au Directeur du Bureau, celle qui est déposée aux Archives Nationales à Paris et que Mr Pinaux, Adjoint au Conservateur, avait apportée, celle enfin dont le Président du Comité International a la garde.

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

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

Température actuelle	19,6 °C
— maximale	22
— minimale	18
État hygrométrique.....	82 %

Les témoins du Kilogramme, N° 8(41) et N° 43, qui avaient été extraits du caveau le 7 octobre 1964 par autorisation du Comité International des Poids et Mesures, ont été remis en place.

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

Le Directeur du Bureau

*L'Adjoint au Conservateur
des Archives de France*

Le Président du Comité

J. TERRIEN

J. PINAUX

L. E. HOWLETT

Mr Barrell présente le rapport suivant :

6. Rapport de la Commission Administrative

La Commission s'est réunie au Pavillon de Breteuil le 5 octobre 1965 à 15 h.

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

1. *Rapport du Directeur* (p. 25). — Au cours d'une discussion générale du chapitre I (Personnel), le directeur a rappelé les difficultés qu'il continue de rencontrer pour recruter des physiciens de haute qualité susceptibles d'effectuer le travail exigeant du Bureau International. Le manque de personnel scientifique a limité depuis plusieurs années les activités des sections classiques. Comme il est indiqué dans le paragraphe 8 du Rapport du Secrétaire, le besoin le plus urgent est celui d'un chef qui dirigerait ces activités. On a insisté sur le fait que le directeur et le bureau du Comité International devraient continuer à porter leur attention sur ces aspects du recrutement de personnel et devraient donner suite à la suggestion faite par la Commission de créer des postes temporaires au Bureau International, en particulier sous forme de bourses de recherche après le doctorat et d'en faire paraître l'annonce dans *Metrologia*. Le recrutement de personnel technique s'est révélé un peu moins difficile mais n'a pas progressé aussi rapidement que cela était souhaité.

A propos du chapitre II (Bâtiments), le directeur a parlé du programme de rénovation et d'entretien qui s'impose dans les anciens bâtiments.

La Commission recommande que les chapitres I et II de ce Rapport soient approuvés.

2. *Budget 1964.* — L'accord entre les chiffres votés et les chiffres réellement atteints pour les recettes et les dépenses est satisfaisant; il convient de noter le fait que le chiffre total des contributions versées par les États membres est inférieur d'environ 8 % au montant voté à cause des arriérés de paiement.

3. *Comptes de l'exercice 1964.* — Après un examen du rapport de l'exercice 1964 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 ses remerciements pour la bonne gestion des comptes pour 1964.

4. *Exécution en cours du budget 1965.* — Il est à craindre que le montant des contributions ordinaires effectivement versées par les États membres soit inférieur au montant inscrit au budget voté pour 1965. Le total des dépenses de l'exercice pourra être comprimé afin de rechercher l'équilibre budgétaire. L'augmentation du chiffre des salaires pour 1965, par rapport à 1964, est due : 1° au jeu de la montée annuelle dans l'échelle des salaires et aux réajustements selon le niveau des prix en France (9 à 10 pour cent en moyenne pour ces deux facteurs et par fonctionnaire); 2° à la prise en charge par le chapitre « Traitements » du personnel d'entretien maintenant plus nombreux (manœuvres, femmes de ménage) qui était payé précédemment sur le chapitre « Bâtiments (entretien) ».

5. *Budget proposé pour 1966.* — La Commission a soigneusement examiné le projet de budget 1966. Celui-ci a été préparé en suivant de près les prévisions faites dans le document intitulé « Programme de recherches et budget du Bureau International des Poids et Mesures dans les années 1965-1968 », envoyé par le Président du Comité International aux États membres en novembre 1964. La Commission recommande que le « projet de budget 1966 » soit approuvé.

Enfin la Commission a discuté et approuvé quelques propositions faites par le directeur et le bureau du Comité concernant la situation du personnel scientifique supérieur du Bureau.

Le Rapporteur,

H. BARRELL

Le Président,

J. DE BOER

Les diverses recommandations contenues dans ce rapport, ainsi que des propositions présentées par Mr de Boer concernant le traitement du directeur du Bureau et l'avancement de quelques membres du personnel scientifique sont approuvées. Par vote à scrutin secret, la proposition de nommer Mr A. Sakuma au rang de physicien principal (l'un des titres correspondant à l'ancienne dénomination d'Adjoint) est adoptée à l'unanimité en marque d'estime et d'admiration pour le travail qu'il poursuit en ce moment.

Le budget présenté par la Commission Administrative est approuvé à l'unanimité par le Comité comme suit :

BUDGET POUR 1966 (en francs-or)

RECETTES

Contributions ordinaires des États	1 600 000
Intérêt des fonds	10 000
Taxes de vérification.....	8 000
	<hr/>
Total	1 618 000
	=====

DÉPENSES

A. <u>Dépenses de personnel</u> :		
1. Traitements.....	750 000	} 880 000
2. Allocations familiales	48 000	
3. Sécurité Sociale	16 000	
4. Assurance-accidents	6 000	
5. Caisse de Retraites	60 000	
B. <u>Dépenses d'exploitation</u> :		
1. Bâtiments (entretien)	130 000	} 438 000
2. Mobilier	18 000	
3. Laboratoire et Atelier	140 000	
4. Chauffage, eau, énergie élec- trique	60 000	
5. Assurances	5 500	
6. Impressions et publications ..	35 000	
7. Frais de bureau	28 000	
8. Voyages	12 000	
9. Bureau du Comité	9 500	
C. <u>Dépenses d'investissement</u> :		
1. Laboratoire	159 000	} 220 000
2. Atelier	50 000	
3. Bibliothèque	11 000	
D. <u>Frais divers et imprévus</u>	80 000	
	<hr/>	
Total	1 618 000	
	=====	

7. Date de la 13^e Conférence Générale

La 12^e Conférence Générale n'a fixé le budget du Bureau International que pour quatre ans. Il appartiendra à la 13^e Conférence Générale de le faire pour les années 1969 et suivantes. Certains États ont manifesté le désir d'être informés du montant de leur contribution avec un préavis suffisamment long pour leur permettre d'inscrire en temps utile cette dépense dans leur propre budget.

Les années fiscales ne correspondant pas toujours d'un État à l'autre, il est apparu nécessaire que les prévisions soient connues environ quinze mois à l'avance. Dans ces conditions, il convient que la 13^e Conférence

Générale soit convoquée en octobre 1967. La date exacte sera déterminée ultérieurement pour tenir compte de questions d'organisation matérielle à convenir avec le Gouvernement français.

Il est envisagé de demander à la Conférence Générale de donner au Comité International le pouvoir de prendre les décisions concernant la révision de l'Échelle Internationale Pratique de Température; en effet les travaux entrepris dans divers laboratoires sur cette Échelle ne seront sans doute pas achevés en 1967.

8. Relations entre l'Euratom et le Bureau International

Le Comité International a pris connaissance de l'échange de lettres en projet entre la Commission de la Communauté Européenne de l'Énergie Atomique (EURATOM) et le directeur du Bureau International, dans lequel est affirmé le désir de continuer la coopération qui a déjà donné d'excellents résultats; le Comité International approuve ce projet.

9. Rapports des Comités Consultatifs et des Groupes de travail

9.1. Comité Consultatif d'Électricité (C.C.E.)

Mr BOURDOUN présente le rapport des travaux de la 11^e session du C.C.E. qui s'est réuni au Pavillon de Breteuil les 10, 11 et 12 mai 1965 (p. 78). Il attire l'attention du Comité International sur quelques questions principales envisagées pendant cette session du C.C.E. Celui-ci a étudié les résultats des comparaisons internationales des étalons nationaux de résistance et de force électromotrice. Dans l'ensemble les laboratoires nationaux possèdent des étalons très stables; d'autre part, les étalons peuvent être comparés avec une précision d'environ 1×10^{-6} .

Le C.C.E. a discuté sur la valeur la plus probable à attribuer, en unités absolues, aux étalons électriques conservés par le Bureau International. Il a invité les laboratoires nationaux à poursuivre les recherches sur la détermination absolue de l'ampère. Il a également souligné l'importance de comparaisons internationales de condensateurs, et en particulier les condensateurs de faible capacité (quelques picofarads); il convient de noter qu'un certain nombre de laboratoires sont prêts à effectuer de telles comparaisons qui deviennent importantes car la mesure absolue des condensateurs calculables peut permettre d'augmenter la précision des unités électriques.

En conséquence, le C.C.E. a décidé de prier le Comité International d'envisager l'installation au B.I.P.M. de l'équipement nécessaire aux comparaisons des condensateurs de faible capacité.

Le C.C.E. a également étudié le rapport du Groupe de travail pour les *grandeurs aux radiofréquences*. Un programme de comparaisons a été mis au point et les travaux ont déjà commencé. Le Groupe de travail a demandé que ces travaux se poursuivent en liaison avec la Commission

N° 1 (Étalons et méthodes de mesure) de l'U.R.S.I., liaison dont Mr Bourdoun a été chargé.

Mr ASTIN appuie la demande de Mr Bourdoun de faire participer le B.I.P.M. aux travaux concernant les étalons de faible capacité et aux recherches sur les mesures électriques dans le domaine des radiofréquences.

Mr TERRIEN exprime son accord et son désir d'étendre les activités du Bureau dans les directions indiquées. La participation du Bureau aux comparaisons de condensateurs de très faible capacité ne serait pas une charge trop lourde. Dans le domaine des radiofréquences le rôle du Bureau est un peu plus difficile à définir; Mr Sakuma, lorsqu'il aura achevé la mesure absolue de g , pourra s'en occuper avec compétence.

Le rapport du C.C.E. est approuvé par le Comité International.

9.2. Comité Consultatif de Photométrie (C.C.P.)

Mr OTERO présente le rapport du C.C.P. qui a tenu sa 6^e session les 13 et 14 septembre 1965 au Pavillon de Breteuil (p. 86). Ce Comité s'est principalement occupé du problème, étudié par un Groupe de travail, de l'amélioration du corps noir étalon primaire de la candela. Mr OTERO demande par ailleurs au Comité International son approbation sur la création d'un Groupe de travail pour la *radiométrie absolue*.

Plusieurs experts du C.C.P. ont fait remarquer qu'il est difficile de séparer la *photométrie* et la *colorimétrie* et ont exprimé la nécessité d'introduire la colorimétrie dans les préoccupations de ce Comité Consultatif.

Enfin, en raison des critiques rédactionnelles opposées à la définition de la candela, il conviendrait qu'une amélioration de cette définition soit étudiée par le Comité Consultatif des Unités.

Le PRÉSIDENT constate que le Comité International approuve ce rapport et encourage par conséquent le C.C.P. à s'occuper des conventions fondamentales de la colorimétrie.

10. Composition et réunions futures des Comités Consultatifs

10.1. Comité Consultatif pour les Étalons de Mesure des Radiations Ionisantes (C.C.E.M.R.I.)

Mr ASTIN informe le Comité International de son désir d'abandonner la présidence du C.C.E.M.R.I. maintenant que les difficultés administratives initiales sont surmontées; il suggère que la présidence soit confiée à Mr K. Siegbahn qui est particulièrement expert dans ce domaine.

Le PRÉSIDENT exprime à Mr Astin toute la gratitude du Comité International et le remercie chaleureusement de tout ce qu'il a fait pour l'établissement de la section des radiations ionisantes au Bureau. Mr TERRIEN remercie également Mr Astin pour son aide matérielle et morale dont le Bureau International avait grand besoin; l'aide d'experts du N.B.S. a été particulièrement précieuse.

La nomination de Mr K. Siegbahn comme président du C.C.E.M.R.I. est approuvée à l'unanimité. Le nouveau président expose brièvement comment il entend poursuivre la tâche commencée et les quelques légères modifications qu'il envisage dans la composition de ce Comité Consultatif.

Le Groupe de travail pour la *mesure des radionucléides* a été particulièrement actif ces dernières années; il devra continuer mais avec un rythme différent. Le Groupe de travail des *mesures de rayons X et γ* aura la même activité et la même charge qu'auparavant.

Un nouveau Groupe de travail va être créé pour s'occuper des étalons de la spectroscopie nucléaire, en un premier temps dans la spectroscopie du rayonnement α et ultérieurement dans celle du rayonnement β . Ceci conduit à modifier la composition du C.C.E.M.R.I. par l'introduction d'un certain nombre de laboratoires non représentés jusqu'à maintenant.

L'accord s'est fait sur la nouvelle composition suivante :

Laboratoires nationaux

- Conseil National de Recherches, Ottawa
- Conservatoire National des Arts et Métiers, Paris
- Commissariat à l'Énergie Atomique, Paris
- Deutsches Amt für Messwesen und Warenprüfung, Berlin
- Electrotechnical Laboratory, Tokyo
- Institut de Métrologie D.I. Mendéléev, Leningrad
- Instituut voor Kernfysisch Onderzoek, Amsterdam
- Institut Scientifique des Mesures Physicotechniques et Radiotechniques, Moscou
- Junta de Energia Nuclear, Madrid
- National Bureau of Standards, Washington
- National Physical Laboratory, Teddington
- Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Braunschweig

Laboratoires internationaux

- Agence Internationale de l'Énergie Atomique, Wien
- Communauté Européenne de l'Énergie Atomique (EURATOM), Bureau Central de Mesures Nucléaires de Geel
- International Commission on Radiological Units and Measurements (I.C.R.U.)

auxquels il convient d'ajouter :

- Centre de Spectrométrie Nucléaire et de Spectrométrie de Masse, Orsay
- Atomic Energy of Canada Limited, Chalk River
- Institut d'Énergie Atomique I. V. Kurtchatov de l'Académie des Sciences de l'U.R.S.S., Moscou
- Lawrence Radiation Laboratory, Berkeley
- Research Institute for Atomic Physics, Stockholm.

Avec l'accord du bureau du Comité, Mr Siegbahn est autorisé à ajouter quelques autres membres à cette liste qu'il n'a pas eu le temps d'étudier suffisamment.

L'établissement de cette nouvelle liste des membres du C.C.E.M.R.I. donne lieu à quelques remarques. En l'acceptant, le Comité International dévie quelque peu de la règle selon laquelle chaque pays ne devrait être représenté que par un seul laboratoire. Mais en physique nucléaire, comme

d'ailleurs en thermométrie, les domaines d'activité sont nombreux et ils sont partagés dans certains pays entre plusieurs laboratoires.

10.2. Comité Consultatif des Unités (C.C.U.)

Mr DE BOER, président de ce Comité Consultatif, expose que la première difficulté est de limiter le nombre des membres du C.C.U. pour assurer l'efficacité de son travail. Il est essentiel que soient représentées dans le C.C.U. les principales organisations internationales qui s'occupent de la définition des unités et de leurs symboles :

Union Internationale de Physique Pure et Appliquée (U.I.P.P.A.) (Commission SUN)
Organisation Internationale de Normalisation (I.S.O./TC 12)
Commission Électrotechnique Internationale (C.E.I., Comités 24 et 25) (pour l'électricité)
Commission Internationale de l'Éclairage (C.I.E.) (pour la photométrie)
International Commission on Radiological Units and Measurements (I.C.R.U.) (pour les radiations ionisantes).

Les membres suivants du Comité International feront partie du C.C.U. : Mr Bourdoun, qui était président, et Mr Stulla-Götz, secrétaire, de l'ancienne Commission des Unités. La présence de Mr Stulla-Götz assure la liaison du C.C.U. avec l'Organisation Internationale de Métrologie Légale (O.I.M.L.). Participeront également à titre d'experts : MM. Stille (P.T.B.), Honti (Hongrie), Huntoon (N.B.S.) et peut-être quelques autres personnes qui seraient désignées ultérieurement.

Aucune réunion du C.C.U. n'est décidée pour l'année 1966.

10.3. Comité Consultatif de Thermométrie (C.C.T.)

Les deux Groupes de travail du C.C.T. se réuniront, probablement en U.R.S.S., au commencement de septembre 1966 à l'occasion de la Conférence internationale des basses températures; si cela était nécessaire, le C.C.T. pourrait également tenir une session.

11. Questions diverses

Sur proposition de Mr NUSSBERGER, le Comité International approuve à l'unanimité que le titre d'Adjoint honoraire soit conféré à Mr Albert Bonhoure en reconnaissance des nombreuses années de travail et de dévouement qu'il a consacrées au cours de sa carrière à la cause du Bureau International et de la métrologie.

Aucune autre question n'étant soulevée, le Comité a examiné la période favorable pour sa prochaine session : fin septembre ou début octobre 1966 (4).

Avant de clore la présente session, le PRÉSIDENT, en tant que rédacteur

(4) Compte tenu d'autres réunions internationales, la 55^e session du Comité International a été fixée du 4 au 6 octobre 1966.

en chef de *Metrologia*, donne des informations sur le développement et la diffusion de cette revue. Dans l'ensemble les premiers résultats sont encourageants. Le nombre d'abonnements est déjà d'environ 600. Mais pour le rédacteur en chef le souci majeur est d'obtenir des articles scientifiques de valeur. Dans les premiers temps, c'est là une tâche ardue. Lorsque cette revue sera mieux connue, les articles originaux viendront spontanément; pour l'instant il faut les solliciter. Le PRÉSIDENT prie les membres du Comité International de l'aider à susciter la rédaction d'articles destinés à *Metrologia*.

Mr BOURDOUN se fait le porte-parole de Mr Ermakov pour exprimer la reconnaissance de celui-ci d'avoir reçu l'autorisation exceptionnelle d'assister à une séance du Comité International des Poids et Mesures. Les organisations de l'U.R.S.S., dit-il, s'intéressent particulièrement aux travaux du Comité International. Le nombre et l'importance des questions qui se posent à la métrologie vont croissant et l'on assiste à un développement considérable des instituts et laboratoires métrologiques. L'U.R.S.S., par exemple, a vu au cours des deux dernières années doubler le personnel scientifique de ses laboratoires de métrologie. Il convient par ailleurs que ce développement s'appuie sur des échanges entre organisations métrologiques nationales tant au stade de contacts bi-latéraux que dans le cadre d'organismes internationaux.

Le PRÉSIDENT prie Mr Bourdoun de transmettre les félicitations et les remerciements du Comité International à Mr Ermakov qui a bien voulu marquer, par sa présence, puis par son message, l'intérêt qu'il porte à la collaboration internationale en métrologie et à l'œuvre du Comité International.

Mr ASTIN remercie le Président pour la compétence et la patiente bienveillance avec lesquelles il a dirigé les débats de cette session du Comité qu'il présidait pour la première fois.

Le PRÉSIDENT remercie à son tour ses collègues pour leur aide précieuse et l'efficacité de leur participation aux travaux de cette session, et pour l'approbation de son action comme porte-parole du Comité International dans l'année écoulée. Ce témoignage de confiance l'encourage à poursuivre sa tâche. Il déclare close la 54^e session du Comité International.

RAPPORT DU DIRECTEUR

SUR L'ACTIVITÉ ET LA GESTION DU BUREAU INTERNATIONAL

(1^{er} Septembre 1964 — 1^{er} Septembre 1965)

I. — PERSONNEL

Remarques générales

Le renforcement du personnel scientifique est la tâche la plus urgente, principalement dans la section des activités classiques, depuis que la mise en vigueur des dotations votées par la 12^e Conférence Générale pour les quatre années 1965-1968 a donné les moyens financiers nécessaires. La recherche difficile de scientifiques ayant les qualités désirées a commencé et doit continuer, car un bon encadrement scientifique est la condition première des succès futurs du Bureau International. En attendant, on a commencé à engager du personnel technique, un peu moins difficile à trouver, afin d'utiliser d'une façon plus complète les aptitudes du personnel scientifique existant. Malgré nos efforts, ce recrutement n'est pas aussi rapide que nous l'aurions désiré.

Engagements

Georges BOUTIN, mécanicien, a été engagé le 17 mai 1965. M^{me} Denise BOURDAIS a été engagée comme calculatrice hors-cadre le 16 juin 1965.

Divers

G. LORIC est rentré le 1^{er} mars 1965 après 16 mois d'absence pendant lesquels il a effectué son service militaire.

Deux femmes de ménage complètent les effectifs des services d'entretien généraux.

II. — BÂTIMENTS

Laboratoires de la section des radiations ionisantes

Les nouveaux bâtiments, munis d'un premier équipement scientifique, ont été inaugurés officiellement le 29 septembre 1964 et présentés le 7 octobre à MM. les Délégués à la 12^e Conférence Générale des Poids et Mesures.

Dans l'ensemble, les constructions et leurs installations fixes ont été réalisées d'une manière donnant entière satisfaction; quelques mises au point sont à poursuivre, notamment pour le conditionnement d'air. Les réceptions provisoires des différentes catégories de travaux ont été prononcées, assorties le cas échéant des réserves nécessaires.

L'attribution par la 12^e Conférence Générale d'une troisième dotation exceptionnelle a permis d'exécuter les travaux extérieurs indispensables: routes, abords et clôture définitive. L'allée du Mail, et l'allée de Tranche-montagne dans sa partie inférieure, ont été réempierrées. Pour desservir le bâtiment principal, une route a été créée le long de la façade Est avec, à l'extrémité, une plate-forme de dégagement. Les pentes des terrains ont été aménagées au voisinage des deux bâtiments, des murs de soutènement ont été construits au pied des pentes les plus fortes. Une clôture grillagée, d'une

hauteur de 2 m, fixée sur des poteaux de fer, a été posée sur une longueur de 360 m environ à la limite de la nouvelle concession. Il restera à mettre en place à l'automne 1965 quelques arbres, arbustes et plantes de décoration selon un plan établi avec un représentant des autorités françaises responsables du Parc de Saint-Cloud, comme cela avait été convenu lorsque la concession de terrain fut accordée.

Assainissement du Pavillon de Breteuil

Le programme des travaux d'assainissement mentionné dans le précédent Rapport a été achevé. Les trois bâtiments anciens : Observatoire, Grand et Petit Pavillons ont été ceinturés d'un réseau de canalisations de grès enterrées, d'un diamètre intérieur variant de 10 à 20 cm, qui recueille les eaux des gouttières et les eaux usées. Le réseau aboutit aux deux collecteurs primaires branchés sur le collecteur général.

Dans la défense contre l'humidité entretenue sur les murs par les infiltrations des eaux de pluie, d'excellents résultats ont été obtenus en 1963 par la mise en place d'une dalle en béton procurant une étanchéité parfaite, sous une partie du pavage de la cour, entre les Grand et Petit Pavillons. Pour compléter cette protection, les pavés ont été déposés sur toute la longueur des façades des deux Pavillons et une dalle en béton identique a été construite; puis le pavage a été rétabli.

Observatoire

La libération par la section des radiations ionisantes des salles qu'elle occupait provisoirement depuis sa création au Bureau International, a permis de restituer ces locaux à la section des activités classiques et de procéder à une réorganisation partielle.

Le pont de Smith a été transféré de la salle 16 à la salle 9 à proximité de la salle des points fixes thermométriques. Dans les salles 9 et 16, l'installation électrique et la peinture ont été refaites à neuf et le sol recouvert d'un linoléum.

La salle 11 a qui servait de salle de chimie radioactive a été réaménagée. On y produira désormais l'eau très pure qu'exigent certains travaux; par exemple la préparation des ampoules à point triple de l'eau.

Les dépôts importants et tenaces dus à la mauvaise qualité de l'eau potable distribuée au Pavillon de Breteuil ayant provoqué, directement ou par leurs conséquences, des accidents (mise hors service de chauffe-eau, détérioration d'une règle neuve par un nettoyage trop énergique de son plan tracé recouvert de dépôts calcaires, etc.), nous avons installé dans la salle 13 (chimie) un dispositif pour filtrer et adoucir l'eau sur l'un des circuits de distribution de l'ancien Observatoire.

Ce dispositif est constitué par un filtre Chamberland suivi d'un adoucisseur que l'on régénère périodiquement avec du chlorure de sodium. Mais pour avoir un débit d'eau satisfaisant à la sortie du dispositif il faut une pression d'eau suffisante en amont du filtre; pour l'obtenir nous avons dû faire remplacer l'ancien compteur et la canalisation de 10 mm qui amenait l'eau à l'Observatoire par un compteur à large voie et une canalisation de 40 mm. Par la suite le réseau intérieur de section généralement trop faible devra être remanié.

La salle 11 b a été affectée à un atelier d'électronique, la salle 11 c au calibrage des thermomètres et la salle 12 à un atelier de verrerie.

Enfin, dans le but de libérer la salle 7, le petit appareil déminéraliseur à résines a été transporté à la salle 13.

Sur la toiture, la couverture de l'acrotère et le chéneau situé en arrière ont été entièrement refaits en zinc neuf.

Grand Pavillon

A la partie sud, la couverture abritant l'appartement du directeur et l'escalier des bureaux du 1^{er} étage se trouvait dans un état d'extrême vétusté n'autorisant plus de réparations partielles. Après enlèvement des vieilles ardoises, quelques chevrons hors d'usage ont été remplacés sur la charpente et la couverture a été refaite en ardoises neuves. Au-dessus, on a aussi réparé la corniche de la partie centrale du bâtiment et remplacé la gouttière en zinc.

La fixation du paratonnerre a été consolidée, un câble neuf a été posé et on a refait la mise à la terre.

III. — INSTRUMENTS ET TRAVAUX

Remarques générales

Les activités saillantes ont porté sur : la mise en application de la nouvelle définition du mètre; la poursuite des installations pour la mesure absolue de g qui pourra commencer dans un avenir assez proche; le choix, l'étude et l'installation des équipements de mesure de la section des radiations ionisantes dans ses nouveaux locaux.

Comme l'année précédente, l'Institut d'Optique de Paris a eu l'obligeance de nous permettre d'utiliser sa calculatrice électronique CAB 500 pour certains calculs courants. Afin de diminuer autant que possible le temps d'occupation de cette machine, nous lui fournissons les données numériques à traiter sous forme de bande perforée que nous préparons nous-mêmes. Dans ce but, nous avons dû acheter un perforateur Creed à 7 canaux.

Dans l'exposé qui suit, les noms de ceux qui ont pris une part prépondérante aux travaux décrits sont cités entre parenthèses. L'astérisque (*) placé après un nom signifie que cette personne ne fait pas partie du personnel du Bureau International : physiciens ayant effectué un stage au Bureau; membres du groupe de recherche de dosimétrie, Paris, qui travaillent au Bureau International conformément à l'arrangement conclu avec le Ministère français de la Santé (*Procès-Verbaux C.I.P.M.*, 32, 1964, p. 14).

Longueurs

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

Nous avons apporté quelques améliorations au dispositif de conditionnement d'air de la salle du comparateur photoélectrique et interférentiel. L'installation et l'étude de cet appareil ont été poursuivies notamment en ce qui concerne la mesure des températures, la mesure de l'indice de réfraction de l'air et la détermination des ordres d'interférence. Nous avons effectué des étalonnages et des mesures absolues de règles à traits, des mesures absolues d'étalons à bouts et d'un étalon de longueur destiné à la mesure de g (voir p. 29).

Conditionnement d'air. — Le choix d'un emplacement plus judicieux pour le thermomètre à contacts déclenchant le chauffage ou le refroidissement a permis de réduire notablement les variations de température de la salle en fonction de la température extérieure. D'autre part, on a amélioré l'accessibilité du filtre à air et ainsi facilité son remplacement systématique.

Mesure des températures. — La température de la règle est déterminée au moyen de thermocouples différentiels par comparaison à la température d'un bloc de cuivre de référence, elle-même mesurée au moyen d'un thermomètre à résistance de platine connecté au pont de Smith.

L'installation des thermocouples effectuée par M. Bykov (*Procès-Verbaux C.I.P.M.*, 32, 1964, p. 47) donne satisfaction malgré une certaine fragilité de l'isolement des conducteurs. Il est nécessaire de vérifier avant chaque série de mesures que la résistance de chaque thermocouple a sa valeur normale. On utilise habituellement 3 thermocouples (parfois 5) pour une règle de 1 m, disposés le long de cette règle en des points déterminés de façon que la moyenne arithmétique des 3 (ou 5) indications soit égale à la valeur moyenne de la température de la règle entière, en supposant que cette température puisse être représentée par un polynôme de degré 3 (ou 5).

On a pu constater que, 24 h après avoir placé une règle dans le comparateur et fermé le caisson, la température en un point quelconque de la règle ne s'écarte pas de plus de 0,001 deg de sa température moyenne. Celle-ci peut différer de 0,01 deg de la température du bloc de cuivre thermiquement isolé.

Pour la mesure de la température du bloc de cuivre nous utilisons le thermomètre à résistance de platine S 167, étalonné au N.P.L. en 1964. Nous adoptons les valeurs du N.P.L. pour les coefficients α et δ , mais nous prenons pour R_0 les valeurs déduites de nos propres mesures au point triple de l'eau.

Afin de vérifier le bon fonctionnement de l'ensemble de l'installation nous avons fait l'expérience suivante :

La règle est remplacée par un tube de cuivre muni d'enroulements de chauffage et contenant le thermomètre à résistance R 13 qui mesure la température t .

Le thermomètre S 167 mesure la température t_0 du bloc de cuivre. Trois thermocouples différentiels donnent directement la différence de température entre le tube et le bloc de cuivre; soit Δt la moyenne de leurs indications, on compare Δt et $t - t_0$. Les résultats, exprimés en millidegrés, sont :

$t - t_0$	13,3	25,3	34,4	45,6	57,3
Δt	13,2	24,5	32,9	43,0	53,7

La première mesure seule est faite sans chauffage. Pour les autres il n'y a pas équilibre de température entre le tube et l'air, ce qui explique que $t - t_0$ soit supérieur à Δt . Dans le cas d'une règle les conditions sont celles de la première mesure; les thermocouples n'introduisent donc qu'une erreur négligeable.

Mesure de l'indice de réfraction de l'air. — Le réfractomètre pour la mesure de l'indice de l'air utilise les mêmes radiations que l'interféromètre du comparateur. Le photomultiplicateur E.M.I. prévu, à cellule tri-alcaline, s'est révélé incompatible avec les filtres monochromatiques existants à cause de l'étendue de sa sensibilité spectrale. Un photomultiplicateur à cathode Cs_3Sb qui nous a été fourni gracieusement par le Prof. A. Lallemand a donc été essayé et convient parfaitement. Il a toutefois été nécessaire d'installer la chaîne de résistances de l'alimentation de ce photomultiplicateur à l'extérieur du caisson. Cet appareil fonctionne maintenant régulièrement. La réduction des observations est entièrement programmée pour être effectuée par une calculatrice électronique qui fournit, pour chaque radiation, la correction à appliquer à l'excédent fractionnaire observé avec l'interféromètre du comparateur pour le ramener au vide.

Afin d'avoir une idée de l'homogénéité de l'indice de réfraction de l'air à l'intérieur du caisson, nous avons fait des mesures systématiques d'indice en effectuant les mêmes déplacements du chariot porte-règle que lors de la mesure d'une règle de 1 m. Nous avons mis en évidence une dérive lente, mais nous n'avons trouvé aucune corrélation entre l'indice mesuré et la position du chariot.

Détermination de l'ordre d'interférence dans l'interféromètre du comparateur. — Le mouvement de la compensatrice qui permet la mesure de l'excédent fractionnaire des interférences doit être parfaitement linéaire. Les essais ont montré qu'il en était bien ainsi. Un procédé a été imaginé pour remplacer à l'avenir ce déplacement à commande manuelle par un système électrique automatique.

L'observation photoélectrique des interférences est faite au moyen d'un photomultiplicateur à 20 étages à cathode Cs_3Sb : on effectue 4 pointés, un pour chacune des 4 positions de la compensatrice correspondant à des trajets optiques en progression arithmétique. Le calcul de l'excédent fractionnaire pour la position moyenne de la compensatrice, du pas entre les pointés et de la visibilité des interférences, est programmé et systématiquement effectué par la calculatrice électronique. On a récemment modifié le programme pour que le pas soit considéré comme une grandeur connue lorsque la visibilité est faible; la précision sur le calcul de l'excédent fractionnaire est alors meilleure.

Nous avons réglé avec soin les contrepoids destinés à équilibrer le miroir que l'on fixe à l'extrémité de la règle et fait exécuter par notre atelier trois tubes rallonges de longueurs 100 mm, 350 mm et 500 mm pour le bras fixe de l'interféromètre afin de pouvoir disposer de plusieurs positions du conjugué du miroir fixe le long de la course du miroir mobile.

Nous avons tenté de vérifier l'invariabilité de la distance entre les microscopes et l'ensemble séparatrice-compensatrice lors des mouvements du chariot porte-règle au moyen d'un miroir fixé à l'un des coulisseaux porte-microscopes et approximativement conjugué du miroir fixe. Les variations observées, toujours comprises dans un intervalle de ± 20 nm, présentent une allure systématique, mais leurs irrégularités sont telles qu'elles semblent dues aux changements de l'indice de l'air le long des faisceaux de l'interféromètre du comparateur, ces changements d'indice étant fonction de la position du chariot. Ces contrôles seront repris lorsque nous aurons réalisé une agitation de l'atmosphère du caisson.

Signalons enfin que pour le réglage du parallélisme à grande différence de marche nous utilisons systématiquement le laser obligeamment mis à notre disposition par le N.R.C. d'Ottawa.

Comparateur normal (G. Leclerc)

Cet instrument conserve son importance malgré l'installation du comparateur photoélectrique et interférentiel; il a subi en 1965 une révision complète. A cette occasion le réglage mécanique et optique du microscope n° 1 a été refait.

La distance entre les deux piliers en béton armé construits en janvier 1954, qui supportent les microscopes, ne varie pratiquement plus depuis plusieurs années. Les fluctuations de cette distance de part et d'autre de la courbe donnée à la figure 1 sont saisonnières et fonction des variations de la température extérieure.

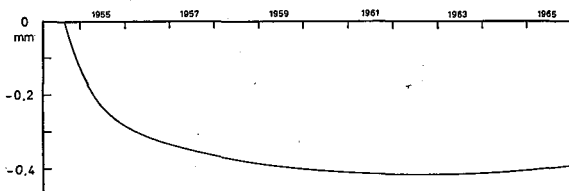


Fig. 1. — Variation de la distance entre les piliers supportant les microscopes du comparateur normal.

Mètres prototypes (G. Leclerc, F. Lesueur, P. Carré, J. Hamon)

Trois Mètres prototypes nationaux ont été vérifiés en 1964-1965, dont deux (N° 3 C et N° 35) avant leur envoi à la Société Genevoise d'Instruments de Physique qui les munira d'un nouveau tracé. Les mesures, effectuées au comparateur normal, ont conduit aux résultats suivants :

N° 3 C (Danemark) = 1 m — 1,50 μm à 0 °C (novembre 1964),
(précédentes valeurs : — 1,54 μm en 1921 et — 1,43 μm en 1950).

N° 35 (Rép. Arabe Unie) = 1 m — 0,55 μm à 0 °C (juin 1965),
(précédente valeur : — 0,32 μm en 1913).

Le Mètre N° 6 C (Roumanie), repoli et retracé en 1958, avait fait l'objet d'une étude complète à cette époque (*Procès-Verbaux C.I.P.M.*, 26-A, p. 25). Sa nouvelle détermination donne, pour le Mètre défini à 20 °C :

N° 6 C₍₂₀₎ = 1 m + 1,27 μm (comparateur normal, juin 1965)

en bon accord avec la valeur obtenue en 1958 : 1 m + 1,37 μm , ces deux valeurs étant exprimées en fonction de celles des Mètres prototypes en platine iridié de référence du Bureau International.

La longueur du Mètre N° 6 C a également été mesurée au moyen du comparateur photoélectrique et interférentiel par comparaison directe à la longueur d'onde étalon du krypton 86. Nous avons déterminé en mars et octobre 1965 la position de toutes les divisions de ce Mètre, c'est-à-dire les traits 500, 1 000 (Mètre à 20 °C), 1 000' (Mètre à 0 °C), avec chacun des deux microscopes et pour les deux positions AB et BA de la règle. Les résultats suivants ont été obtenus :

Mètre N° 6 C				
Comparateur photoélectrique-interférentiel				
Traits	Microscope		Moyenne	Résultats obtenus au comparateur à microscopes visuels
	Droit (moyenne AB — BA)	Gauche (moyenne AB — BA)		
0	0	0	0	0
500	+ 0,674 μm	+ 0,649 μm	+ 0,662 μm	+ 0,60 μm
1 000	+ 1,435	+ 1,430	+ 1,432	+ 1,27
1 000'	+ 174,174	+ 174,174	+ 174,174	+ 173,87

La valeur finalement attribuée au Mètre N° 6 C à 20 °C est celle résultant des mesures au comparateur photoélectrique et interférentiel :

$$\text{N}^{\circ} 6 \text{ C}_{(20)} = 1 \text{ m} + 1,43 \text{ } \mu\text{m} \text{ (octobre 1965).}$$

Règles étalons (G. Leclerc, F. Lesueur, P. Carré, J. Hamon)

Trois règles étalons de 1 m de premier ordre ont été étudiées :

— Règle N° 3698, en acier-nickel à 58 % de Ni, appartenant à la Société Genevoise d'Instruments de Physique (détermination du coefficient de dilatation et équation) :

$$\text{N}^{\circ} 3698 = 1 \text{ m} - 1,57 \text{ } \mu\text{m} + [11,316 + 0,003 27 (t - 20)] \times (t - 20) \text{ } \mu\text{m}.$$

— Règle N° 721, en invar, appartenant à l'Argentine; cette règle continue à se raccourcir comme le montre le tableau suivant :

en 1934	N° 721 = 1 m + 0,36 μm à 20 °C
1938	+ 0,13
1954	— 0,18
1965	— 0,61

— Règle N° 12202, en acier-nickel à 58 % de Ni, destinée à la Nigéria (détermination du coefficient de dilatation, étalonnage des traits décimétriques, équation) :

$$\text{N}^{\circ} 12202 = 1 \text{ m} + 0,14 \text{ } \mu\text{m} + [11,431 + 0,002 43 (t - 20)] \times (t - 20) \text{ } \mu\text{m}.$$

— Règle en acier nickélé N° 8614 (Bureau International) qui a été utilisée systématiquement depuis octobre 1963 pour l'étude du fonctionnement du comparateur photoélectrique et interférentiel. Nous avons effectué une détermination, en fonction de la longueur d'onde du Kr 86, de la position de tous les traits décimétriques de cette règle en position AB au moyen du microscope droit (janvier 1965) et du microscope gauche (mars 1965).

L'examen des résultats obtenus nous a amenés à suspecter ceux de janvier 1965 en raison de notre manque d'expérience et aussi ceux de mars 1965 en raison d'un fonctionnement défectueux du pont de Smith pour la mesure de la température. Nous avons refait (mai 1965) une détermination de la position des traits 500 et 1 000 en position AB, avec chacun des deux microscopes. L'ensemble de ces résultats est donné dans le tableau suivant :

<i>Règle N° 8614</i> (unité : nm)					
Traits	Comparateur photoélectrique-interférentiel				Équation visuelle (nov. 1959) combinée avec étalonnage photoélectrique (déc. 1963)
	Microscopes				
	Droit		Gauche		
	janv. 1965	mai 1965	mars 1965	mai 1965	
0	0	0	0	0	0
100	+ 386		+ 334		+ 314
200	+ 558		+ 422		+ 472
300	+ 725		+ 527		+ 534
400	+ 1 587		+ 1 307		+ 1 446
500	+ 1 396	+ 1 285	+ 1 124	+ 1 318	+ 1 273
600	+ 1 648		+ 1 341		+ 1 518
700	+ 2 000		+ 1 622		+ 1 800
800	+ 2 382		+ 2 004		+ 2 086
900	+ 2 324		+ 1 909		+ 2 009
1 000	+ 2 340	+ 1 962	+ 1 860	+ 2 040	+ 1 920

Les valeurs de la dernière colonne sont rapportées à l'ancienne définition du mètre.

Étalons à bouts (J. Hamon, P. Carré, R. Czerwonka)

Calibres. — Trois étalons spéciaux de forme cylindrique, à bouts plans, appartenant à la Société Moore (États-Unis d'Amérique) (voir Rapport 1964, p. 43), de longueurs

nominales 406,4, 457,2 et 480 mm, ont été mesurés dans l'interféromètre de Michelson où l'indice de réfraction de l'air est calculé d'après les conditions atmosphériques ambiantes, et dans l'interféromètre du comparateur interférentiel où cet indice est mesuré directement.

Interféromètre de Michelson	Comparateur interférentiel
406 399,46 ± 0,07 μm	..., 40 ± 0,05 μm
457 199,47 —	, 43 —
479 999,31 —	, 27 —

On voit que les résultats obtenus à l'interféromètre de Michelson sont supérieurs en moyenne de 1×10^{-7} en valeur relative; il est possible que l'indice calculé soit faussé par une composition anormale de l'air du caisson du Michelson.

Six calibres étalons appartenant au Venezuela ont été mesurés dans l'interféromètre à franges de Fizeau.

Mètre en silice fondue N° 53. — Le Deutsches Geodätisches Forschungsinstitut nous a demandé la mesure d'un étalon à bouts de 1 m en silice fondue, de forme tubulaire, terminé par des calottes sphériques de rayons de courbure de 1 m et de 5 m. Cet étalon a déjà été mesuré par Mr Väisälä à Turku et aussi par la P.T.B. à Braunschweig. A cause de la forme géométrique de cet étalon, sa mesure en valeur absolue est assez délicate. La méthode que nous avons utilisée est la suivante: le Mètre est introduit dans un étalon auxiliaire en invar, spécialement conçu pour cette expérience; cet étalon auxiliaire constitue un étalon à bouts dont la mesure est classique. Cet

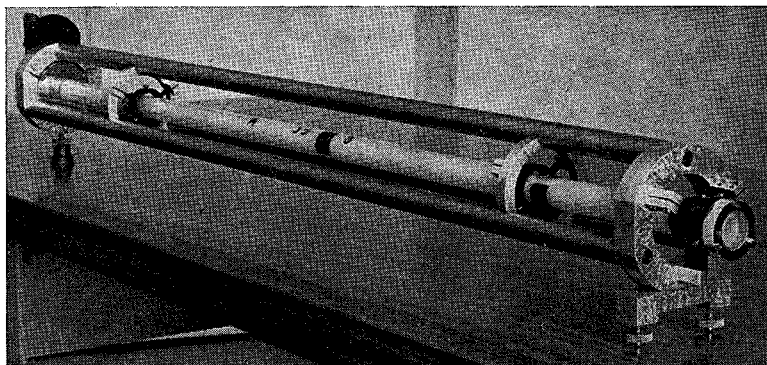


Fig. 2. — Montage pour la mesure du Mètre en silice fondue N° 53 dans le comparateur photoélectrique et interférentiel.

ensemble (fig. 2) est placé sur le chariot mobile du comparateur interférentiel et constitue l'un des bras de l'interféromètre. Des caches mobiles permettent de n'utiliser que la partie désirée de la section du faisceau lumineux. La différence de longueur entre le Mètre N° 53 et l'étalon en invar est mesurée à chaque extrémité: par l'observation des anneaux de Newton entre la face nue du miroir et l'extrémité A d'un côté, et de l'autre par la différence des pointés photoélectriques des interférences (au voisinage du contact optique avec le miroir fixe de l'interféromètre de Michelson) sur le petit miroir annulaire, puis sur l'extrémité B. Dans notre montage (fig. 3), *a* et *b* étaient de l'ordre du micromètre.

La valeur moyenne obtenue est

$$\text{N° 53} = 1 \text{ m} + 35,07 \mu\text{m à } 20 \text{ °C,}$$

avec une dispersion moyenne de $\pm 0,02 \mu\text{m}$. Ce résultat est en excès de $1,5 \mu\text{m}$ sur celui obtenu par Mr Väisälä qui avait comparé le Mètre N° 53 à deux autres Mètres en

silice fondue (N° VIII et N° XI) mesurés au B.I.P.M. en 1953. D'autres déterminations sont prévues pour rechercher la cause de cet écart.

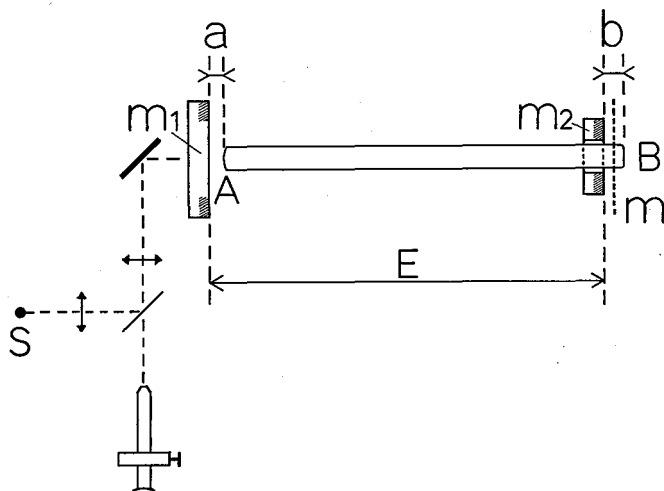


Fig. 3. — Schéma du montage optique pour la mesure du Mètre en silice fondue N° 53.

A, B, Mètre en silice fondue; E, Étalon auxiliaire en invar; m_1, m_2 , Miroirs de l'éta-
lon E; m, Conjugué du miroir fixe de l'interféromètre; S, Source de lumière mono-
chromatique.

Éta-
lon de longueur pour la mesure de g . — Le premier étalon de longueur en silice
fondue d'environ 792,6 mm qui servira pour la détermination absolue de g a été mesuré.
Le schéma (fig. 4) indique la forme particulière de cet étalon. Sa longueur a tout d'abord
été déterminée dans l'air à la pression atmosphérique dans le comparateur interfé-
rentiel. Cet étalon devant être utilisé dans le vide, il a ensuite été transporté dans le
caisson de l'interféromètre de Michelson, où il a été mesuré à une pression d'environ
 $0,01 \text{ N} \cdot \text{m}^{-2}$ (10^{-4} mm Hg). Cette mesure ne pouvant fournir que l'excédent fractionnaire
il fallait calculer une valeur approchée de la longueur dans le vide; nous avons admis
pour la silice fondue un coefficient de compressibilité linéaire de $8,94 \times 10^{-12} \text{ N}^{-1} \cdot \text{m}^2$
($1,192 \times 10^{-9}$ par mm Hg) (*Rev. Sci. Instr.*, 1957, 28, pp. 828-829). Finalement, on
obtient dans le vide et à $20 \text{ }^\circ\text{C}$ la valeur $792\,589,50 \pm 0,01 \text{ } \mu\text{m}$.

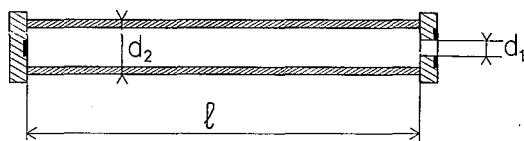


Fig. 4. — Éta-
lon de longueur tubulaire
en silice fondue pour la mesure absolue de g .
 $l = 80 \text{ cm}$; $d_2 = 46 \text{ mm}$; $d_1 = 6 \text{ mm}$.

Base, règles et fils géodésiques

Mesure interférentielle de la base géodésique (J. Hamon, R. Czerwonka, M^{lle} N. Mon-
theil *)

L'installation permettant la mesure interférentielle de notre base géodésique de
24 m a été complétée. Les réglages optiques ont été facilités par l'emploi d'un laser
He-Ne monté sur un bâti en silice fondue, obligeamment prêté en septembre 1964

par la C.S.F. (Compagnie Générale de Télégraphie Sans Fil, Paris) en remplacement de celui qui nous avait été prêté en mai 1964. Sa stabilité est très bonne pour des réglages de parallélisme avec 24 m de différence de marche.

Une pompe à vide, destinée au cryostat de la lampe à krypton 86, a été achetée à la S.O.G.E.V.

La figure 5 montre la disposition générale de l'installation. Le miroir mobile *M* porte, sur sa tranche inférieure, un trait qui a été gravé par nos soins.

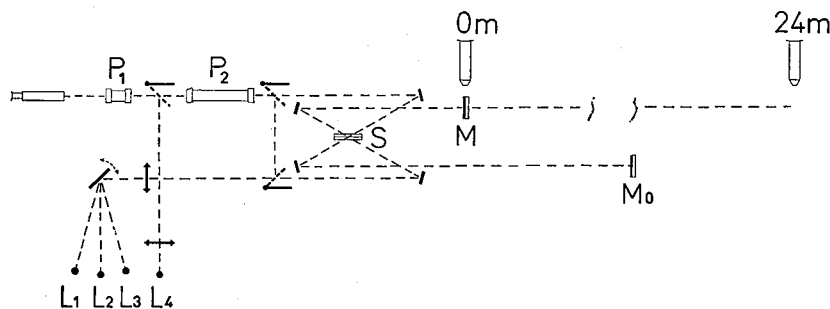


Fig. 5. — Schéma optique de l'installation pour la mesure interférentielle de la base géodésique murale de 24 m.

L₁, L₂, L₃, L₄, Sources; *M, M₀*, Miroirs mobile et fixe de l'interféromètre de Michelson; *P₁, P₂*, Étalons Perot-Fabry de 0,25 m et 1 m; *S*, Séparatrice et compensatrice de l'interféromètre; 0 m, 24 m, Microscopes de la base.

Une mesure complète comprend : 1° la détermination de la longueur optique de l'étalon Perot-Fabry *P₁* de 25 cm directement en fonction de la longueur d'onde étalon par observation des anneaux à l'infini; 2° la mesure de l'étalon *P₂* de 1 m par observation des franges de superposition d'ordre 4 en lumière blanche entre *P₁* et *P₂*; 3° deux observations du contact optique en lumière blanche entre 12 fois *P₂* et une différence de marche équivalente sur la base, le miroir mobile se trouvant sous le microscope 0 m, puis sous le microscope 24 m. Un retour symétrique dans le temps est ensuite effectué. Une telle mesure dure actuellement environ une heure et demie. L'indice de réfraction de l'air est calculé d'après les conditions ambiantes.

Cinq mesures interférentielles ont déjà été faites; chacune a été doublée par une mesure par la méthode utilisée jusqu'à présent, c'est-à-dire à l'aide de la règle en invar I 5 de 4 m mesurée par comparaison visuelle aux étalons à traits du Bureau. On a observé entre les résultats obtenus par les deux méthodes les écarts suivants :

Base par interférence — Base par règle I 5

+ 4,2 μm
+ 3,8
+ 8,6
- 1,6
+ 0,3
+ 3,1 μm

Moyenne... + 3,1 μm

soit $0,13 \times 10^{-6}$ en valeur relative.

La cohérence de ces valeurs est bonne et leur moyenne est excellente puisque l'on admet généralement que la longueur de I 5 n'est pas connue à mieux que $2 \mu\text{m}$ près, soit $0,5 \times 10^{-6}$ en valeur relative.

Ainsi, ce nouvel interféromètre de 24 m nous donne satisfaction et la précision demandée de 1×10^{-7} en valeur relative semble avoir été obtenue. Quelques améliorations y seront encore apportées afin d'en rendre l'emploi plus aisé; déjà une installation récente, évacuant l'ozone produit par la lampe à lumière blanche au xénon, semble donner de bons résultats. Il n'en reste pas moins qu'avec de telles différences de marche, de sévères précautions doivent être prises pour uniformiser, stabiliser et déterminer l'indice de l'air.

Règles géodésiques (F. Lesueur, C. Garreau, G. Girard)

Nos deux règles géodésiques de 4 m en invar, I 4 et I 5, ont été de nouveau mesurées par rapport à la règle de 1 m en invar N 1 dont l'équation venait d'être déterminée. Comme en 1963 (Rapport 1963, p. 47) chaque règle a été mesurée sur un intervalle de 1 m de notre base, puis elles ont été comparées l'une à l'autre sur l'intervalle de 24 m. Après compensation on a obtenu les valeurs suivantes :

I 4 à 20 °C	I 5 à 0 °C
4 m + 9,6 μm, avril 1965	4 m + 45,9 μm, avril 1965
(+ 10,6 μm, avril 1963)	(+ 46,0 μm, avril 1963)

Ces deux règles ont été ensuite mesurées directement en fonction de la longueur d'onde étalon au moyen de l'interféromètre de la base. Les différences obtenues par rapport à la méthode habituelle utilisant la règle N 1 sont les suivantes :

Méthode interférentielle — Méthode habituelle

I 4	+ 2,2 μm
I 5	— 0,2

Ces différences sont à peine significatives, étant donné l'incertitude signalée plus haut sur ces règles de 4 m.

Fils et rubans géodésiques (F. Lesueur, C. Garreau)

Les repères 0 et 24 m de notre base murale ne comportaient jusqu'à maintenant qu'un seul trait en leur centre. Chacun de ces repères a été doté d'un vernier au 1/10, sur 1 cm. Les lectures à la loupe par interpolation au 1/20 de millimètre sont devenues plus sûres et la reproductibilité des résultats a été améliorée.

Quarante fils ou rubans de longueurs diverses ont été étudiés pour l'Allemagne, la Belgique, la France, la Norvège et les Pays-Bas.

Nous avons déterminé la longueur de trois fils spéciaux de 7,280 m pour la Manufacture Belge de Lampes et de Matériel Électronique à Bruxelles. Cette longueur était définie entre un trait à une extrémité et l'intérieur d'un anneau à l'autre. Quoique notre base géodésique ne soit équipée que pour l'étude de certaines longueurs multiples du mètre, nous avons pu néanmoins mesurer ces instruments, mais dans de médiocres conditions, grâce à notre règle I 4 de 4 m qui possède un intervalle de 1 mètre divisé en millimètres. Si de telles demandes d'étude se renouvellaient, il nous faudrait modifier nos installations pour pouvoir y répondre.

Un ensemble de mesures a déjà été effectué sur les rubans BIPM N^{os} 5 à 8, en vue d'étudier leur stabilité dans le temps. Ce sont en effet les premiers rubans construits avec du fil d'invar écrasé dont le coefficient de dilatation, suffisamment négatif, a pu être relevé par un étuvage approprié.

Dépression de l'invar (G. Girard)

Il a été fait mention dans le Rapport de 1960, p. 33, du début d'une étude ayant pour but de vérifier la validité de la formule établie par Ch.-Ed. Guillaume sur la dépression de l'invar. Guillaume avait observé qu'une règle d'invar qui a séjourné longtemps à une température déterminée t_1 , éprouve, lorsqu'on l'amène rapidement à une autre température t_2 , un changement de longueur dû à la dilatation, tandis qu'un résidu très faible de variation, de sens contraire (*dépression*), suit lentement le premier changement, la valeur de cette dépression étant donnée par la formule

$$\frac{\Delta l}{l} = 0,003\ 25 \times 10^{-6} (t_1^2 - t_2^2).$$

Cinq fils d'invar de 24 m, de livraisons différentes, ont été choisis pour cette étude. Quatre d'entre eux étaient anciens (N^{os} 112, 275, 795 et 1137), le N^o 533 était de fabrication récente. Tous avaient été stabilisés par la méthode habituelle en usage au Bureau International. Après avoir séjourné à la base pendant un certain temps, ils

ont été placés dans une étuve maintenue à une température de 44 °C. Ils y sont restés pendant 67 jours et n'en ont été extraits que trois fois, juste le temps nécessaire pour les mesurer. Après ce délai, les fils ont été de nouveau accrochés au râtelier de la base, dans laquelle règne une température de 20 ± 2 °C, et l'on a continué à les observer régulièrement. Chaque fois le nombre des lectures était doublé par rapport à ce qui est fait habituellement.

La figure 6 donne les résultats. La droite G indique la valeur de la dépression de l'invar d'après la formule ci-dessus. On remarque que les courbes des fils les plus anciens présentent une certaine analogie. Le fil N° 1137 paraît peu sensible aux changements de température qu'il a subis, tandis que le fil N° 795 se rapproche le plus de la formule de Guillaume. Le fil N° 533 (fin de l'étuvage en 1956) présente une forte dépression qui ne paraissait pas terminée à sa sortie définitive de l'étuve.

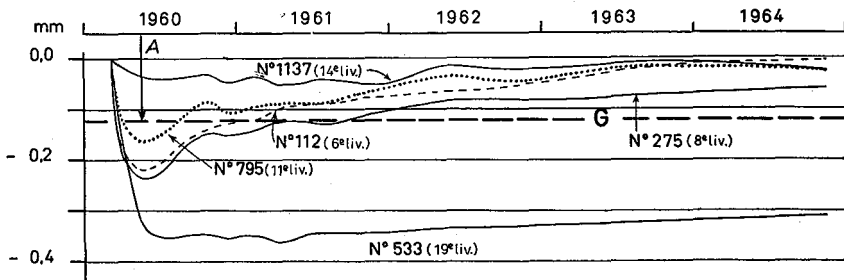


Fig. 6. — Dépression de l'invar observée sur les cinq fils de 24 m du premier groupe.

A, sortie des fils de l'étuve à 44 °C; G, formule de Guillaume.

Environ un an après, les fils anciens N°s 112, 275 et 795 avaient subi un net relèvement de leur longueur, de l'ordre de 0,1 mm, tandis que le N° 1137 qui avait peu varié voyait sa longueur rester constante. Le fil N° 533 a montré un comportement anormal : sa longueur est restée pratiquement la même qu'à sa sortie de l'étuve et elle avait même tendance à diminuer légèrement.

Cette constatation nous a conduits à étendre l'étude sur un deuxième groupe de cinq fils de 24 m, fabriqués avec de l'invar provenant de livraisons récentes (17 B à 21). Ces fils ont été soumis au traitement de stabilisation habituel avant d'être étudiés. Ils ont été ensuite placés dans l'étuve, maintenue à 44 °C, pendant 122 jours et n'en sont sortis que sept fois pour les mesures. Bien qu'après cette période le phénomène de dépression ne semblât pas être terminé, les cinq fils ont été mis au râtelier de la base. La figure 7 indique les variations de longueur de ces fils. On remarque tout de suite que le raccourcissement est très important, nettement plus que dans le 1^{er} groupe (fig. 6), même en tenant compte du fait que les fils sont restés plus longtemps à la température de 44 °C. La variation de longueur des fils a continué pendant le premier mois qui a suivi leur sortie de l'étuve. Le fil N° 489 est de la même livraison (19^e) que le N° 533 du 1^{er} groupe; leurs comportements sont cependant assez différents.

En juillet 1962 (un an après) la longueur de ces cinq fils du 2^e groupe avait augmenté à peu près de 0,03 à 0,04 mm seulement, tandis qu'à la même date, soit deux ans après leur sortie de l'étuve, les fils du 1^{er} groupe (fig. 6) avaient augmenté d'une quantité correspondant environ aux deux tiers de leur raccourcissement à la fin de l'étuvage, sauf bien entendu pour le fil N° 533.

Les mesures ont été poursuivies sur les deux groupes jusqu'en septembre-novembre 1964.

Pendant ces deux dernières années, les fils N°s 112, 275 et 795 se sont allongés de très petites quantités, tandis que les N°s 1137 et 533 étaient stationnaires. Pour la même période, les fils du 2^e groupe conservaient exactement la même longueur.

Il existe d'autre part un phénomène général qui s'applique à tous les fils : l'allongement séculaire. Cet effet est très faible (inférieur à 0,01 mm par an) pour les quatre plus anciens fils du 1^{er} groupe qui ont entre soixante et trente-cinq ans d'âge. En revanche, pour le N° 533 et les fils du 2^e groupe, dont l'invar a moins de 10 ans

d'âge (sauf celui du N° 108 qui a 20 ans), l'allongement séculaire est de l'ordre de 0,01 à 0,03 mm par an. Il semble donc que l'étuvage à 44 °C ait sur ce point stabilisé presque parfaitement ces derniers fils.

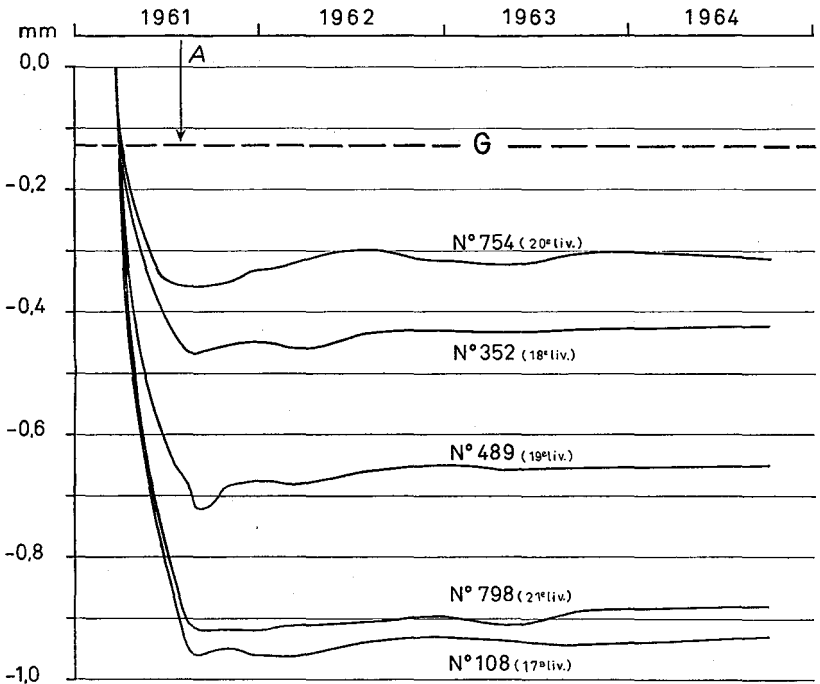


Fig. 7. — Dépression de l'invar observée sur les cinq fils de 24 m du deuxième groupe. A, sortie des fils de l'étuve à 44 °C; G, formule de Guillaume.

Il ressort de cette étude que la formule de dépression donnée par Ch-Ed. Guillaume ne s'applique plus à l'invar des livraisons fournies depuis au moins vingt ans. La dépression est maintenant plus élevée et varie d'une livraison à l'autre. De plus il est possible de trouver, à l'intérieur d'une même livraison, des comportements différents bien que les fils aient en principe la même composition chimique et aient subi les mêmes traitements mécaniques et thermiques.

D'après ces résultats, il faudrait déterminer une formule de dépression pour chaque nouvelle livraison d'invar, en prenant plusieurs fils dans chacune d'elles. Cela conduirait à un assez gros travail, peut-être en disproportion avec l'usage qui est fait maintenant des fils géodésiques. Car, même si des fils d'invar sont exposés pendant une longue période à des températures notablement différentes de la température d'étalonnage (15 °C) il est facile, à l'époque actuelle, de les comparer de temps en temps à un groupe de fils de référence conservés dans de bonnes conditions.

Allongement des fils sous traction prolongée (G. Girard)

Cette étude, dont il est déjà question dans mon Rapport de 1962, p. 68, a été arrêtée en avril 1965. Elle avait pour but de connaître la variation de la longueur d'un fil de 24 m sous l'influence d'une traction prolongée exercée par le poids d'une masse de 10 kg.

Les deux fils qui ont servi à cette étude provenaient de livraisons d'invar différentes : N° 796 (11^e livraison, 1919) et N° 109 (20^e livraison, 1957); leur coefficient de dilatation avait été déterminé entre 5 et 40 °C, sur les fils eux-mêmes, dans notre dilatomètre. Ils ont été mis sous traction de 98,09 N en août 1961. Leur longueur était

déterminée souvent, en doublant à chaque fois le nombre des lectures que l'on fait habituellement.

Les courbes représentant l'allongement de ces fils pendant la première année ont été données dans mon Rapport de 1962, p. 69, fig. 12. Elles montrent une variation de longueur de 0,07 mm (N° 796) et de 0,09 mm (N° 109).

La traction s'est prolongée jusqu'en décembre 1963, date à laquelle les fils ont été librement suspendus au râtelier de la base. A cette date leur allongement total était de 0,09 mm (N° 796) et de 0,11 mm (N° 109).

Les fils ont ensuite été mesurés aussi souvent et de la même façon. On a noté un raccourcissement continu au cours du premier mois et les fils se sont ensuite stabilisés; ce raccourcissement atteint environ 0,04 mm pour les deux fils.

La figure 8 montre la variation de longueur des deux fils depuis août 1961 jusqu'en avril 1965.

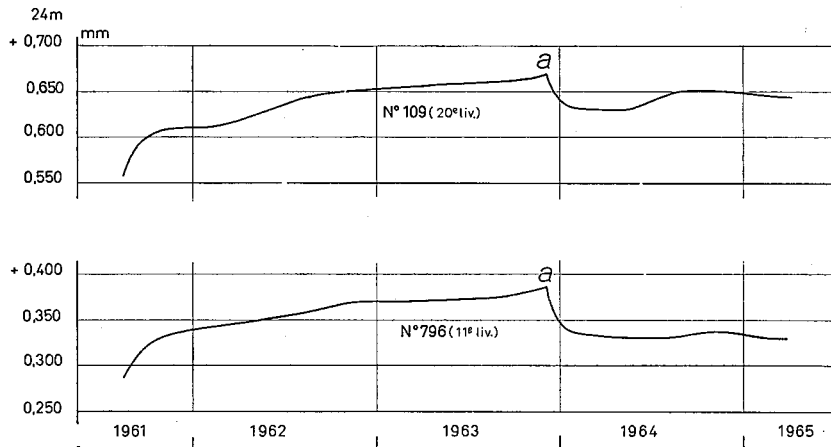


Fig. 8. — Allongement de deux fils d'invar de 24 m sous traction prolongée de 98,09 N.

a, arrêt de la traction.

On voit que les fils n'ont pas repris leur longueur initiale, mais il faut tenir compte, pour une part, de l'allongement séculaire qui se superpose à celui dû à la traction. Il est difficile de donner une valeur exacte à cet allongement s'il n'est pas mesuré sur le fil lui-même, mais il pourrait être de l'ordre de 0,03 à 0,04 mm, un peu plus pour le fil N° 109 qui est de fabrication plus récente.

L'allongement d'un fil géodésique de 24 m soumis à une traction prolongée de 98 N n'est donc pas important si l'on considère uniquement l'effet dû à la traction; cet effet semble d'autre part être le même d'un fil à l'autre.

Masses et masses volumiques (G. Girard)

Balances Rueprecht N° 1 (1 kg) et N° 2 (200 g)

Au cours des nombreuses pesées effectuées pendant l'hiver 1964-1965, on a confirmé qu'il existait une différence de température de l'ordre de 0,01 deg entre l'avant et l'arrière de la balance Rueprecht N° 1, ainsi qu'une autre différence, plus faible, entre la gauche et la droite. On étudie le moyen de remédier à ce défaut.

La balance Rueprecht N° 2 est actuellement chez son constructeur à Wien (Rapport de 1964, p. 44); elle doit nous être rendue à la fin de 1965 après avoir été révisée.

Nettoyage des Kilogrammes

Avant que nos prototypes d'usage soient comparés à deux témoins du Kilogramme international conformément à la décision du Comité International (*Procès-Verbaux*

C.I.P.M., 32, 1964, p. 14), une nouvelle étude a été faite de l'influence du nettoyage et du lavage sur la masse de nos étalons du kilogramme en platine iridié.

On a d'abord observé l'évolution de la masse du Kilogramme C en platine iridié aussitôt après un lavage à la vapeur d'eau bidistillée, par comparaison au prototype N° 9 à raison de deux pesées par semaine. Compte tenu de la précision de la balance utilisée (Rueprecht N° 1), il ne semble pas que la masse de ce Kilogramme C ait varié dans les 35 jours d'observation qui ont suivi son lavage (fig. 9).

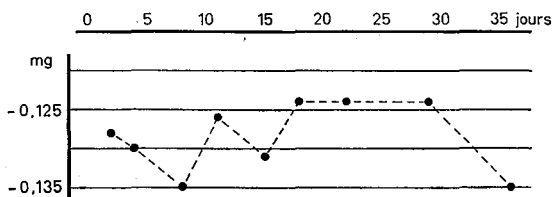


Fig. 9. — Variations de la différence
Kilogramme C (après lavage) — Kilogramme N° 9.

Cependant, pour plus de sûreté, dans toutes les comparaisons ultérieures, on a laissé s'écouler au moins un mois entre le lavage et l'utilisation d'un prototype.

Pour évaluer la diminution de masse due au lavage de nos prototypes, on a procédé à trois séries de comparaisons :

1° Les Kilogrammes N°s 25, 31 et C ont été nettoyés à l'alcool et au benzène purs, puis lavés à la vapeur d'eau bidistillée (16 octobre 1964 pour les N°s 25 et 31, 19 octobre pour le C). Après que l'étude sur la variation de masse après lavage du Kilogramme C fut terminée, on compara (fin novembre 1964) ces trois Kilogrammes et le prototype N° 9 deux à deux, dans toutes les combinaisons possibles; le N° 9 n'avait subi aucun nettoyage.

Les Kilogrammes N°s 9, 25 et 31 avaient participé aux comparaisons de Kilogrammes nationaux (Australie, Autriche et Danemark) fin 1963-début 1964. Le Kilogramme C avait été comparé aux N°s 9 et 31 à cette même époque. Des tableaux de compensation de ces comparaisons on peut tirer les différences entre les Kilogrammes, portées dans le tableau ci-dessous. Les différences (1) — (2) indiquent l'influence du nettoyage et du lavage sur les Kilogrammes N°s 25, 31 et C.

	1963-1964 (1)	Nov. 1964 (2)	(1) — (2)
N° 9 — N° 25 =	+ 157 μ g	+ 172 μ g	— 15 μ g
N° 9 — N° 31 =	+ 165	+ 225	— 60
N° 9 — C =	+ 74	+ 136	— 62

2° Le Kilogramme N° 9 a été à son tour nettoyé et lavé le 15 décembre 1964 de la même manière que les Kilogrammes précédents. Deux mois après, en février 1965, il a été comparé aux N°s 25 et 31, pris comme référence, auxquels on avait adjoint un Kilogramme en acier-nickel, FN 1, récemment construit par Stanton à Londres et destiné à la Fédération de la Nigéria.

Les résultats sont résumés dans le tableau suivant où la différence (1) — (2) indique l'effet du nettoyage et du lavage sur le Kilogramme N° 9.

	Nov. 1964 (1)	Fév. 1965 (2)	(1) — (2)
N° 25 — N° 9 =	— 172 μ g	— 122 μ g	— 50 μ g
N° 31 — N° 9 =	— 225	— 173	— 52
			— 51 μ g

3° Les deux témoins N°s 8(41) et 43 ont été extraits du Caveau supérieur et déposés dans la salle des balances le 15 février 1965. Ils furent comparés en mars 1965, dans l'état même où ils se trouvaient, dans toutes les combinaisons possibles, aux deux

prototypes d'usage courant N^{os} 9 et 31. Ils furent ensuite nettoyés et lavés le 12 mars 1965 de la même manière que nos Kilogrammes d'usage.

Du 15 avril au 14 mai, ils entrèrent dans les comparaisons définitives déjà commencées depuis le 10 mars 1965.

Les résultats de ces deux groupes de comparaisons sont rassemblés dans le tableau suivant, la colonne (1) — (2) montrant l'effet du nettoyage suivi du lavage sur les Kilogrammes témoins N^{os} 8(41) et 43.

	Mars 1965 (1)	Mai 1965 (2)	(1) — (2)	
N ^o 9 — N ^o 8(41) =	— 36 µg	— 15 µg	— 21 µg	} — 18 µg
N ^o 31 — N ^o 8(41) =	— 217	— 201	— 16	
N ^o 9 — N ^o 43 =	— 57	— 35	— 22	} — 21
N ^o 31 — N ^o 43 =	— 239	— 220	— 19	

Le tableau suivant résume les variations de masse observées sur les Kilogrammes du Bureau à la suite d'un nettoyage et d'un lavage; les dates indiquées sont celles du dernier lavage précédant les comparaisons 1^o, 2^o et 3^o ci-dessus.

Témoins	{	N ^o 8(41)	— 18 µg	(18 septembre 1957)	
		N ^o 43	— 21	(5 octobre 1957)	
Prototypes d'usage	{	exceptionnel N ^o 25	— 15	(9 février 1954)	
		courant	N ^o 9	— 51	(6 octobre 1949)
			N ^o 31	— 60	(7 février 1951)
			C	— 62	(4 octobre 1950)

Ces variations de masse sont assez imprécises du fait qu'elles proviennent de différences découlant de groupes de pesées d'importances différentes, effectuées avec une balance qui ne permet pas d'obtenir mieux que le centième de milligramme. Malgré cela on peut dire que les Kilogrammes déposés dans les Caveaux inférieur ou supérieur du Bureau (N^{os} 8(41), 43 et 25) se salissent moins que ceux qui sont conservés dans la salle des balances (N^{os} 9, 31 et C). Les Kilogrammes C et N^o 31 qui ont une surface rayée, comportant de nombreuses stries profondes, semblent avoir varié davantage que le N^o 9, ce qui est normal.

Kilogrammes prototypes

Les comparaisons pour lesquelles le Comité International avait autorisé d'extraire deux témoins du Caveau inférieur se sont échelonnées de la mi-mars à la mi-mai 1965. Elles ont groupé les deux témoins N^{os} 8(41) et 43, le prototype d'usage exceptionnel N^o 25, les prototypes d'usage courant N^{os} 9 et 31, le Kilogramme C du Bureau International et les deux prototypes nationaux appartenant à la République Populaire de Chine N^{os} 60 et 61, fabriqués en 1963 par Johnson Matthey et qui venaient d'être ajustés par Stanton à Londres. Ces deux derniers Kilogrammes furent lavés sous un jet de vapeur d'eau bidistillée respectivement le 16 et le 15 décembre 1964.

Le compte rendu détaillé de ces comparaisons est publié en annexe du mémoire « Kilogrammes prototypes », *Travaux et Mémoires du B.I.P.M.*, 22, fascicule 3, p. C 73; nous ne mentionnons ici que les résultats finaux.

Valeurs des prototypes du Bureau International (après lavage, mai 1965)

N ^o 25	1 kg + 0,157 mg
N ^o 9	+ 0,278
N ^o 31	+ 0,092
C	+ 0,192

Pour les deux prototypes de la République Populaire de Chine on a obtenu :

N ^o 60	1 kg + 0,271 mg
N ^o 61	+ 0,187

Connaissant la masse actuelle de nos étalons et, avec une erreur qui peut être assez grande, la perte de masse consécutive au nettoyage-lavage, nous pouvons calculer la masse avant nettoyage de nos prototypes N^{os} 9, 25 et 31 et la rapprocher de celle provenant de leur comparaison à chacun des six témoins en octobre 1957; les prototypes N^{os} 9, 25 et 31 n'avaient été, à cette époque, ni nettoyés ni lavés (*Procès-Verbaux C.I.P.M.*, 1958, 26-A, p. 30).

	N ^o 9	N ^o 25	N ^o 31
Mai 1965	1 kg + 0,278 mg	1 kg + 0,157 mg	1 kg + 0,092 mg
Variation de masse due au nettoyage-lavage	— 0,051	— 0,015	— 0,060
Octobre 1964 (avant lavage)	+ 0,329	+ 0,172	+ 0,152
Octobre 1957	+ 0,287	+ 0,157	+ 0,117
(1964) — (1957)	+ 0,042 mg	+ 0,015 mg	+ 0,035 mg

On voit que dans cet intervalle de sept années la variation de ces Kilogrammes est assez importante. On peut admettre l'hypothèse que cette variation est proportionnelle au temps et calculer les masses qu'auraient dû avoir nos trois prototypes à des époques intermédiaires, à l'occasion de comparaisons de Kilogrammes nationaux: N^{os} 18 (Royaume-Uni) et 39 (Corée) en janvier 1961, N^o 46 (Indonésie) et 50 (Canada) en septembre 1961 et N^{os} 44 (Australie), 48 (Danemark), 49 (Autriche) et 58 (Rép. Arabe Unie) en février 1964.

On obtient ainsi :

	N ^o 9	N ^o 25	N ^o 31
Janvier 1961	1 kg + 0,30 ₆ mg	1 kg + 0,16 ₄ mg	1 kg + 0,13 ₃ mg
Septembre 1961	+ 0,30 ₉	+ 0,16 ₅	+ 0,13 ₆
Février 1964	+ 0,32 ₃	+ 0,17 ₀	+ 0,14 ₇

On serait ainsi conduit à admettre pour les Kilogrammes nationaux ci-dessus les valeurs suivantes :

- N^o 18 = 1 kg + 0,069 mg
(au lieu de + 0,059 mg donnée en 1961
et + 0,071 mg résultant de la 2^e vérification périodique en 1948);
- N^o 39 = 1 kg — 0,692 mg
(au lieu de — 0,703 mg donnée en 1961 et — 0,118 mg en 1889);
- N^o 46 = 1 kg + 0,284 mg
(au lieu de + 0,270 mg donnée en 1961
et + 0,294 mg résultant de la 2^e vérification périodique en 1948),
- N^o 50 = 1 kg — 0,138 mg
(au lieu de — 0,152 mg donnée en 1961
et — 0,130 mg résultant de la 2^e vérification périodique en 1951).

Les valeurs seraient ainsi plus concordantes pour le Kilogramme N^o 18 et on ne verrait plus apparaître la diminution de masse des Kilogrammes N^{os} 46 et 50 qui a motivé les comparaisons des Kilogrammes nationaux N^{os} 44, 48 et 49 en 1964.

En adoptant pour les trois prototypes du Bureau les valeurs corrigées ci-dessus pour février 1964, on aurait pour la masse des N^{os} 44, 48 et 49 :

	N ^o 44	N ^o 48	N ^o 49
par N ^o 9	1 kg + 0,291 mg	1 kg + 0,124 mg	1 kg — 0,296 mg
N ^o 25	+ 0,295	+ 0,128	— 0,292
N ^o 31	+ 0,280	+ 0,114	— 0,307
Moyenne	1 kg + 0,289 mg	1 kg + 0,122 mg	1 kg — 0,298 mg
Valeur obtenue en 1964	+ 0,262	+ 0,095	— 0,325
2 ^e Vérification périodique {	1946	+ 0,270	+ 0,081
	1951	—	—
			— 0,325

On note la concordance satisfaisante entre les valeurs fournies par chacun des prototypes du Bureau.

Pour le Kilogramme N° 58 on aurait de même: 1 kg — 0,105 mg (au lieu de 1 kg — 0,132 mg donné en 1964).

On voit que ces nouvelles valeurs calculées indiqueraient pour les Kilogrammes N°s 44, 48 et 49 des augmentations importantes de masse, par rapport à la 2^e vérification périodique, respectivement de + 0,019, + 0,041 et + 0,027 mg. Mais, comme il a été dit plus haut, tous ces calculs reposent sur les valeurs des pertes de masse par nettoyage-lavage; elles ne sont pas connues avec précision, mais indiquent quand même un ordre de grandeur. Nous estimons donc que les augmentations de masse de ces trois Kilogrammes nationaux sont un peu fortes, mais néanmoins en partie réelles. Les valeurs obtenues en 1964 sont certainement trop faibles.

Ces incertitudes auraient pu être levées si l'on avait comparé nos prototypes d'usage avant et après lavage aux deux témoins eux-mêmes lavés. Cette méthode n'aurait pas accru le travail, mais elle aurait conduit à se servir davantage des témoins N°s 8(41) et 43, ce qui est à éviter.

En conclusion, il semble nécessaire de comparer nos prototypes d'usage courant N°s 9 et 31 tous les cinq ans environ au Prototype d'usage exceptionnel.

Études courantes

Divers étalons ont été étudiés :

- Kilogramme N° 62 en « Nicral D » (Afghanistan).
- Kilogramme en acier inoxydable FN 1 (Poids et Mesures de la Nigéria).
- Série de masses de 1 g à 2 mg, deux cavaliers de 10 mg et un cavalier de 1 mg (Direction de la Métrologie, Bandung, Indonésie).
- Masse volumique et masse de la pièce de 500 g d'une série en nickel (Mr Ménaché, Paris). La masse volumique du nickel constituant cet étalon a été trouvée égale à 8 783 kg.m⁻³ alors que l'on admettait au B.I.P.M. jusqu'à présent 8 750 kg.m⁻³.

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

Aspect général

Les préparatifs pour la mesure absolue de g atteignent la phase finale. Malgré les difficultés de cette expérience, on prévoit actuellement que la précision sur g sera voisine de celle de la détermination interférentielle des étalons de longueur utilisés.

Après l'achèvement de cette mesure absolue à Sèvres, on envisage des liaisons gravimétriques intercontinentales, d'abord entre « Sèvres Point A » et Ottawa, avec l'appareil absolu du Bureau. A propos de ce projet, l'Assemblée générale du Comité National Français de Géodésie et de Géophysique a adopté en mars 1965 le vœu suivant :

« Le Comité National Français de Géodésie et de Géophysique, prenant connaissance des travaux du Bureau International des Poids et Mesures pour une détermination absolue de la pesanteur au Pavillon de Breteuil, souligne l'importance de répéter ces mesures avec les mêmes appareils aux différentes stations fondamentales, et demande 1) à l'Association Internationale de Géodésie d'appuyer ces opérations et éventuellement d'en subventionner une partie, 2) aux Autorités Françaises d'apporter leur appui et leur participation. »

Lieu de la mesure

Le point choisi dans la salle 1 est déterminé par rapport à « Sèvres Point A » : sa cote est + 1,02 m et sa distance 5,5 m à l'ouest; la différence de g entre ces deux points est égale à $(-3,0 \pm 0,15) \times 10^{-6}$ m.s⁻². Ce nouveau point peut être déplacé verticalement de ± 3 cm au maximum, ce qui permettra d'obtenir des valeurs de g variant de $\pm 1 \times 10^{-8}$ en valeur relative, rendant ainsi possible une vérification de la sensibilité de la mesure.

Lancement du trièdre

Le fonctionnement mécanique de la catapulte sous une pression de l'ordre de 10^{-4} N/m² est satisfaisant; le défaut de verticalité de la direction de lancement du trièdre est estimé à $1,6 \times 10^{-4}$ rad; la rotation du trièdre est de quelques milliradians par seconde.

Vibrations du trièdre

Après le catapultage, des oscillations libres apparaissent dans le trièdre; elles sont dues à l'impulsion du lancement. Nous avons mesuré ces oscillations à l'aide de pièces piézo-électriques. Après une accélération moyenne de 2 *g* (maximum 3 *g*), sur 30 cm, on observe au moment de la libération une amplitude maximale de 80 nm de crête à crête avec une fréquence de 18 kHz dans le sens longitudinal du trièdre. Cette amplitude décroît jusqu'à 1 nm en 6 ms.

Une autre sorte d'oscillation libre à 2 kHz a été trouvée dans le sens transversal avec trois modes répartis à $2\pi/3$ rad autour de l'axe vertical du bâti. L'amplitude initiale de cette oscillation semble être comprise entre 20 et 30 nm; le temps d'amortissement de cette oscillation est environ dix fois plus long que celui de l'oscillation longitudinale. A la suite de ces constatations une distance de 15 cm a été réservée entre le point de libération du trièdre et la « station basse »; cette distance est parcourue par le trièdre en 46 ms.

Charge électrostatique du trièdre mobile

Une charge électrique d'environ 1×10^{-9} C avait été observée sur le bâti métallique du trièdre au moment de la libération de ce dernier dans le vide; d'autre part, la capacité électrique du trièdre par rapport à la terre, qui était de 7 pF environ à la position de la libération, allait en augmentant au long de sa trajectoire et, au sommet du vol, atteignait 18 pF environ. Ces deux faits introduisaient une petite erreur systématique sur *g*, de l'ordre de 10^{-9} en valeur relative, due à l'échange entre l'énergie cinétique du trièdre et l'énergie électrostatique.

La cause directe de cette charge électrique était un joint en caoutchouc (anti-choc) d'un cardan de la catapulte qui était déformé par les accélérations; une autre cause indirecte s'est révélée être l'existence de mauvais contacts électriques, dus au vide élevé, entre les pièces métalliques coulissantes du cardan, qui cependant avaient été mises à la terre normalement. Cette charge a été réduite à 1/100 de sa valeur initiale en recouvrant le joint de caoutchouc de peinture électroconductrice; la tension électrique donnée au trièdre est ainsi rendue inférieure à 1 V. La capacité du trièdre a été maintenue plus constante (20 pF à 1 % près) sur toute la longueur de la trajectoire après l'installation d'un blindage électrostatique. L'erreur qui en résulte pourra être mesurée dans l'avenir en provoquant volontairement une charge et une variation de la capacité.

Étalons de longueur

Pendant la finition du surfaçage de l'étalon tubulaire de longueur en silice fondue (*Procès-Verbaux C.I.P.M.*, 31, 1963, p. 44 et 32, 1964, p. 46), effectuée avec précaution pour éviter le développement de ses fêlures, un autre tube en silice fondue de 80 cm environ a été fabriqué par la Société Quartz et Silice, Paris. Heureusement le premier étalon a été achevé sans accentuation des fêlures et le parallélisme entre les deux miroirs a été ajusté à 10 nm près sur deux surfaces utiles de 12 mm de diamètre. Le tube du deuxième étalon sera confié à l'Institut d'Optique pour surfaçage final. Nous pourrions ainsi utiliser pour la mesure définitive de *g* l'un ou l'autre des deux étalons pour définir la distance entre les deux stations, ce qui pourra confirmer la précision de nos mesures de longueur.

Des supports pour ces étalons ont été construits avec soin afin de donner le moins de contrainte longitudinale possible aux étalons et pour permettre d'ajuster l'orientation des étalons de l'extérieur du caisson. Le frottement entre les étalons et leur support a été réduit à 0,1 N environ par des roulements à billes, et la variation relative de la longueur de l'étalon due à cet effort est inférieure à 3×10^{-9} .

Le premier étalon a été mesuré dans l'air à l'aide du comparateur photoélectrique et interférentiel, et dans le vide à l'aide de l'interféromètre de Michelson (*voir* p. 32).

Interféromètre

Les figures 10 *a* et *b* donnent le schéma de l'appareillage interférométrique dans son caisson à vide *Ch*. Cet appareillage se compose de deux interféromètres de Michelson, l'un vertical (fig. 10 *b*) pour la mesure de *g*, l'autre horizontal (fig. 10 *a*) pour la détermination de la longueur des deux étalons de référence l_1 et l_2 . Un trièdre *Tf* fixé sur un

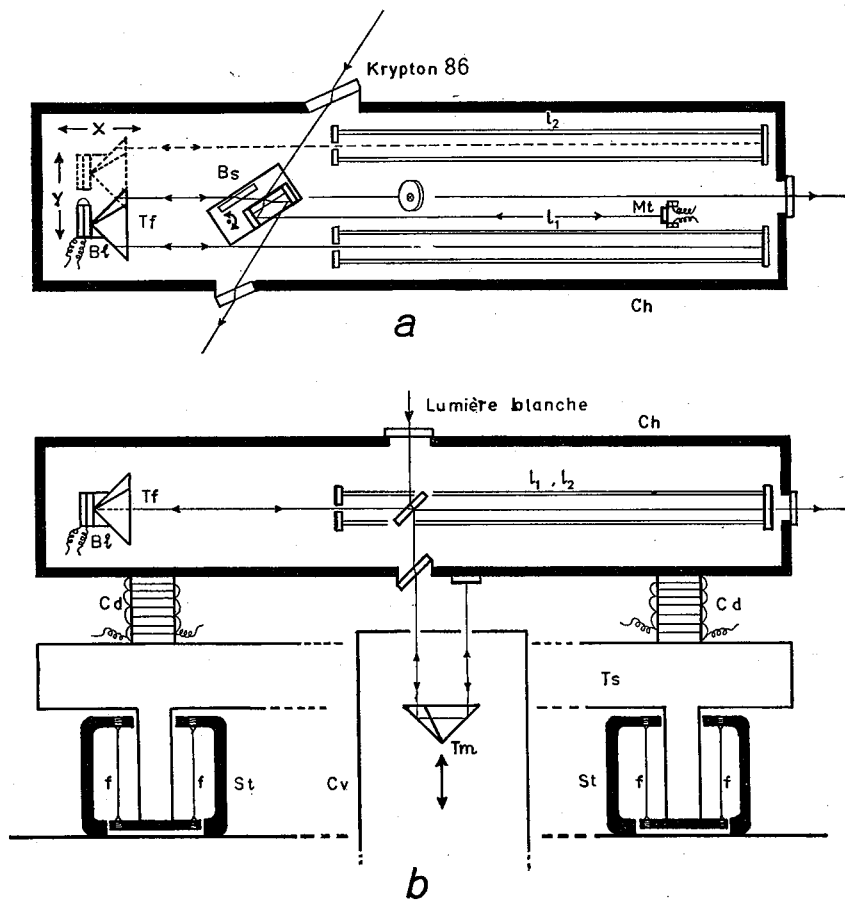


Fig. 10 *a* et *b*. — Schéma de l'appareillage interférométrique dans son caisson à vide pour la mesure absolue de *g*.

a, Vue en plan; *b*, Vue en élévation.

- Bl*, Bilame piézo-électrique;
- Bs*, Bloc pivotant de la séparatrice-compensatrice de l'interféromètre horizontal;
- Cd*, Crapaudine déformable piézo-électrique;
- Ch*, Caisson à vide horizontal;
- Cv*, Caisson à vide vertical;
- f*, Fils de suspension de la table stabilisée *Ts*;
- l_1, l_2 , Étalons de longueur tubulaires en silice fondue;
- Mt*, Miroir terminal de l'interféromètre, supporté par des pieds piézo-électriques;
- St*, Support anti-vibratoire destiné à l'amortissement des accélérations horizontales;
- Tf*, Trièdre fixe;
- Tm*, Trièdre mobile;
- Ts*, Table stabilisée contre les vibrations.

chariot coulisse suivant les deux directions X et Y. Les fonctions de ce trièdre sont : 1° de réaliser l'identité des pièces d'optique placées sur les deux faisceaux de l'interféromètre de la mesure de g ; 2° de faire varier le niveau des deux stations sans dérèglement du parallélisme des miroirs par déplacement de Tf dans le sens X; 3° de réduire l'encombrement du caisson à vide Ch par repliage des faisceaux; 4° de choisir un des deux étalons de longueur par déplacement de Tf dans le sens Y. Un bilame piézo-électrique Bl fixé au sommet du trièdre Tf permet en outre les opérations suivantes : 5° produire de petits déplacements connus (inférieurs au micromètre, sens X), commandés par des tensions électriques, afin de déterminer la partie fractionnaire de l'ordre d'interférence lors de la mesure de la longueur des étalons; 6° rendre plus aisé le contrôle de la symétrie de la frange achromatique en imposant au trièdre de fins déplacements linéaires; 7° éventuellement estimer l'accélération horizontale (sens X) donnée à l'interféromètre en observant la tension de sortie du bilame Bl .

La mesure de l'étalon de longueur sera effectuée immédiatement avant et après chaque mesure de g avec la radiation étalon du krypton 86. L'éclairage de l'interféromètre horizontal avec cette radiation est obtenu par rotation du bloc central séparatrice-compensatrice Bs (fig. 10 a). La position du miroir terminal Mt est conjuguée du milieu entre les deux miroirs de chaque étalon l_1 et l_2 , de sorte que la longueur de l_1 ou l_2 est déterminée par deux pointés de franges à une différence de marche de 80 cm environ. Le parallélisme entre le miroir Mt et les miroirs de l_1 et l_2 est contrôlé à l'aide de la lumière d'un laser et réglé par deux supports constitués d'éléments piézo-électriques commandés à distance. Ces éléments piézo-électriques (titanate-zirconate de plomb, sensibilité 0,3 nm/V, résistivité supérieure à $2 \times 10^{11} \Omega \cdot m$) sont stabilisés au nanomètre près, 3 à 5 s au maximum après une déformation de l'ordre du micromètre produite par l'application d'une tension constante.

La durée d'une série de mesures (étalonnage, mesure de g , étalonnage) sera de 5 minutes au maximum; pendant cette période la déformation du caisson à vide due à la variation de la température ou aux variations de la pression atmosphérique a été estimée inférieure à 1×10^{-8} .

Les ondes lumineuses dues aux réflexions multiples dans les séparatrices et les compensatrices ont été éliminées en choisissant l'angle de Brewster et la lumière polarisée pour l'interféromètre horizontal, et en donnant aux lames une épaisseur suffisante pour que les faisceaux parasites soient écartés et arrêtés par des écrans dans l'interféromètre vertical de mesure de g . Le détail de la liaison entre les deux caissons à vide Ch et Cv a déjà été décrit dans un Rapport précédent (*Procès-Verbaux C.I.P.M.*, 31, 1963, p. 44, fig. 8).

Le défaut de planéité des ondes émergent de l'interféromètre après 11 réflexions ou transmissions est inférieur à 1/20 de frange sur un cercle de 5 mm de diamètre.

Vibrations microsismiques et table stabilisée

Après l'installation d'un microsismographe (fréquence propre : 0,29 Hz), on a étudié systématiquement les mouvements du pilier sur lequel sont installés les deux interféromètres. Pendant la journée l'amplitude moyenne était de 0,3 à 0,5 μm , crête à crête, avec une variation de ± 10 dB environ. Pendant la nuit (de 1 h à 3 h) cette amplitude était environ quatre fois moindre, sauf au moment du passage de trains ou de véhicules lourds. Le moment le plus calme de la semaine a été observé de 1 h à 3 h le dimanche matin, mais même alors il était difficile de trouver un moment où l'amplitude fut inférieure à 0,03 μm .

Les deux interféromètres ont donc été installés sur une table stabilisée Ts (fig. 10 b) de façon que la perturbation de la valeur de g due aux vibrations soit du même ordre que l'incertitude des mesures de longueur. Cette table est suspendue à l'aide des supports anti-vibratoires Sf par l'intermédiaire des fils f amortis pour atténuer les accélérations horizontales qui provoquent des vibrations relatives entre les miroirs. La composante verticale des microsismes est annulée par des crapaudines déformables piézo-électriques Cd qui sont commandées par des signaux électriques produits dans un microsismographe. Grâce à ces montages l'amplitude résiduelle prévue sur l'interféromètre est au moins dix fois plus petite que celle du pilier à la fréquence de 1 Hz. Nous n'avons pas voulu nous servir d'éléments souples (ressorts par exemple) pour cette réalisation anti-vibratoire, car parmi les miroirs de l'interféromètre quelques-uns doivent être orientés horizontalement avec une précision de 1 seconde d'arc et la rotation de la table, due aux montages souples et aux dérives des ressorts, n'aurait pas permis de maintenir une telle précision.

Matériel

Les principaux appareils achetés depuis septembre 1964 sont les suivants :

- une lunette d'alignement et un niveau électrique à 1 seconde d'arc de précision (Rank Taylor Hobson, Angleterre);
- un appareil de production de couches minces par évaporation dans le vide (Edwards, Angleterre);
- un comparateur à cadran Microkator à pression réglable, sensibilité 10 nm par division, et ses accessoires (Johansson, Suède);
- des éléments piézo-électriques P₁₆₀ (Quartz et Silice, Paris);
- un marbre d'opticien en granit, 90 × 60 × 15 cm, planéité 5 μm (Rahn, États-Unis d'Amérique);
- un cryostat pour lampe à krypton (H. Heinrich, Allemagne);
- un filtre optique pour lampe à krypton (Spectrolab, États-Unis d'Amérique);
- une dizaine de miroirs et un tube en silice (Quartz et Silice, Paris) ont été surfacés à l'Institut d'Optique à Paris.

De nombreux travaux mécaniques et des aménagements dans la salle ont été effectués par l'atelier du Bureau.

Nous avons pensé qu'il serait nécessaire d'utiliser ultérieurement un gravimètre pour enregistrer les variations de la valeur de g dues aux marées terrestres; un examen de la question nous a convaincu que les variations prévues par le calcul, complétées par les observations faites ailleurs, nous renseigneront suffisamment.

Thermométrie. Manométrie

Thermométrie à résistance de platine (J. A. Hall)

Le pont de Smith a été transféré de la salle 16 à la salle 9, libérant ainsi complètement la salle 16 pour la section d'électricité; ce nouvel emplacement du pont est en outre plus commode que l'ancien. On a profité de ce transfert pour remanier l'installation des lignes entre les salles et le pont et éliminer certains défauts de l'isolement électrique. Un étalonnage complet du pont a montré que le comportement de celui-ci est très satisfaisant depuis son installation au Bureau International en 1960.

On a conçu et réalisé un four pour les mesures au point de congélation du zinc. Ce four est assez différent de celui qui est utilisé au N.R.C. d'Ottawa et dont un exemplaire du même type existe au Laboratoire National d'Essais à Paris. Une collaboration est envisagée avec ce laboratoire français pour comparer les résultats obtenus avec ces deux types de fours.

Coefficient de dilatation du quartz fondu

Une collaboration avec l'Institut d'Optique de Paris (M^{me} Winter) a débuté pour des mesures simultanées du coefficient de dilatation et d'indice de réfraction du quartz fondu à des températures jusqu'au point de congélation de l'or. Des expériences préliminaires sont en cours.

Température thermodynamique du point de l'or (J. Bonhoure, J. A. Hall)

Les plus récentes déterminations du point de l'or par la thermométrie à gaz et la pyrométrie diffèrent entre elles de près de 1 deg. Jusqu'à maintenant, il n'existe que deux déterminations pyrométriques (W. A. Heusinkveld, Université d'Utrecht; J. A. Hall, N.P.L., Teddington) dont les valeurs, pour l'intervalle entre le point de l'antimoine et le point de l'or, diffèrent de 0,5 deg. De nouvelles mesures sont hautement désirables et le Bureau International se propose d'entreprendre une détermination pyrométrique en utilisant une méthode qui s'écarte sensiblement des deux méthodes mentionnées ci-dessus.

En particulier, puisque la plus grande source d'erreur réside probablement dans les conditions imparfaites de réalisation du corps noir, on pense utiliser un four à corps noir de conception différente. Le projet prévoit le rattachement du point de l'or au point de l'antimoine en deux étapes, en s'appuyant sur la température de l'eutectique cuivre-argent comme point intermédiaire. Le point de l'antimoine ne serait pas effectivement réalisé, mais obtenu dans l'échelle du thermomètre à résistance de platine. La longueur d'onde choisie, voisine de $1 \mu\text{m}$, pourrait être isolée avec un filtre interférentiel, la largeur de la bande passante à mi-hauteur étant inférieure à $0,01 \mu\text{m}$. Enfin le récepteur serait soit un tube photoélectrique, soit un photomultiplicateur à cathode césium-argent oxydé.

Études courantes de thermomètres (G. Girard)

En plus des études courantes des thermomètres utilisés pour les besoins du Bureau International, nous avons étudié quatre thermomètres à mercure du type « à chemise », entre 18 et 22°C , pour la Société Anonyme Belge de Constructions Aéronautiques.

Manobaromètre interférentiel (J. Bonhoure, J. Hamon)

L'appareil prototype avait été installé au début d'octobre 1964, sur le support antivibratoire prévu à cet effet, ce qui avait permis de présenter ses principaux éléments constitutifs aux délégués à la Douzième Conférence Générale.

La mise au point de la partie interférométrique a commencé aussitôt après en substituant aux chambres manométriques un simple bain de mercure. Les quelques difficultés mineures qui sont apparues dès le début dans le réglage des faisceaux lumineux ont été surmontées sans modifications importantes; le porte-dièdres, dont la conception initiale ne permettait pas un ajustage et une remise en place des dièdres suffisamment sûrs, a été redessiné; la course du chariot, insuffisante pour déterminer le zéro de l'appareil, a été très légèrement allongée.

Un dernier essai de fonctionnement a donné entière satisfaction et la partie interférométrique peut être considérée comme terminée.

On a fait l'acquisition d'un photomultiplicateur et de son alimentation stabilisée pour la localisation de la frange blanche ou achromatique, ainsi que de deux réservoirs de cent litres environ, diverses vannes et deux soufflets métalliques nécessaires pour réaliser le système qui permettra de maintenir les chambres manométriques sous atmosphère inerte (azote) et assurera la liaison avec la chaudière à vapeur d'eau.

On peut raisonnablement prévoir la mise en service de l'appareil prototype pour la fin de 1965; outre son utilité pour les mesures de pression de haute précision, il semble que ce manobaromètre devrait permettre une amélioration dans le contrôle actuel des appareils servant à l'étalonnage des machmètres.

Électricité (G. Leclerc)

Matériel; aménagements divers

Plusieurs boîtes de résistances à décades de moyenne précision ont été achetées chez Tinsley (Londres): trois boîtes à 5 décades ($0,1$ à $10^4 \Omega$) et une boîte à 4 décades ($0,1$ à $10^3 \Omega$). Deux des boîtes du premier type sont destinées à compléter l'équipement du pont double N° 2 qui servira à l'étude des étalons de $0,1$, 10 , 100 et $1\ 000 \Omega$, le pont double N° 1 étant réservé aux déterminations fondamentales des résistances de 1Ω .

Un réservoir tampon d'environ 60 litres a été installé dans les combles de l'Observatoire, au-dessus de la salle 15. Il permettra de régulariser le débit de l'eau qui alimente les réfrigérants des cuves thermorégulées (cuve pour la détermination des coefficients de température et cuve pour l'étude des diodes de Zener).

Enfin, en prévision de l'installation prochaine de ponts de mesure en courant alternatif, en particulier d'un pont pour la comparaison de condensateurs de faible capacité, la salle 16 a été réaménagée après le transfert du pont de Smith dans une autre salle.

Groupes d'étalons de référence du Bureau International

Résistance. — Depuis 1958 l'unité de référence Ω_{BIPM} du Bureau est conservée au moyen de six étalons de 1 Ω constituant le groupe GO 5 (*Procès Verbaux C.I.P.M.*, 28, 1960, p. 42):

$$\text{GO 5} = \frac{1}{6} [\text{S}(85) + \text{S}(86) + \text{N}(722) + \text{N}(725) + \text{E}(52) + \text{LN}(65)] = 1,000\,099\,58 \Omega_{\text{BIPM}}$$

Chaque année ces six étalons et l'étalon N (717) qui fit partie du groupe de base, alors nommé groupe GO 4 jusqu'en 1958, sont comparés deux à deux dans toutes les combinaisons possibles; les mesures sont toujours effectuées à des températures voisines de 20 °C, mais on s'attache en outre, au cours des séries « retour » réparties symétriquement dans le temps par rapport aux séries « aller », à réaliser le mieux possible, pour chaque comparaison, la température symétrique par rapport à 20 °C de celle obtenue à l'aller. L'ensemble des résultats est traité par la méthode des moindres carrés et permet d'attribuer à chaque étalon une valeur connue à $10^{-7} \Omega$ près. On peut suivre ainsi l'évolution des étalons et déceler à l'occasion leurs défaillances.

Le tableau I donne, depuis 1958, les valeurs des étalons constituant le groupe GO 5 et celles des étalons de premier ordre rattachés à ce groupe.

TABLEAU I

Valeurs, à 20 °C, des étalons de résistance de 1 Ω en dépôt au B.I.P.M.
(unité : Ω_{BIPM})

Étalon N°	Janvier 1958	Mars 1959	Avril 1960	Avril 1961	Juin 1962	Octobre 1963	Avril 1964	Juin 1965
S(85)	1,000 014 9_5	015 0	015 2	015 1	015 3	015 4	015 6	015 6
S(86)	013 8	013 8	013 9	013 8	013 8	013 9	013 9	013 8
N(722)	030 6_5	030 6_5	030 7	030 8	030 8	030 9	030 9	031 1
N(725)	0,999 999 3	999 3	999 3_5	999 5	999 6	999 5	999 5_5	999 5
E(52)	1,000 073 8_5	073 8	073 8	073 7	073 7	073 7	073 6	073 7
LN(65)	464 9_5	464 8_5	464 6	464 5	464 2_5	464 0	464 0	463 7
Moyenne (Groupe de référence GO 5)	1,000 099 6	099 6	099 6	099 6	099 6	099 6	099 6	099 6
S(87)	1,000 004 7	005 0	005 1		005 0	005 1	005 4	005 0
N(645)	485 0_5	483 2	482 0		479 3	477 2	476 5	474 9
N(717)	507 0	508 0	508 8	509 7	510 6	511 8	512 1	513 0
M(9)	413 0_5	412 2_5	411 3		410 0	409 4	409 0_5	408 6
M(12)	459 4_5	458 7_5	458 3		457 4	456 9	456 5	456 4

La combinaison des résultats de la comparaison des étalons nationaux de résistance effectuée au B.I.P.M. en 1963-1964 et des résultats des plus récentes déterminations absolues faites par les grands laboratoires nationaux montre que Ω_{BIPM} semble coïncider avec l'ohm à 1×10^{-8} près, ce qui est très satisfaisant.

Force électromotrice. — Par suite de la défaillance de certaines piles, la constitution du groupe de base du B.I.P.M. a été modifiée en 1958. Depuis cette époque l'unité de référence V_{BIPM} du Bureau est conservée par 44 éléments Weston du type saturé, dont la moyenne est supposée constante. Ces 44 éléments sont répartis en huit groupes qui correspondent aux laboratoires d'origine et à la date du dépôt des piles au B.I.P.M.; l'ensemble de ces huit groupes constitue le groupe de référence GV 5 du Bureau :

$$\text{GV 5} = \frac{1}{44} [\text{S} + \text{S}_2 + \text{E}_1 + \text{M}_1 + \text{I}_1 + \text{I}_A + \text{I}_B + \text{I}_C] = 1,018\,601\,71 V_{\text{BIPM}}$$

Pour des raisons purement pratiques, on adjoint deux groupes secondaires (A et B) aux huit groupes primaires lors des comparaisons annuelles que l'on effectue confor-

mément au schéma de la figure 11. La comparaison de deux groupes est faite suivant la méthode décrite dans *Travaux et Mémoires du B.I.P.M.*, 21, 1952, p. 56-58.

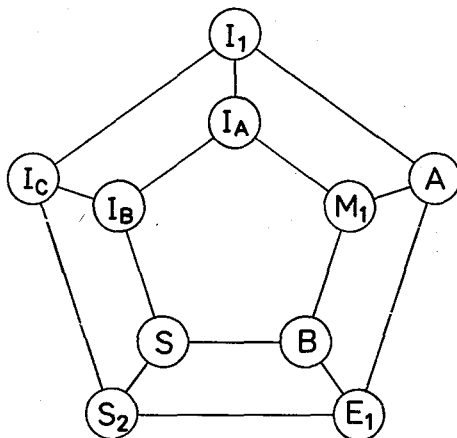


Fig. 11.

Les résultats des mesures sont traités par la méthode des moindres carrés. On obtient d'abord la valeur de chaque groupe, puis celle de chaque élément en fonction de la moyenne des groupes; un calcul simple permet alors d'exprimer cette moyenne en fonction de V_{BIPM} . On en déduit la force électromotrice des groupes et des piles. Le tableau II donne les valeurs attribuées aux huit groupes principaux depuis 1958.

TABLEAU II

Valeurs, à 20 °C, des huit groupes constituant le groupe de référence GV 5 du B.I.P.M. (unité: V_{BIPM})

Groupes	Nombre de piles	Février 1958	Mai 1959	Juin 1960	Avril 1961	Juillet 1962	Octobre 1963	Juin 1964	Juin 1965
S	4	1,018 620 2	620 0	620 2	620 3	619 8	620 2	619 6	619 2
S ₂	6	625 1	624 9	624 9	624 6	624 8	624 8	623 8	624 6
E ₁	4	631 3	631 2	630 5	630 8	629 5	630 1	629 7	628 7
M ₁	6	596 3	596 9	597 4	597 3	597 1	599 3	599 7	599 8
I ₁	6	596 3	596 6	597 2	597 0	597 7	596 2	595 7	595 7
I _A	6	580 5	580 9	580 4	579 9	580 6	579 7	581 7	582 7
I _B	6	583 6	583 4	583 2	583 5	583 6	583 5	582 8	582 2
I _C	6	596 4	595 8	595 6	596 1	595 9	595 5	595 8	595 6

Les fluctuations dont font preuve quelques-unes des piles qui forment notre actuel groupe de référence GV 5 nous obligeront probablement à modifier la constitution de ce groupe dans un proche avenir. En tout état de cause, nous souhaiterions pouvoir disposer de 50 éléments Weston pour conserver V_{BIPM} ; malheureusement la réserve de piles de premier ordre dont le B.I.P.M. dispose est très faible.

Si, comme le pense le Comité Consultatif d'Électricité, A_{BIPM} déduit de V_{BIPM} et de Ω_{BIPM} excède l'ampère d'environ 11×10^{-6} (alors que Ω_{BIPM} est ajusté à 1×10^{-6} près), c'est que V_{BIPM} est lui-même plus grand que le volt de 10 à 12×10^{-6} .

Étalons de résistance en alliages spéciaux

Or-chrome. — Nous contrôlons toujours l'évolution des étalons de 1Ω en or-chrome que nous possédons. Cette évolution est très variable d'un étalon à l'autre, même lorsqu'il s'agit d'étalons de même origine, fabriqués à la même époque avec la même

coulée d'alliage. Cela rend difficile la formulation d'un avis sur les qualités métrologiques de l'or-chrome. Pourtant, sur les huit étalons que nous étudions, l'un (N° 302/57) fait preuve d'une remarquable stabilité (diminution annuelle inférieure à 0,1 $\mu\Omega$), tandis que deux autres (H(54) et 401/59) varient de quantités acceptables (respectivement - 0,35 $\mu\Omega$ et + 0,8 $\mu\Omega$ par an). Ces succès et demi-succès isolés paraissent prouver que l'avenir de l'alliage or-chrome dépendra surtout des progrès de sa technologie. D'ailleurs les étalons N°s 302/57 et 401/59, dont le D.A.M.W. (Berlin) a généreusement fait don au B.I.P.M. en 1961, sont justement ceux qui ont été fabriqués le plus récemment.

Manganine spéciale. — Cet alliage qui contient une faible quantité de germanium a été mis au point à l'E.T.L. (Tokyo). Son coefficient de température, $\alpha_{20, t} = [4,03 - 0,52(t - 20)] \times 10^{-6} \text{ deg}^{-1}$, est relativement faible, mais nous désirons connaître la stabilité dans le temps de la résistance. Les résultats déjà obtenus pour un étalon de 1 Ω sont les suivants :

Étalon de 1 Ω N° 36064, à 20 °C

Mai 1962	0,999 821 9 Ω_{BIPM}
Octobre 1963	822 6
Juillet 1964	822 8 ₅
Juillet 1965	823 1

La vitesse d'accroissement de la résistance diminue avec le vieillissement de l'étalon.

Instrument de passage de 1 à 100 Ω construit au N.S.L.

Cet instrument continue à nous donner toute satisfaction. Au début nous craignons qu'avec le temps les pièces en acier inoxydable et en cuivre amalgamé, qui servent à réaliser les différentes connexions par simple mise en contact mécanique, ne s'altèrent et n'introduisent finalement des résistances parasites prohibitives, préjudiciables à la précision des mesures. Ces craintes étaient vaines, comme le montrent les résultats des trois dernières vérifications que nous avons faites (tableau III). Les résultats des trois premières études ont été publiés en 1960 (*Procès-Verbaux C.I.P.M.*, 28, p. 43).

TABLEAU III

Instrument de passage de 1 à 100 Ω .

	4 ^e étude Mars-Av. 1962	5 ^e étude Juin-Juil. 1963	6 ^e étude Mai 1965
(Unité : Ω_{BIPM} à 20 °C)			
<i>Sections de 1 Ω :</i>			
Bobines N° 1 à 10 en parallèle	= 0,999 959 5	0,999 959 7	0,999 960 1
Bobines N° 2 à 11 en parallèle	= 0,999 959 2	0,999 959 5	0,999 960 0
<i>Sections de 10 Ω :</i>			
Bobine N° 1	= 9,999 680	9,999 678	9,999 690
Bobine N° 11	= 9,999 639	9,999 636	9,999 648
Montage série-parallèle (SP)	= 9,999 590	9,999 585	9,999 593
<i>Écarts mesurés :</i>			
Bobine N° 1 — SP	= + 0,000 094 7	+ 0,000 093 6	+ 0,000 096 6
Bobine N° 11 — SP	= + 0,000 049 0	+ 0,000 051 0	+ 0,000 054 7
<i>Valeurs calculées théoriquement :</i>			
Bobine N° 1	= 9,999 680	9,999 682	9,999 688
Bobine N° 11	= 9,999 634	9,999 639	9,999 646
Montage série-parallèle	= 9,999 585	9,999 588	9,999 591
<i>Sections de 100 Ω :</i>			
Bobines N° 1 à 10 en série	= 99,995 956	99,995 944	99,996 003
Bobines N° 2 à 11 en série	= 99,995 924	99,995 911	99,995 996

On note avec satisfaction que l'évolution des bobines constituant l'instrument s'est considérablement ralentie; c'est ainsi que la résistance de la section de 1 Ω . résul-

tant de la mise en parallèle des 10 premières bobines, n'a augmenté au cours des deux dernières années que d'environ $0,2 \mu\Omega$ par an, tandis que celle qui est constituée par la mise en parallèle des bobines N^{os} 2 à 11 ne s'est accrue que d'environ $0,25 \mu\Omega$ par an. Ces faibles variations correspondent à celles de la manganine de la meilleure qualité.

Étude spéciale de piles étalons

Le Bureau International a entrepris une importante étude sur un groupe de 50 éléments Weston de type saturé, de deux modèles (en H et monotubulaire), mis à sa disposition par un fabricant. Cette étude a pour but :

1° de déterminer le coefficient de température de ces piles entre 15 et 30 °C, et d'évaluer le retard de leur mise en équilibre électro-chimique sur leur mise en équilibre thermique (phénomène d'hystérésis);

2° de suivre la variation de leur force électromotrice en fonction de l'intensité du courant débité et de mesurer le temps nécessaire au rétablissement de la force électromotrice initiale après interruption du courant;

3° de contrôler leur stabilité dans le temps.

Pour réaliser ce programme dans un laps de temps raisonnable, les piles ont été réparties en cinq groupes de dix unités, un seul groupe étant engagé dans l'expérience N° 1, deux groupes dans l'expérience N° 2 et deux groupes dans l'expérience N° 3. Les mesures sont en cours.

Comparaison internationale des étalons de capacité au mica de $0,1 \mu F$

Les résultats définitifs de la première partie de la comparaison commencée en 1959 et à laquelle ont participé l'I.M.M., le D.A.M.W., la P.T.B., le L.C.I.E., le N.P.L., puis de nouveau l'I.M.M., sont maintenant connus. En posant

$$m = \frac{1}{5} (F_{DAMW} + F_{PTB} + F_{LCIE} + F_{NPL} + F_{IMM(1)}),$$

où $F_{IMM(1)}$ est l'« unité » de capacité que l'I.M.M. a déduite de ses unités d'inductance et de résistance (1^{re} méthode), la position relative des « unités » de capacité de ces cinq laboratoires est la suivante :

$$\begin{aligned} F_{DAMW} &= m + 9 \times 10^{-5} \\ F_{PTB} &= -8 \\ F_{LCIE} &= -2 \\ F_{NPL} &= -5 \\ F_{IMM(1)} &= +6 \\ F_{IMM(2)} &= -7 \end{aligned}$$

$F_{IMM(2)}$ représente l'« unité » de capacité que l'I.M.M. a déduite de ses unités de résistance et de fréquence (2^e méthode).

Le Comité Consultatif d'Électricité a examiné ces résultats au cours de sa onzième session, en mai 1965. Il a décidé que trois des sept condensateurs, les N^{os} 22, 4886 et 4888, trop instables, seraient éliminés de la seconde partie de la comparaison à laquelle participeront le N.R.C., le N.B.S., le N.S.L., l'E.T.L., l'I.E.N. et l'I.M.M.

Dispositif de transfert de force électromotrice à diodes de Zener

Le Rapport de 1964, p. 50, mentionnait l'expérience de rattachement des unités de force électromotrice de la P.T.B. et du B.I.P.M. au moyen d'un montage à diodes de Zener réalisé à la P.T.B. On a obtenu avec le montage à diodes :

$$V_{PTB} = V_{BIPM} - 1,1 \mu V,$$

alors que le résultat de la comparaison des étalons nationaux de force électromotrice était :

$$V_{PTB} = V_{BIPM} - 1,4 \mu V.$$

L'accord entre ces deux résultats est exceptionnellement bon, mais sans doute fortuit, la précision des mesures effectuées avec le montage à diodes ne dépassant pas

le millionième. La P.T.B. et le B.I.P.M. ont décidé de poursuivre l'expérience en tenant compte des enseignements fournis par ce premier essai.

Études courantes

L'étude de 23 éléments Weston (détermination de la force électromotrice à 20 °C) et de 14 étalons de résistance de valeurs comprises entre 0,1 et 100 Ω (détermination de la valeur à 20 °C ou à 0 °C, et parfois du coefficient de température, contrôle de la stabilité dans le temps) a été effectuée pour des laboratoires nationaux et privés (Argentine, Autriche, Belgique, France, Tchécoslovaquie); on en trouvera l'énumération détaillée p. 71.

Photométrie (J. Bonhoure)

Installations de mesure

Deux petites améliorations ont été apportées aux installations utilisées pour la comparaison des étalons photométriques: le courant d'obscurité du récepteur qui fonctionne en comparateur de luminance est maintenant inscrit sur un potentiomètre auxiliaire, ce qui présente l'avantage de réduire encore les risques d'erreurs au cours des lectures; l'écran à l'intérieur de la sphère lumenmètre peut être supprimé quand on utilise la fenêtre sans verre diffusant, simplement avec le dispositif à miroir sphérique dont la superficie de la face dorsale est suffisante pour masquer au rayonnement direct l'aire observée de la paroi de la sphère.

Un « Graphispot » Sefram a été acheté; il permet en particulier d'étudier la qualité des ampoules des étalons d'intensité lumineuse par un enregistrement graphique des variations de l'intensité au voisinage de la direction d'utilisation.

Comparaison internationale d'étalons de température de répartition

Les mesures concernant cette comparaison ont été effectuées au Bureau International en 1963 et 1964 et les laboratoires nationaux devaient ensuite contrôler la stabilité de leurs étalons; ce contrôle est maintenant terminé et un rapport définitif sera présenté à la 6^e session (septembre 1965) du Comité Consultatif de Photométrie. Les mesures de contrôle n'ayant pas apporté de modifications importantes aux résultats préliminaires, les conclusions avancées dans le Rapport de 1964, p. 51, restent valables. Le tableau IV résume les résultats obtenus par la méthode spectrophotométrique au cours de cette première comparaison internationale d'étalons de température de répartition.

TABLEAU IV

Résultats de la comparaison internationale d'étalons de température de répartition (méthode spectrophotométrique)

Température de répartition (°K) du groupe de référence BIPM dans chaque échelle nationale

P.T.B.	} (Allemagne)	2 037	2 194	2 347	2 590	2 839	2 984
D.A.M.W.		2 045	2 200	2 358	2 617	2 853	2 969
N.B.S. (États-Unis d'Amérique)		2 044	2 197	2 349	2 596	2 845	2 994
C.N.A.M. (France)		2 043	2 197	2 350	2 597	2 846	3 011
E. T. L. (Japon)		2 042	2 200	2 352	2 598	2 847	2 992
N.P.L. (Royaume-Uni)		2 042	2 197	2 348	2 592	2 837	2 985
I.M.M. (U.R.S.S.)		2 042	2 202	2 354	2 604	2 860	3 001
Moyennes		2 042	2 198	2 351	2 599	2 847	2 991

Étalon de luminance

La Physikalisch-Technische Bundesanstalt a présenté au Bureau International un étalon de luminance réalisé à la Société Osram. C'est un ensemble constitué d'une lampe de projection et d'un verre double opale fixé rigidement à quelques centimètres de l'ampoule. Les mesures ont montré que la luminance de cet étalon restait constante à 1 % près pour des angles d'observation n'excédant pas 0,16 rad par rapport à la normale, et 10 % pour 0,8 rad.

Études courantes

Trente lampes d'intensité et de flux lumineux ont été formées, réglées en température de répartition et étalonnées pour le National Physical Laboratory for Metrology (Rép. Arabe Unie). Cinq lampes d'intensité lumineuse à 2 854 °K ont été réglées en température de répartition et étalonnées pour le Bureau National des Mesures (Pologne), et deux étalons de flux lumineux appartenant au Bureau Fédéral des Poids et Mesures (Suisse) ont été contrôlés.

Rayons X

Étalon d'exposition à champ d'induction magnétique (M^{me} M. Boutillon*, A. Allisy, D. Carnet)

La mesure de l'exposition repose sur la détermination de l'ionisation massique de l'air produite par les électrons qui y sont libérés lors des interactions entre les photons X ou γ et les atomes du gaz. On utilise pour cette mesure des chambres d'ionisation à parois d'air dans lesquelles est créé un champ électrique collecteur uniforme limité par des parois latérales que les électrons primaires ne doivent pas atteindre. L'espacement important de ces parois constitue une des limitations pratiques lorsque l'énergie du photon croît.

Nous avons étudié l'influence d'un champ d'induction magnétique B dont l'axe de symétrie coïncide avec l'axe du faisceau pour maintenir les électrons primaires dans des cylindres de dimensions données.

a. Dispositif expérimental. — La chambre d'ionisation est cylindrique; le faisceau de photons chemine le long de l'axe de l'électrode extérieure portée à la haute tension. Le diamètre extérieur de cette électrode est 9 cm dans le cas des rayons X et 8 cm dans le cas des rayons γ . L'électrode collectrice — de diamètre 3 mm et de longueur utile 20 cm — est parallèle à l'axe et munie d'électrodes cylindriques de garde de longueur 15 cm.

La pression de l'air dans la chambre peut varier de 10 à 200 kN.m⁻² (100 à 2 000 mbar). Le champ d'induction magnétique est produit par un solénoïde de 1 m de longueur. Il peut être réglé continûment de 0 à 0,25 T. Les mesures ont été effectuées à 60, 75 et 100 kV pour les rayons X, et avec une source de cobalt collimatée d'environ 35 Ci.

b. Champ d'induction nécessaire pour maintenir l'ionisation dans un cylindre donné. — La figure 12 donne un exemple typique des variations du courant d'ionisation en fonction du champ d'induction magnétique à diverses pressions. Les courbes analogues pour le rayonnement du ⁶⁰Co ont, à la pression atmosphérique normale, une ordonnée à l'origine de 0,15 et atteignent un plateau pour un champ d'induction de l'ordre de 0,25 T. Les valeurs expérimentales trouvées confirment l'importance très grande de la diffusion des électrons : le champ d'induction nécessaire est approximativement deux fois plus élevé que celui qu'on peut calculer pour des électrons effectuant leur trajectoire dans le vide.

c. Répartition radiale de l'ionisation massique. — Les ordonnées à l'origine de la figure 12, exprimées en fonction de la pression, donnent directement le rapport $I(r)/I(r_0)$, où $I(r)$ est l'ionisation à la pression atmosphérique normale à l'intérieur d'un cylindre de rayon r et de longueur unité, et $I(r_0)$ est la limite de $I(r)$ lorsque r tend vers une valeur r_0 suffisamment grande pour que toute l'ionisation soit mesurée.

Il est alors possible de calculer la répartition $i_m(r)/I_1$, où $i_m(r)$ est l'ionisation par unité de masse à la distance r d'un faisceau de diamètre nul et I_1 l'ionisation totale autour de ce faisceau par unité de masse surfacique le long de l'axe.

En traitant nos résultats, ceux de Ritz et ceux de Wyckoff et Attix, nous avons trouvé, pour un grand nombre de rayonnements X (60-500 kV) moyennement filtrés, que l'on peut écrire :

$$(1) \quad \frac{i_m(r)}{I_1} = Ae^{-a\sqrt{r}}$$

La relation (1) n'a plus de sens pour $r > r_0$. Sa validité a été vérifiée jusqu'à une distance minimale à l'axe $r_m = 0,75$ cm.

La figure 13 donne le résultat de nos calculs pour 100 kV, 4 mm Al, et les valeurs de Ritz obtenues pour le même rayonnement par une technique totalement différente.

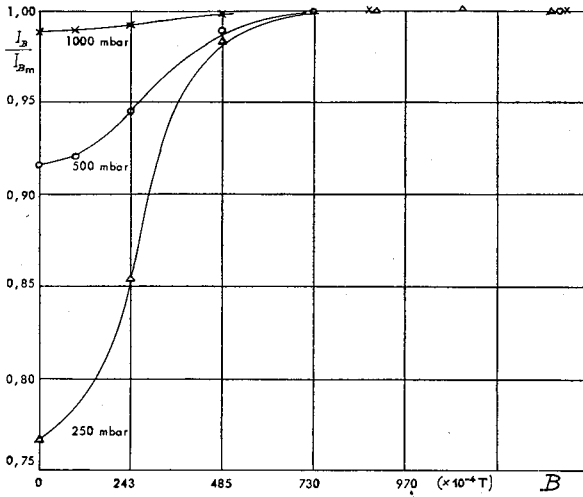


Fig. 12. — Augmentation du courant d'ionisation en fonction du champ d'induction magnétique B pour diverses pressions de l'air (1 mbar = 10^2 N.m⁻²).

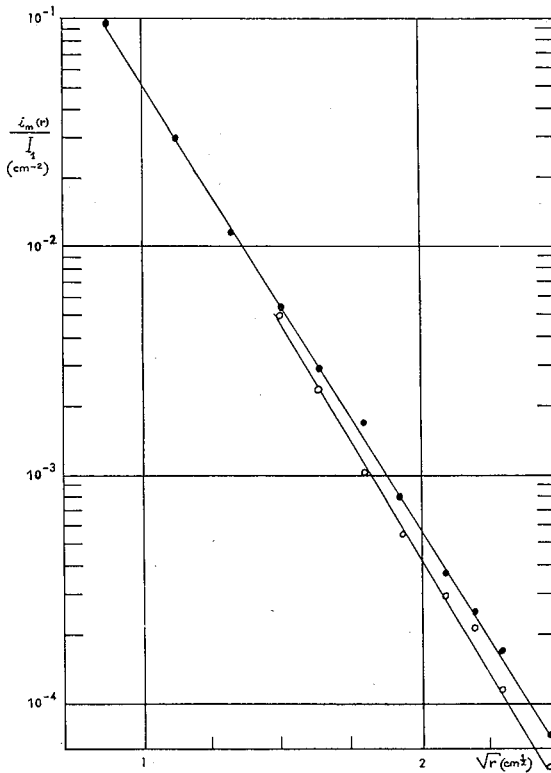


Fig. 13. — Répartition radiale de l'ionisation massique de l'air autour d'un pinceau de diamètre nul.

○ Ritz; ● B.I.P.M.

Le paramètre a varie avec la tension appliquée aux bornes du tube radiogène. $a = 7,9 \text{ cm}^{-1/2}$ pour 60 kV et $1,6 \text{ cm}^{-1/2}$ pour 500 kV; il varie peu avec la filtration, à condition qu'elle reste d'importance moyenne (à 100 kV a varie de 10 % lorsque la filtration totale croît de 0,5 à 4 mm d'aluminium).

La grandeur $i_m(r)$ représente, à une constante près, la dose absorbée dans l'air à une distance r d'un pinceau de photons; à ce titre sa répartition donnée par la relation (1) est susceptible d'avoir des applications.

Mesure de l'épaisseur de filtres d'aluminium (M^me M. Boutillon*)

Dans la technique actuelle, on décrit la qualité d'un rayonnement de composition spectrale inconnue par la tension aux bornes du tube radiogène, et la couche de demi-atténuation de l'exposition (CDA) mesurée en millimètres d'aluminium. En vue d'une étude ultérieure sur quelques points particuliers des rayons X mous, proposée par le Groupe de travail des mesures de rayons X et γ , nous avons essayé de mesurer avec la plus grande précision possible l'épaisseur de filtres d'aluminium de qualité spectroscopique qui nous serviront à déterminer les CDA de rayonnements que nous désirons étudier. Nous avons appliqué diverses méthodes de mesure pour ces filtres dont les épaisseurs s'échelonnent de 0,02 à 8 mm.

a. Mesures au comparateur. — L'épaisseur a été déterminée au centre du filtre et en divers points, à une distance du centre n'excédant pas 15 mm (la surface exposée aux rayons X étant un cercle d'environ 10 mm de diamètre). La variation d'épaisseur d'un point à un autre peut atteindre 0,5 μm pour les filtres de 1 mm et plusieurs micromètres pour des filtres d'épaisseur supérieure.

b. Mesures ionométriques

Filtres d'épaisseur 1 mm. — L'épaisseur de ces filtres varie entre 1,002 4 mm et 1,009 0 mm. Dans cet intervalle on peut assimiler la quantité

$$y = \frac{e^{-\mu x}}{e^{-1,0024 \mu}} \text{ à la droite d'équation } y = 1 - \mu(x - 1,0024),$$

x étant l'épaisseur d'un filtre exprimée en mm, μ le coefficient d'atténuation linéique exprimé en mm^{-1} ; le filtre d'épaisseur 1,0024 mm est pris comme référence. En portant en ordonnée l'atténuation due à un filtre donné par rapport à l'atténuation due au filtre de référence, et en abscisse l'épaisseur mesurée au comparateur, on a constaté que huit points sur dix-sept s'écartaient de manière significative de la droite (déterminée par la méthode des moindres carrés), l'écart pouvant atteindre 1,5 μm . Cet écart peut être dû à un défaut de planéité, à une impureté ou à toute autre cause d'erreur systématique possible, non identifiée.

Ces mesures ont été effectuées à 20 et 30 kV, les résultats pour ces deux tensions étant concordants entre eux. A titre indicatif, une variation de 1 μm donne une variation d'exposition de 2,6 pour mille à 20 kV et 1,8 pour mille à 30 kV.

Filtres d'épaisseur supérieure à 1 mm (2, 4, 6, 8 mm). — Les mesures ont été faites à 30 et 40 kV. Le nombre de ces filtres n'étant pas suffisant pour tracer des droites de moindres carrés, nous les avons comparés à des sommes de disques de 1 mm, de telle manière que l'atténuation puisse toujours être considérée comme linéaire au voisinage des points intéressés (le coefficient μ variant évidemment avec la filtration).

Les résultats, satisfaisants pour les filtres de 2 mm et 4 mm, ont révélé des différences importantes pour les filtres de 6 mm et 8 mm avec les mesures au comparateur. Des expériences sont actuellement en cours pour déterminer la cause de ce désaccord.

c. Pesée. — Les épaisseurs calculées, déduites de la masse des filtres, sont systématiquement plus faibles de 1 à 2 pour mille que les valeurs obtenues au comparateur. Nous n'avons pas trop tenu compte de cette méthode qui met en jeu trop d'erreurs possibles (erreurs sur la pesée, sur le diamètre, intérêt porté à toute la partie du disque qui n'est pas traversée par les rayons X).

Château de plomb pour sources de ^{60}Co et de ^{137}Cs pour mesures d'exposition (A. Allisy)

Nous avons étudié et fait construire un château de plomb destiné à recevoir six sources radioactives de forte activité. Ce château contiendra dans un premier stade trois sources de ^{60}Co d'environ 1, 20 et 200 Ci. Chacune des six sources rangées dans un barillet *B* (fig. 14) peut être choisie, puis élevée à l'aide d'un vérin électrique *V*

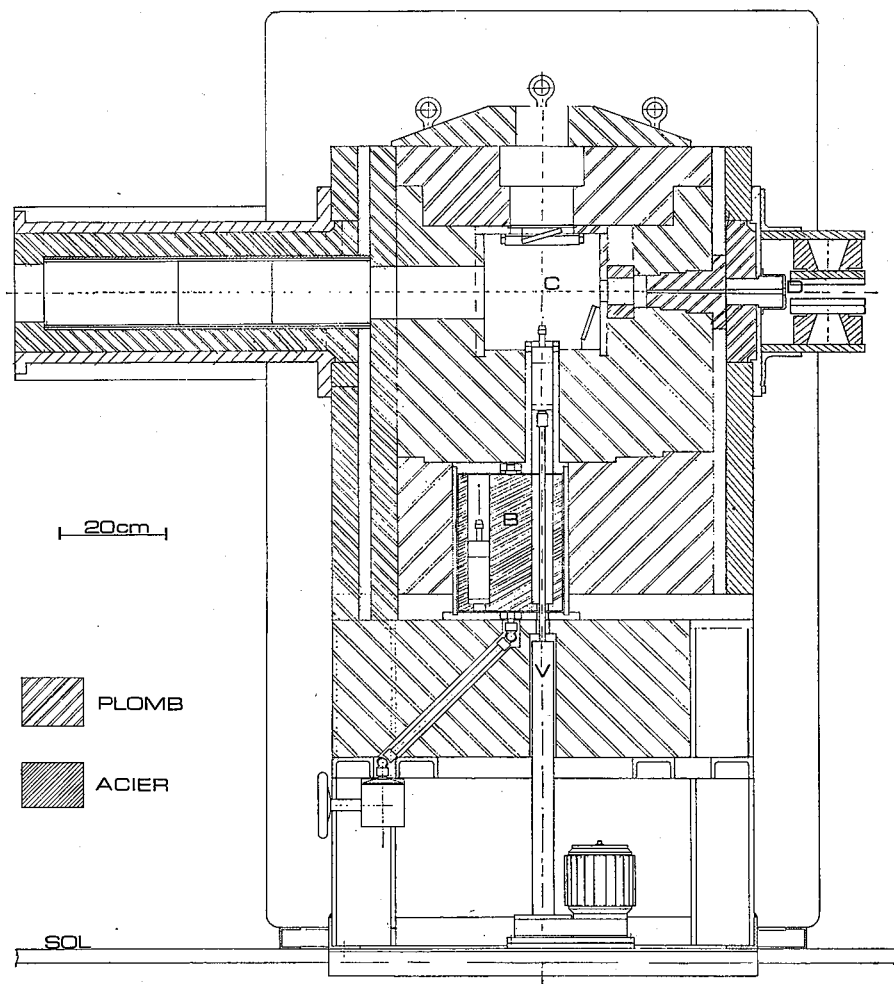


Fig. 14. — Château de plomb pour sources radioactives intenses.

au centre de la chambre à sources *C*. Cette chambre a été conçue de manière à réduire au minimum le rayonnement diffusé. Aucune de ses parois ne peut être vue à travers le collimateur *D*, à l'exception d'une zone réduite de la paroi postérieure qui est située à grande distance de la source. Lorsqu'une source est en position de mesure, elle peut être observée à travers un hublot qui permet de vérifier l'alignement source-chambre à l'aide d'une visée optique. Ce hublot sert également lors du chargement des sources radioactives dans l'appareil. Lorsque les sources sont rangées dans le barillet, la chambre à sources est librement accessible, permettant toutes les modifications désirables en particulier celles du collimateur.

Fidélité des mesures dans le domaine des rayons X mous (5-150 kV) (M^{lle} M.-T. Niatel, M^{me} M. Boutillon*, D. Carnet)*

La fidélité des mesures effectuées avec le tube à rayons X (5-150 kV) et le dispositif de mesure automatique du courant d'ionisation a fait, pendant plusieurs mois, l'objet d'études systématiques dans les trois cas suivants :

a. Mesure de l'atténuation produite par un filtre d'aluminium de 0,2 mm d'épaisseur. Conditions de fonctionnement du tube : 100 kV, 10 mA, filtration additionnelle 24 mm de plexiglas et 1 mm d'aluminium, débit d'exposition environ 10 R/min.

b. Comparaison de deux chambres étalons. L'espacement des plaques de la plus petite chambre étant trop faible pour le rayonnement utilisé, la comparaison fournissait donc le facteur de correction de cette chambre pour les pertes d'électrons. Conditions de fonctionnement du tube : 100 kV, 10 mA, filtration additionnelle 4 mm d'aluminium, débit d'exposition environ 7 R/min.

c. Mesure d'un débit d'exposition. Conditions de fonctionnement du tube : 100 kV, 10 mA, filtration additionnelle 1 mm d'aluminium, débit d'exposition environ 30 R/min.

Dans chaque cas on a déterminé la variance à court terme σ_{ct}^2 et la variance à long terme σ_{lt}^2 ; ces quantités sont celles qui sont appelées « variance within » et « overall variance » par Eisenhart (*J. Res. N.B.S.*, 67 C, 1963, p. 161). Pour le cas a (*fig. 15*)

$$\sigma_{ct} = \sigma_{lt}$$

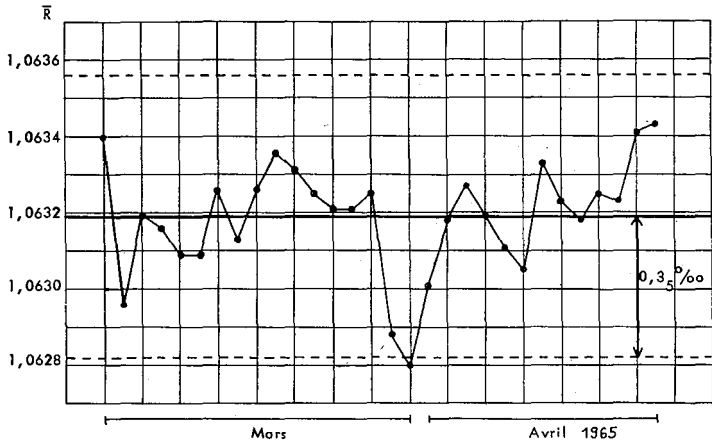


Fig. 15. — Atténuation d'un filtre d'aluminium de 0,2 mm d'épaisseur. Rapport des courants d'ionisation avec et sans filtre.

$$\overline{R} = 1,06319$$

$$-\text{---} \overline{R} \pm 3(\sigma_{\overline{R}})_{ct}$$

Si \overline{R} est la moyenne de cinq mesures faites le même jour dans un court laps de temps

$$\frac{(\sigma_{\overline{R}})_{ct}}{\overline{R}} = \frac{(\sigma_{\overline{R}})_{lt}}{\overline{R}} = 1,2 \times 10^{-4}$$

Dans le cas b (*fig. 16*)

$$\frac{(\sigma_{\overline{R}})_{lt}}{\overline{R}} = 4 \times 10^{-4}, \text{ alors que } \frac{(\sigma_{\overline{R}})_{ct}}{\overline{R}} = 1,4 \times 10^{-4}$$

Pour le cas c, les quantités portées sur la figure 17 sont les valeurs de \overline{pt} (p étant la pression en millimètres de mercure, t la durée de la mesure en secondes). Le produit pt est inversement proportionnel au débit d'exposition X' . On constate que la variance à court terme est faible par rapport à la variance à long terme puisque

$$\frac{(\sigma_{\overline{pt}})_{lt}}{\overline{pt}} = 5 \times 10^{-4} \text{ et } \frac{(\sigma_{\overline{pt}})_{ct}}{\overline{pt}} = 5 \times 10^{-5}$$

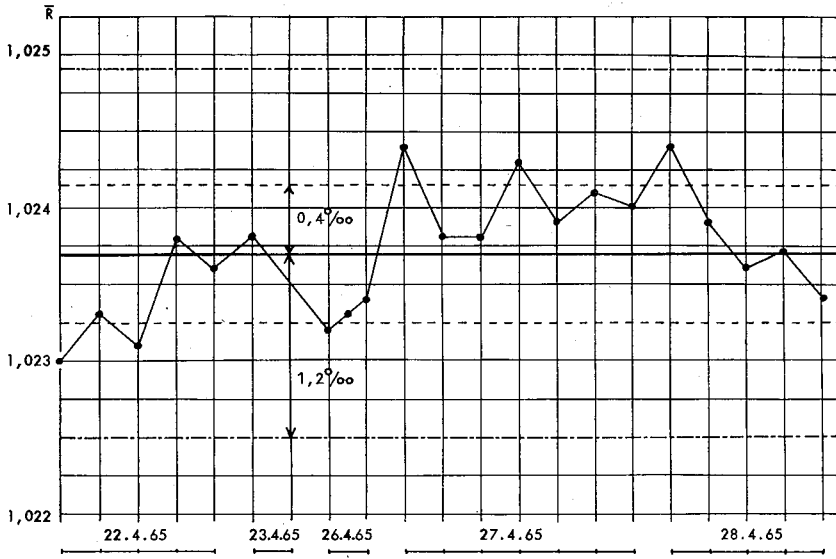


Fig. 16. — Facteur de correction pour la perte d'électrons (100 kV, 4 mm Al).

——— $\bar{R} = 1,023,7$
 - - - - $\bar{R} \pm 3(\sigma_{\bar{R}})_{ct}$
 - · - · $\bar{R} \pm 3(\sigma_{\bar{R}})_{lt}$

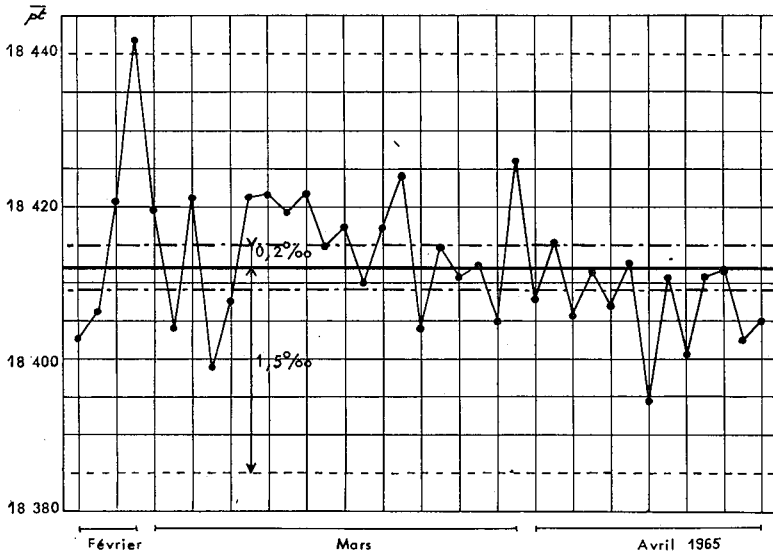


Fig. 17. — Mesure d'un débit d'exposition X' :
variations du produit $pt = \frac{k}{X'}$ (corrigé).

——— $\overline{pt} = 18 412$
 - - - - $\overline{pt} \pm 3(\sigma_{\overline{pt}})_{ct}$
 - · - · $\overline{pt} \pm 3(\sigma_{\overline{pt}})_{lt}$

Il faut noter que l'on avait d'abord trouvé $\frac{(\sigma_{PI})_t}{\rho t} = 7 \times 10^{-4}$. Cette quantité fut réduite à 5×10^{-4} en effectuant une correction pour la variation de l'atténuation de l'air entre le tube à rayons X et la région de mesure, variation due à la pression et à la température.

Cette étude montre que dans le cas *a* les fluctuations statistiques de chaque série de mesures quotidiennes expliquent la dispersion de l'ensemble des résultats; en revanche les écarts existant entre les mesures faites à des jours différents représentent une part non négligeable des erreurs dans le cas *b* et la quasi-totalité des erreurs dans le cas *c*. Dans ce dernier cas, qui est le plus défavorable, de nombreuses causes d'erreurs peuvent exister simultanément, en particulier: manque de constance de l'émission du tube à rayons X, manque de reproductibilité de sa position, manque de précision de la correction de pression, incertitude sur la constance de la correction d'humidité, incertitudes dues au système de mesure du courant d'ionisation.

Étude de la saturation pour des chambres d'ionisation à plaques parallèles (M^{lle} M.-T. Niatel)*

Cette étude a été entreprise en vue de vérifier la théorie de Boag relative à la recombinaison en volume dans les chambres étalons à parois d'air. D'après cette théorie,

$$\frac{R}{Q} = \beta \frac{Q}{E^2},$$

où *Q* est l'ionisation totale produite par unité de temps dans une tranche d'air normale à l'axe du faisceau et d'épaisseur unité,

R l'ionisation perdue par la recombinaison en volume par unité de temps dans cette tranche,

β une constante qui dépend seulement des mobilités des ions et du coefficient de recombinaison,

E le champ électrique collecteur, uniforme.

Les mesures furent effectuées pour la plupart à 60 kV avec une filtration additionnelle de 3,2 mm d'aluminium (CDA 2,4 mm d'aluminium). Le champ électrique collecteur variait de 222 à 27,8 V/cm. Le manque de saturation fut étudié pour différents débits d'exposition compris entre 0,47 et 4,7 R/min (soit *Q* compris entre 1,8 et 18×10^{-12} A. cm⁻¹). Pour faire varier le débit, on modifiait seulement le courant anodique du tube à rayons X, conservant ainsi la même qualité de rayonnement et la même géométrie. Les courants d'ionisation étaient mesurés pour les deux polarités de la tension collectrice et on prenait la moyenne des deux résultats. On a utilisé deux chambres étalons d'espacement de plaques 18 cm et 7 cm, car on craignait que le champ de charge d'espace qui se superpose au champ électrique collecteur n'introduise une erreur systématique appréciable. Les résultats obtenus avec les deux chambres étant concordants, il semble que, pour le domaine de débits utilisés ici, les courbes de saturation soient affectées de manière négligeable par la présence du champ de charge d'espace.

Dans la figure 18 on a porté

$$y = \frac{I_0 - I}{I_0} \quad \text{en fonction de} \quad x = \frac{Q}{E^2} - \frac{Q}{E_0^2},$$

Q étant constant pour une courbe donnée (*I*₀ courant d'ionisation pour le champ électrique le plus élevé *E*₀ = 222 V/cm, *I* courant d'ionisation pour *E* quelconque). D'après la théorie de Boag, les courbes obtenues pour les différents débits devraient être confondues en une même droite passant par l'origine et de pente β . On constate que toutes les courbes, sauf une, ne sont pas des droites et qu'elles diffèrent selon les valeurs de *Q*.

Il est possible d'interpréter ces résultats de la manière suivante. Si on admet que la recombinaison en volume suit la loi de Boag, on peut supposer que les ordonnées des courbes I, II, III, IV correspondant à une même abscisse diffèrent parce qu'au terme $\beta \frac{Q}{E^2}$ s'ajoute un second terme dont l'importance relative par rapport au premier

est plus grande pour les faibles valeurs de Q . Ce terme pourrait représenter une certaine quantité de recombinaison initiale, dont on sait qu'elle est indépendante du débit

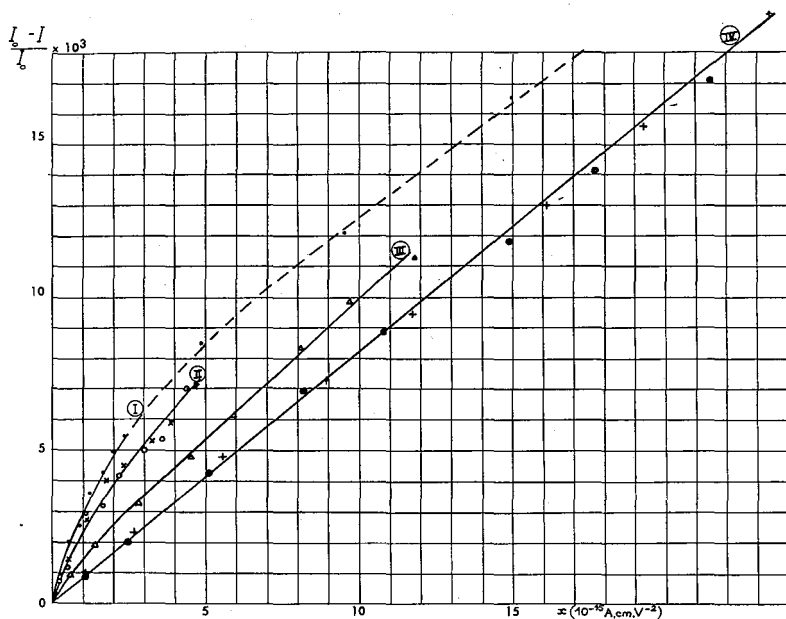


Fig. 18. — Manques de saturation en fonction

de $x = \frac{Q}{E^2} - \frac{Q}{E_0^2}$ (E variable, Q constant) à 60 kV pour différentes valeurs de Q .

	X' (R/min)	Q (10^{-12} A/cm)	Chambre
I	0,47	1,86	A (.)
II	0,94	3,67	A (×)
	0,85	3,38	B (o)
III	2,35	9,24	A (Δ)
	4,7	18,35	A (+)
IV	4,25	16,83	B (●)

Espacement de plaques : chambre A, 18 cm ; chambre B, 7 cm.

d'exposition pour une qualité de rayonnement donnée. Supposons donc que la recombinaison totale $\frac{R}{Q}$ est de la forme

$$\frac{R}{Q} = f(Q, E) + g(E)$$

recombi- recombi-
-naison -naison
en volume initiale

si $f(Q, E) = \beta \frac{Q}{E^2}$, les valeurs expérimentales seraient égales à

$$y = \beta \left(\frac{Q}{E^2} - \frac{Q}{E_0^2} \right) + g(E) - g(E_0)$$

et, en portant y en fonction de $x = \frac{Q}{E^2} - \frac{Q}{E_0^2}$, Q étant variable et E constant, on devrait obtenir, pour les différentes valeurs de E , des droites parallèles de pente β . La figure 19 montre qu'on obtient effectivement des droites, mais celles-ci ne sont parallèles que pour les champs supérieurs à 38,9 V/cm. La valeur moyenne de β pour les quatre plus forts champs, $5,34 \times 10^{11}$, s'accorde bien avec la valeur théorique calculée à partir des mobilités des ions et du coefficient de recombinaison. D'autre part, les ordonnées à l'origine des droites de la figure 19, qui représentent $g(E) - g(E_0)$, ont été portées en fonction de $\frac{1}{E}$ dans la figure 20. On constate que $g(E) - g(E_0)$

est une fonction linéaire de $\frac{1}{E}$, du moins pour les champs les plus élevés. Numériquement

$$g(E) - g(E_0) = \frac{0,142}{E} - 6 \times 10^{-4}$$

pour $E \geq 38,9$ V/cm. Ces résultats sont en accord avec la théorie de la recombinaison initiale de Kara-Michailova et Lea.

L'explication proposée pour interpréter les résultats expérimentaux semble donc raisonnable puisqu'elle conduit pour les deux termes à des valeurs conformes aux prévisions théoriques. Il résulte de cette étude que, si l'on veut obtenir le courant de saturation par une technique d'extrapolation, le champ électrique collecteur doit être suffisamment intense pour que le terme de recombinaison en volume devienne négligeable devant le terme de recombinaison initiale. Et l'extrapolation doit alors être faite à l'aide de la courbe donnant l'inverse du courant d'ionisation en fonction de l'inverse du champ collecteur.

Spectrométrie (M¹¹ A. M. Roux *)

Un dispositif pour mesurer la répartition spectrale de la fluence énergétique d'un rayonnement X ou γ a été installé. Le détecteur est un cristal d'iodure de sodium de 7,6 cm de longueur et 7,6 cm de diamètre, auquel est associé un photomultiplicateur RCA type 8054. L'ensemble est placé dans une protection de plomb. La haute tension appliquée au photomultiplicateur est fournie par une alimentation de haute stabilité. A la sortie du photomultiplicateur les impulsions sont traitées par un amplificateur linéaire, puis analysées à l'aide d'un sélecteur à 400 canaux.

L'ensemble des appareils est alimenté par du courant stabilisé et placé dans une salle à température et humidité constantes afin d'assurer une bonne stabilité de fonctionnement. Pour une même valeur du gain de l'amplificateur et une même valeur de la haute tension appliquée sur le photomultiplicateur, le numéro du canal correspondant à une énergie donnée peut fluctuer d'une unité au cours d'une journée.

Un collimateur en plomb de 2 cm de diamètre est disposé devant la face d'entrée du cristal; il délimite le faisceau de rayonnement arrivant sur le cristal et réduit la perte des photons qui s'en échappent latéralement. Pour éliminer le rayonnement de fluorescence du plomb prenant naissance dans le collimateur et dans la protection disposée autour du cristal, celui-ci a été entouré de 0,2 mm de cuivre et 1,5 mm d'étain. Dans ces conditions le rapport de la surface sous les pics à la surface totale du spectre d'impulsions est égal à 0,45 pour le ^{60}Co .

La répartition en amplitude des impulsions diffère de la répartition en énergie des photons émis par la source à cause de la résolution finie du détecteur et des pertes d'énergie vers l'extérieur du cristal. Il convient de déterminer les corrections à appliquer à la répartition en amplitude des impulsions pour obtenir la répartition en énergie des photons. Pour cela on établit la matrice caractérisant la réponse du détecteur à des rayonnements γ situés dans une gamme d'énergie choisie. Les corrections sont effectuées en utilisant la matrice inverse. Les éléments de cette matrice sont déterminés par interpolation à partir des spectres d'impulsions relevés expérimentalement pour des rayonnements monochromatiques.

La gamme d'énergie dans laquelle cette matrice a été déterminée s'étend de 50 keV à 1,5 MeV. C'est une matrice 30×30 dont la maille est constante en $(\sqrt{E_2} - \sqrt{E_1})$, $(E_2 - E_1)$ étant la largeur à mi-hauteur du pic d'absorption totale. Les sources utilisées pour les mesures expérimentales sont des sources minces ponctuelles de ^{51}Cr , ^{137}Cs , ^{54}Mn , ^{22}Na . Des précautions ont été prises pour que leurs supports n'introduisent pas

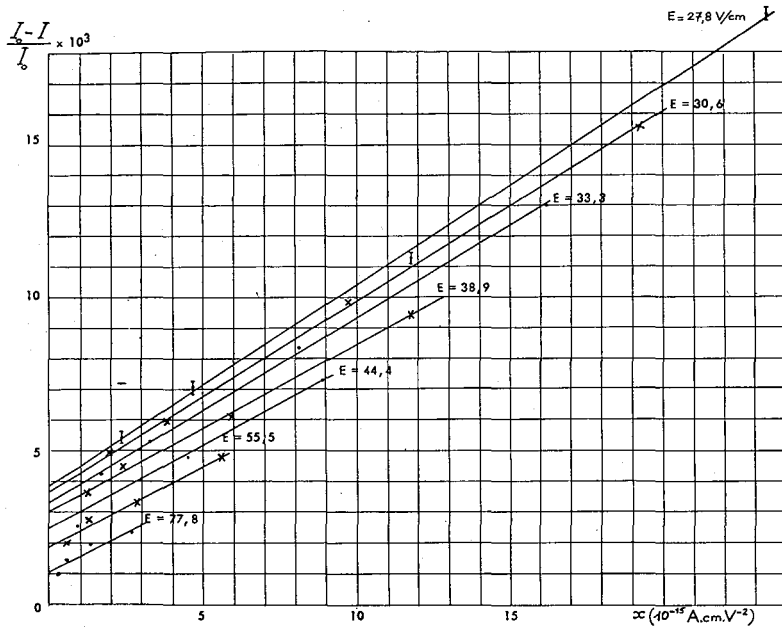


Fig. 19. — Manques de saturation en fonction de $x = \frac{Q}{E^2} - \frac{Q}{E_0^2}$ (Q variable, E constant) à 60 kV pour différentes valeurs de E .

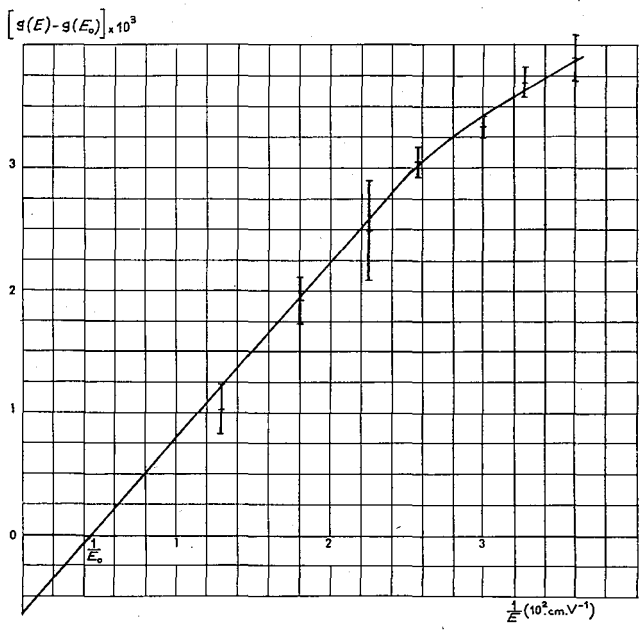


Fig. 20. — Ordonnées à l'origine des droites de la figure 19 en fonction de $\frac{1}{E}$.

de rayonnement diffusé. Les spectres ont été relevés à gain constant et la stabilité de l'étalonnage en énergie a été étudiée au cours du temps. La pente de la droite d'étalonnage a varié de 2,5 pour cent sur une période de trois mois; cette évolution peut être compensée en modifiant la tension d'alimentation du photomultiplicateur de 8 pour mille de sa valeur.

Nous désirons déterminer, par le procédé décrit ci-dessus, la fluence énergétique du rayonnement sortant d'un absorbeur quasi total qui entoure une source de ^{60}Co . Cet absorbeur étant utilisé pour mesurer par calorimétrie l'émission d'une source de ^{60}Co , nous pourrions ainsi déterminer les corrections à appliquer à la mesure calorimétrique pour tenir compte du rayonnement qui n'a pas été absorbé. Le spectromètre a également été utilisé pour le projet de château de plomb destiné à contenir nos sources collimatées de ^{60}Co à faible diffusion utilisées dans les mesures d'exposition.

Radionucléides

Installation des appareils dans les nouveaux laboratoires

Les 8 et 9 septembre 1964 tous les appareils furent transférés dans le nouveau bâtiment. Les premières mesures faites quelques jours plus tard montrèrent une légère baisse du mouvement propre γ par rapport à ce qu'on trouvait dans l'ancien laboratoire. Au bout de deux mois le conditionnement des salles de comptage et des balances commençait à marcher de manière satisfaisante, ce qui permit de faire installer les balances sans que de nouveaux travaux fussent à craindre. Le conditionnement de ces salles a un effet très favorable sur les ensembles de comptage et les balances, et contribue de façon importante à la précision de ces expériences.

Le nombre et l'activité des sources radioactives accumulées pendant deux ans ont atteint un niveau où le stockage devient un problème important. L'acquisition et l'installation au sous-sol d'une armoire métallique possédant un grand nombre de tiroirs plats permet une conservation sûre et suffisamment à l'écart des appareils sensibles et des opérateurs.

Mise en service du deuxième ensemble de comptage par coïncidences $4\pi\beta$ (CP)- γ (A. Rytz, P. Bréonce, C. Veyradier)

Cet ensemble (II) a été équipé de trois échelles et d'une base de temps à transistors (Baird-Atomic) et d'une machine imprimante permettant l'impression simultanée du temps et des trois taux de comptage, avec prédétermination du temps ou du nombre de coups enregistrés avec ou sans répétition automatique. Il est donc possible d'accumuler des résultats de mesure sans que la présence d'un opérateur soit nécessaire. Tout l'ensemble a fait preuve d'une haute stabilité et contribue à rendre plus économiques les expériences de comptage.

Grâce au compteur à scintillations de haute qualité, l'ensemble II permet le comptage par coïncidences α - γ du ^{241}Am . Cette méthode ne pouvait être appliquée à ce radionucléide jusqu'ici au Bureau International, parce que le premier ensemble de comptage (I) a un bruit de fond de la voie γ qui cache complètement la raie de 60 keV. Avec l'ensemble II, l'efficacité γ du compteur à scintillations aux rayons γ du ^{241}Am atteint 3 pour cent.

Le compteur proportionnel de l'ensemble II a été examiné soigneusement en mesurant l'amplification gazeuse pour le méthane et un mélange d'argon/méthane (9 : 1).

Un étalonnage du ^{60}Co a mis en évidence l'équivalence des ensembles de comptage I et II.

Comparaisons internationales. Organisation, étude des résultats, rédaction de rapports, participation (A. Rytz, C. Veyradier, C. Colas)

^{241}Am . — Compte tenu des difficultés relativement petites rencontrées dans la comparaison internationale du ^{241}Am , aucun besoin de discuter longuement les résultats obtenus ne se faisait sentir. Le rapport relativement court fut distribué fin décembre 1964. Il en ressort que l'étalonnage d'un émetteur alpha tel que le ^{241}Am est assez facile et que les mesures faites avec un simple compteur proportionnel ou à liquide scintillant fournissent déjà des résultats très exacts. Le nombre de participants était de vingt et un et la dispersion des vingt-trois résultats retenus pour le calcul de la moyenne ($11,29 \text{ s}^{-1} \text{ mg}^{-1} \pm 0,2 \%$) était de 1,3 %. Le résultat du Bureau International se situe à ($-0,24 \pm 0,2$) % de la moyenne.

³⁵S. — L'analyse des résultats de la comparaison du ³⁵S, dont une première version avait soulevé une vive discussion, a été modifiée en tenant compte des critiques des participants. La version définitive fut distribuée début février 1965. La grande dispersion des quinze résultats obtenus montre qu'à l'époque de cette comparaison (juin 1962) les difficultés rencontrées dans l'étalonnage d'émetteurs β purs à faible énergie de désintégration rendaient ces mesures assez incertaines. Le Bureau International qui n'avait pas pris part à cette comparaison étudiera en détail l'application de la méthode du traceur à l'étalonnage du ³⁵S en vue d'une comparaison future.

⁶⁰Co. — La version anglaise du rapport sur la comparaison internationale de la méthode $4\pi\beta$ (CP)- γ au moyen de ⁶⁰Co (mars/avril 1963) a été distribuée au mois d'avril 1965. Eu égard à la grande quantité d'informations utiles consignées dans les formulaires remplis par les vingt-trois participants, ce rapport est plus long que d'habitude et considère tous les aspects intéressants de ces mesures. L'important problème des erreurs y est discuté en détail. On trouve que la probabilité pour que deux laboratoires quelconques obtiennent, en mesurant la même source, des résultats dont la différence n'excède pas 0,6 % est de 95 %. Quant à l'étalonnage d'une solution de ⁶⁰Co, une dispersion de 1,4 % a été atteinte, ce qui est inférieur à la moitié de la dispersion résultant d'une comparaison du même radionucléide en janvier 1962 (3,1 %). Le résultat du B.I.P.M. se situe entre + 0,033 et — 0,185 pour cent \pm 0,3 % de la moyenne, suivant l'attribution de poids pour calculer celle-ci.

⁵⁴Mn. — La comparaison internationale d'une solution de ⁵⁴Mn (avril 1965) était la première comparaison d'un radionucléide à capture électronique. Les douze pages de formulaire pour l'utilisation des trois méthodes principales d'étalonnage de ce radionucléide s'avéraient utiles et suffisamment détaillées. Une complication imprévue est survenue puisque la solution distribuée par le Centre d'Études Nucléaires de Saclay contenait une forte contamination de ³⁵S (environ 2 %) qui, très probablement, était déjà présente dans la solution mère fournie par une société américaine. Deux laboratoires seulement sur les quinze participants ont soumis des résultats dont l'écart par rapport à la moyenne dépasse le taux d'impureté déterminé par le laboratoire distributeur. Les participants ayant été avertis aussitôt par le Bureau International ont dû effectuer des expériences complémentaires pour évaluer la correction d'impureté. Nous avons appliqué, comme la plupart des participants, la méthode de comptage par coïncidences entre les rayons X ou électrons Auger du ⁵⁴Mn et les rayons γ du ⁵⁴Cr. Plus de cinquante sources ont été préparées et mesurées. Tous les agents mouillants disponibles ont été essayés, sans pourtant trouver de différences importantes. Le compteur proportionnel (ensemble II) était utilisé avec du méthane ou un mélange d'argon/méthane (9 : 1). La différence d'efficacité qui en résulte permet de déterminer la correction d'impureté et d'efficacité γ de ce détecteur. Cette technique simple et nouvelle fera l'objet d'une note dans *Metrologia*. Malgré la présence de l'impureté, il a donc été possible de tirer parti de cette comparaison.

Le résultat obtenu par le B.I.P.M. s'écarte de la moyenne (888,2 s⁻¹ mg⁻¹ \pm 0,7 %) de (+ 0,35 \pm 0,4) %. La dispersion des treize résultats considérés est de 1,7 %. Le compte rendu des résultats de cette comparaison a été distribué en août 1965.

Étalons de radium. — Une analyse des résultats de la comparaison internationale de six étalons de radium « Hönigschmid » a été diffusée, sous forme d'un rapport préliminaire, en avril 1965. Certains points furent éclaircis par correspondance, par la suite.

Les rapports définitifs sur les comparaisons internationales du ²⁴¹Am, du ³⁵S, du ⁶⁰Co et des étalons de radium sont publiés dans *Comité Consultatif pour les Étalons de Mesure des Radiations Ionisantes*, 5^e session, 1964, pp. 28 à 106.

Détermination de la masse surfacique des films et des couches conductrices des supports de sources radioactives (C. Colas)

Des mesures systématiques de la masse et de l'aire des films et des couches d'or des supports ont été effectuées. Il en résulte que les films non dorés préparés à partir d'une solution fraîche de VYNS, selon notre technique habituelle, ont une masse surfacique moyenne de 8,6 $\mu\text{g cm}^{-2} \pm 2$ %. Les couches d'or ont une masse surfacique de 8,7 $\mu\text{g cm}^{-2} \pm 7$ % pour une quantité d'or mise en jeu de 56 mg. Les valeurs absolues dépendent d'une série de paramètres (âge de la solution, température, vitesse avec laquelle le film est étiré, etc.).

Le système de pompage de l'évaporateur qui sert à dorer les films a été muni de

deux jauges nouvelles pour mesurer la pression obtenue par les pompes. Ces jauges permettent de reproduire plus fidèlement les conditions d'évaporation.

Préparation de sources à très faible auto-absorption (C. Colas)

Nous avons utilisé la technique de préparation des dépôts par l'électrolyse de matière radioactive adoptée par le Bureau Central de Mesures Nucléaires de Geel (Belgique) pour la préparation des sources solides de ^{60}Co lors de la comparaison internationale de la méthode $4\pi\beta$ (CP)- γ . Bien que cette méthode ne soit pas quantitative, elle est très utile lorsqu'il s'agit d'obtenir des sources contenant très peu de matière solide. Ainsi une solution de ^{60}Co , datant de 1963 et contenant déjà tant de verre dissout que l'efficacité d'un compteur $4\pi\beta$ proportionnel était tombée à moins de 90 %, a donné des sources par électrolyse d'efficacité ≥ 98 %. La même technique a été appliquée au ^{54}Mn et a permis de préparer des sources exemptes de ^{55}S .

Autoradiographies de sources radioactives (C. Veyradier)

Afin de mieux connaître la distribution de la masse surfacique dans un dépôt de matière radioactive, un grand nombre de sources a été examiné au moyen de la méthode d'autoradiographie. Du papier photographique ordinaire pour agrandissements s'est montré très utile, les temps de pose allant de quelques heures à quelques dizaines de jours suivant l'activité et le rayonnement émis. Bien qu'il soit difficile de tirer des conclusions pratiques de ce travail, il sera intéressant d'analyser les clichés obtenus pour trouver éventuellement des rapports entre l'aspect visuel et l'aspect photographique d'une source.

Nouvelle méthode d'étalonnage du $^{90}\text{Sr} + ^{90}\text{Y}$ (A. Rytz, C. Colas, C. Veyradier)

Ces deux émetteurs de rayons β d'énergies maximales fort différentes et qu'on mesure d'habitude à l'état d'équilibre radioactif, peuvent être séparés par précipitation du strontium avec de l'acide nitrique fumant. Nous avons ainsi préparé des sources presque pures de chacun des deux corps et suivi leur évolution et leur décroissance. Comme le rapport entre l'absorption des rayons β du ^{90}Sr et l'absorption des rayons β du ^{90}Y est presque constant dans le domaine d'énergie considéré, on peut calculer par la méthode des moindres carrés l'activité absolue de chaque source. Cette méthode simple d'étalonnage, qui n'utilise qu'un seul compteur proportionnel, a été appliquée à une ampoule de la comparaison internationale (février 1964) et a donné des résultats intéressants. L'expérience se poursuit.

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

Installation du nouveau laboratoire de mesures neutroniques

Le nouveau laboratoire de mesures neutroniques (*Procès-Verbaux C.I.P.M.*, 32, 1964, p. 37) est constitué d'un hall en parois légères dans lequel sont installées les cuves qui servent à la mesure de sources de neutrons par ralentissement dans l'eau et dans le sulfate de manganèse; dans le hall, l'accélérateur électrostatique de 150 keV, qui fonctionne comme générateur de neutrons, est installé de manière provisoire à même le sol; une salle de mesures, avec des parois suffisamment épaisses pour la protection, contient le pupitre de commande de l'accélérateur et l'appareillage électronique de mesure; trois puits de stockage sont aménagés, deux dans le hall et un dans la salle de mesure.

Comparaison internationale des mesures de la source Ra-Be (α , n) du N.R.C.

Un nouveau rapport sur ces mesures a été rédigé après la réunion du Groupe de travail des mesures neutroniques de juillet 1964, dont l'objet était la discussion des corrections d'effets secondaires dans la mesure d'une source de neutrons Ra-Be (α , n) par la méthode de ralentissement dans le sulfate de manganèse.

Expérimentation sur une source de neutrons $\text{D}(d, n)^3\text{He}$

Nous avons entrepris l'étude d'une source de neutrons provenant de la réaction $\text{D}(d, n)^3\text{He}$ parce que cette source a l'avantage d'émettre, pour nos possibilités expé-

rimentales, un spectre de neutrons rapides relativement monocinétiques à une énergie pas trop élevée, 2,5 MeV, et d'émettre, associée au neutron, une particule chargée ^3He dont la détection peut être utilisée pour mesurer le rayonnement de neutrons.

a. *Générateur de neutrons.* — L'accélérateur de 150 keV est maintenu constamment sous un vide de 133×10^{-6} N.m $^{-2}$ (10^{-6} mm Hg) grâce à un pompage ionique dont l'emploi s'est révélé très pratique. L'ampoule de source peut être alimentée en gaz hydrogène ou en deutérium sans avoir à démonter les canalisations dans l'électrode haute tension, de sorte qu'on peut passer rapidement du fonctionnement en faisceau de protons à celui en faisceau de deutons. Pour constituer les cibles de deutérium nous utilisons le faisceau de deutons dont l'impact sur diverses feuilles métalliques d'aluminium, de cuivre, d'argent, de tantale ou d'or, de 0,1 à 1 mm d'épaisseur, forme une couche de composé deutéré dont la proportion est fonction de la puissance libérée sur la cible. La chambre à cible a des parois de 1 mm d'épaisseur et contient une jonction au silicium pour détecter, à $\frac{\pi}{2}$ rad de la direction incidente des deutons, les

particules chargées de réactions en compétition $\text{D}(d, n)^3\text{He}$ et $\text{D}(d, p)^3\text{H}$. Le faisceau de deutons est limité par deux diaphragmes en tantale de 7 mm de diamètre à 24 et 44 cm de la cible. Celle-ci est refroidie par un jet d'eau, ou seulement par un jet d'air quand le courant de deutons ne dépasse pas 20 μA . Le taux d'émission de ces sources de neutrons est de l'ordre de 10^5 neutrons par seconde dans 4π stéradians.

b. *Spectrométrie des particules chargées* ^3He , ^3H , ^1H . — Un écran de 150 $\mu\text{g cm}^{-2}$ d'aluminium placé devant la jonction au silicium absorbe les deutons qui ont subi la

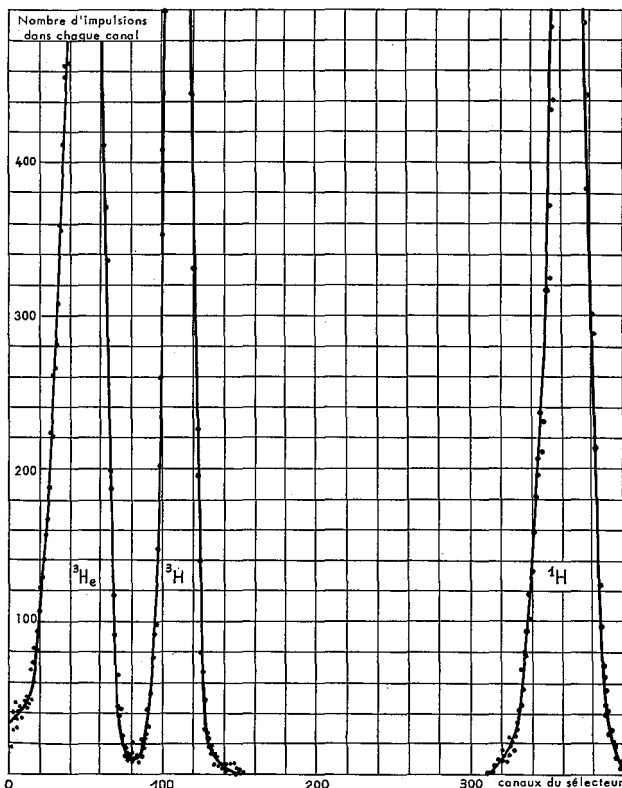


Fig. 21. — Spectre des impulsions produites dans une jonction au silicium (ORTEC) par les particules chargées ^3He , ^3H , ^1H provenant des réactions $\text{D}(d, n)^3\text{He}$ et $\text{D}(d, p)^3\text{H}$.

Nombre total de particules détectées : ^3He , 23 705 ; ^3H , 23 999 ; ^1H , 24 439.

diffusion coulombienne sur le support de la cible et absorbe en partie les électrons secondaires dont l'empilement masquerait le spectre des particules ^3He . Les impulsions provenant de la jonction sont amplifiées, analysées dans un sélecteur multicanaux et comptées dans une bande d'énergie définie par un sélecteur monocanal. La figure 21 représente le spectre des particules ^3He , ^3H et ^1H obtenu avec une énergie de deutons de 100 keV, 20 μA sur une cible d'aluminium deutérée. Par la mesure du rapport des surfaces $^3\text{He}/^3\text{H}$ et $^3\text{H}/^1\text{H}$ nous nous assurons que les particules ^3He sont totalement comptées.

c. Détection des neutrons. — Les neutrons de la réaction $\text{D}(\text{d}, \text{n})^3\text{He}$ sont détectés par un plastique de polyvinyltoluène contenant un composé scintillant accolé à un photomultiplicateur; les impulsions provenant des noyaux de recul de protons et de carbone dans le plastique scintillant sont amplifiées et comptées au-dessus d'un seuil de discrimination. Elles peuvent être analysées dans le sélecteur multicanaux.

d. Coïncidences neutron- ^3He . — Les impulsions des voies ^3He et neutron sont mises en phase par des retards adaptés et dirigées sur un dispositif de coïncidences dont le temps de résolution est de 10^{-6} s. Les coïncidences sont comptées. Le rapport coïncidences/ ^3He mesure l'efficacité de détection du plastique scintillant quand celui-ci est placé assez près de la cible pour couvrir tout le faisceau de neutrons « en coïncidence » correspondant à l'angle solide de détection des particules ^3He . Dans nos conditions expérimentales, le faisceau de neutrons « en coïncidence » a, dans le plan (deuteron- ^3He) une ouverture angulaire de $\pm 0,12$ rad (7°) autour de la direction à 1,30 rad (74°) de la direction incidente des deutons. La section efficace (n, p) pour l'énergie moyenne des neutrons de 2,5 MeV et le nombre de noyaux H par unité de volume du plastique permettent de calculer la probabilité de détection par protons de recul pour un seuil de détection zéro. De la mesure d'efficacité pour un seuil de discrimination donné nous déduisons l'énergie des protons au seuil de détection. L'analyse du spectre des impulsions de la voie neutrons « en coïncidence » nous donne la courbe de réponse du plastique scintillant en fonction de l'énergie des protons de recul. Pour les directions d'émission des neutrons qui ne bénéficient pas de la détection des particules ^3He en coïncidence, neutrons dont l'énergie est légèrement différente, la connaissance du seuil de détection permet de calculer l'efficacité du détecteur dans chaque direction.

La figure 22 montre le schéma du dispositif électronique de mesure. Un intégrateur des charges reçues par la cible détermine la durée de chaque mesure.

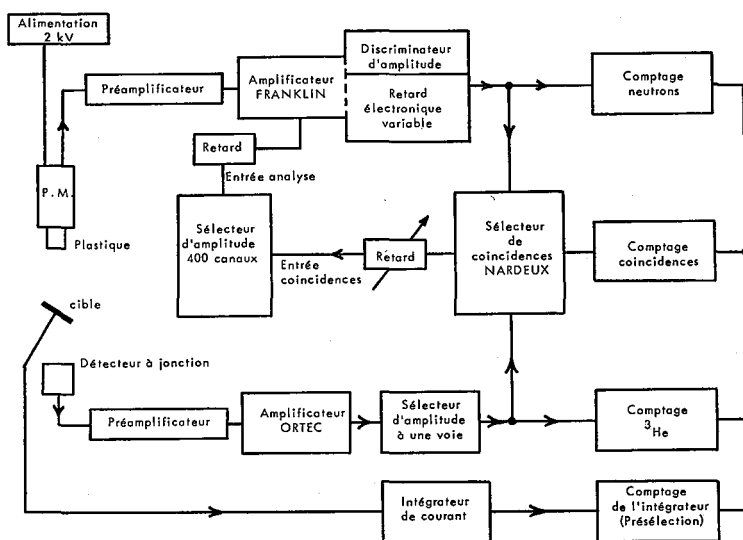


Fig. 22. — Schéma de principe du dispositif électronique pour la mesure des coïncidences neutron- ^3He .

e. Rayonnement diffusé. — Le rayonnement de neutrons diffusé par les matériaux qui entourent la cible et le rayonnement gamma provenant de la diffusion inélastique des neutrons contribuent au rayonnement détecté par le plastique scintillant. Pour mesurer le rayonnement diffusé ne provenant pas directement de la cible nous utilisons deux méthodes : la méthode de mesure par variation de distance à la cible et la méthode de la « barre d'ombre » dans laquelle le rayonnement direct est atténué par un cône de 12 cm de long en polyéthylène. La transmission des neutrons par la « barre d'ombre », mesurée dans le faisceau de neutrons « en coïncidence » d'après le rapport du nombre de coïncidences avec et sans barre, est de 0,057. A 10 cm de la cible le comptage du rayonnement diffusé représente 5 % du comptage total.

f. Distribution angulaire des neutrons $D(d, n)^3\text{He}$. — Connaissant l'efficacité du détecteur de neutrons pour les énergies moyennes correspondant à chaque direction d'émission, et ayant déterminé la fraction de comptage qui est due au rayonnement diffusé, nous procédons à la mesure de la distribution angulaire des neutrons émis par cette source pour des deutons de 100 keV en cible épaisse.

g. Distribution angulaire des particules chargées. — Une chambre à cible de 334 mm de diamètre a été réalisée. Dans cette chambre la cible est au centre et le détecteur à semi-conducteur au silicium, tournant autour de la cible, permettra de connaître la distribution angulaire des particules ^3He et de contrôler ainsi la mesure effectuée sur le rayonnement de neutrons. On peut espérer que la mesure absolue d'une source $D(d, n)^3\text{He}$ par cette méthode de particule associée deviendra suffisamment précise pour que l'on envisage de comparer cette mesure à la mesure de cette même source par une méthode de ralentissement de neutrons.

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

La préparation du projet de Vocabulaire international de l'éclairage, dont j'ai déjà fait mention dans mes précédents rapports, entre dans sa phase finale. Je m'occupe de ce travail en tant que président du Comité d'experts E.1.1. de la Commission Internationale de l'Éclairage (C.I.E.) chargé d'établir ce projet de vocabulaire. H. Moreau assure le secrétariat de ce Comité E.1.1., et s'est occupé de la préparation des documents de travail étudiés au cours de la réunion que le Comité E.1.1. a tenue à Budapest du 17 au 21 mai 1965; il donne sa forme finale au projet qui doit être soumis prochainement aux Comités nationaux de la C.I.E. et de la C.E.I.

J'ai participé également à Londres, en janvier 1965, à une réunion de la Commission S.U.N. de l'Union Internationale de Physique Pure et Appliquée, réunion à laquelle assistaient aussi des représentants de l'I.S.O./TC 12, de la C.I.E. et de la C.E.I. en vue de favoriser une terminologie commune pour les grandeurs du rayonnement et de la photométrie.

Comme par le passé, le Bureau apporte une contribution plus ou moins active aux travaux de divers organismes français et étrangers s'occupant de normalisation et de questions métrologiques.

Documentation (H. Moreau)

L'intérêt que manifestent depuis ces dernières années plusieurs pays pour le Système Métrique nous conduit à fournir de nombreux renseignements sur les unités métriques et le Bureau International. A signaler en particulier les demandes provenant de Ceylan, du Kenya et de la Nigéria.

Système International d'Unités (SI)

Suivant la demande faite par le Comité International et approuvée par la 12^e Conférence Générale, le Bureau a effectué en mars 1965 une enquête sur la situation du SI dans les Pays membres de la Convention du Mètre.

Les réponses et les commentaires reçus (sur les quarante Pays consultés treize

n'ont pas répondu) ont été rassemblés dans un document multicopié qui sera diffusé aux organismes nationaux et internationaux intéressés.

La conclusion de cette enquête est que le SI est actuellement adopté à titre obligatoire dans dix Pays métriques; il est facultatif dans les autres Pays, mais neuf d'entre eux envisagent de réviser leur loi (ou norme nationale) sur les unités de mesure afin de donner un caractère légal et obligatoire à ce système.

Dans les Pays non métriques le SI est facultatif; son emploi est accueilli avec faveur et son développement est suivi avec intérêt.

Publications du Bureau (H. Moreau)

Depuis octobre 1964, le Bureau a publié :

1° *Comité Consultatif d'Électricité*, 10^e session (mai 1963), avec 17 annexes dont l'une contient les résultats de la comparaison internationale circulaire d'étalons de capacité électrique de 0,1 μ F dans cinq laboratoires.

2° *Comité Consultatif pour la Définition de la Seconde*, 3^e session (décembre 1963), avec 11 annexes.

3° *Comptes rendus des séances de la Douzième Conférence Générale des Poids et Mesures* (octobre 1964).

4° *Procès-Verbaux des séances du Comité International des Poids et Mesures*, tome 32 (53^e session, octobre 1964).

5° *Comité Consultatif pour les Étalons de Mesure des Radiations Ionisantes*, 5^e session (septembre 1964), avec 5 annexes contenant les rapports des Groupes de travail « Mesures des Radionucléides » et « Mesures Neutroniques », et les résultats des comparaisons internationales des radionucléides ³²S, ²⁴¹Am, ⁶⁰Co et d'étalons de radium.

Un mémoire sur les comparaisons des Kilogrammes prototypes du Bureau et des Kilogrammes nationaux est en cours d'impression.

Le service régulier de nos publications a été étendu à plusieurs bibliothèques étrangères sur leur demande.

Publications extérieures

TERRIEN (J.), Scientific metrology on the international plane and the Bureau International des Poids et Mesures, *Metrologia*, **1**, N° 1, 1965, p. 15.

TERRIEN (J.), Le temps et son unité la seconde, *Science Progrès — La Nature*, N° 3357, janvier 1965, p. 1.

TERRIEN (J.), An air refractometer for interference length metrology, *Metrologia*, **1**, N° 3, 1965, p. 80.

TERRIEN (J.), Definition of second and atomic frequency standard, *Metric Measures (India)*, **8**, N° 2, 1965, pp. 3-7.

ALLISY (A.), Dosimétrie et Ionisation, in « Rendiconti della Scuola Internazionale di Fisica E. Fermi », XXX Corso, Varenna, 1963, Acad. Press, New York and London, 1964, pp. 48-69.

ALLISY (A.) et BOUTILLON (M^{me} M.), Sur l'utilisation d'un champ d'induction magnétique dans les mesures d'exposition de rayons X et γ , *Comptes Rendus Acad. Sc.*, **260**, 1965, p. 6576.

RYTZ (A.), Energies of natural alpha radiators, in « Nuclidic Masses » (Proc. of the second intern. conf. on nuclidic masses, Vienna 1963), Springer-Verlag, Wien-New York, 1964, pp. 221-228.

RYTZ (A.), Recalibration of nuclear energies for target mass numbers $A \leq 70$, *Nuclear Physics*, **70**, 1965, pp. 369-382.

MOREAU (H.), The twelfth General Conference of Weights and Measures, *Metrologia*, **1**, N° 1, 1965, pp. 27-29. La 12^e Conférence Générale des Poids et Mesures, *Mesures*, **29**, N° 12, 1964, pp. 106, 108, 114; *Science Progrès — La Nature*, janvier 1965, N° 3357, pp. 8-9.

MOREAU (H.), Litre and cubic decimetre, *Metric Measures (India)*, **8**, N° 2, 1965, pp. 8-12. Litre et décimètre cube, *Bull. Organ. Intern. Métrologie Légale*, juin 1965, N° 20, pp. 46-50.

Voyages et visites du personnel

J'ai visité en février 1965 le Bureau Central de Mesures Nucléaires de l'Euratom à Geel, Belgique, et me suis entretenu avec son directeur Mr J. Spaepen; on sait que ce laboratoire a participé très activement à la préparation de comparaisons internationales de radionucléides sous l'égide du Bureau International; cette collaboration scientifique doit pouvoir continuer dans de bonnes conditions et avec profit.

J'ai pu également visiter deux laboratoires nationaux de métrologie, à Bruxelles avec Mr Claesen, à Budapest avec Mr Honti, pour me rendre mieux compte des besoins de laboratoires de ce genre, des efforts remarquables qu'ils font avec un personnel réduit mais à larges compétences, et de l'aide que le Bureau International peut leur apporter.

Pour la première fois depuis son entrée au Bureau International en 1960, A. Sakuma est allé passer avec sa famille des vacances au Japon, son pays natal. Son absence du Bureau International a été prolongée par d'utiles études dans plusieurs laboratoires. Il a fait un stage de deux semaines au National Standards Laboratory, Chippendale, afin de se familiariser avec les techniques des mesures absolues utilisant le principe du condensateur calculable dont la théorie est due à A. M. Thompson; Mr Lehany et ses collaborateurs ont aimablement tout fait pour rendre ce stage scientifique très efficace. Pendant ce séjour au N.S.L., A. Sakuma a eu d'utiles échanges de vues avec les chercheurs qui entreprennent une mesure absolue de g par une méthode analogue à celle du Bureau International.

A Tokyo, A. Sakuma a fait un stage d'environ trois semaines à l'Electrotechnical Laboratory et au National Research Laboratory of Metrology, s'intéressant à la métrologie générale, et en particulier à la mesure de g et aux techniques relatives aux micro-ondes.

Partout où il s'est présenté, il a reçu un accueil très ouvert et le Bureau International remercie sincèrement les directeurs de ces laboratoires et leurs collaborateurs pour ces précieux échanges de vues qui furent riches d'enseignements malgré le temps limité.

Visites et stages au Bureau

M^{lle} N. Montheil, élève de l'École Normale Supérieure de Fontenay-aux-Roses, a effectué un stage de neuf mois, d'octobre 1964 à juin 1965, en vue de préparer son Diplôme d'Études Supérieures de Physique qu'elle a soutenu le 22 juin. Elle a contribué au cours de ce stage à la mise au point de la mesure interférentielle de notre base géodésique murale de 24 m.

A la fin du mois de novembre 1964, le Dr D. Bender du D.A.M.W. à Berlin, est venu à Sèvres reprendre les étalons électriques voyageurs de son laboratoire et a passé quelques jours au B.I.P.M.

Mr Jerzy Z. Sawicki, Docteur ès-sciences techniques de l'Université de Gdansk et chef de travaux des mesures électriques à cette Université, boursier du Gouvernement français, a effectué un stage d'environ quatre mois (21 décembre 1964 — 15 avril 1965) dans la section d'électricité du B.I.P.M.

Mr A. D. Rubinstein, Ingénieur électricien à l'Instituto Nacional de Tecnologia Industrial, à Buenos Aires, en voyage d'études en France depuis plusieurs mois, a passé un mois au B.I.P.M. pour s'initier à la mesure précise des étalons de résistance et de force électromotrice.

M^{me} Elaine Girgis Tadros Wassef, Physicienne attachée au National Physical Laboratory for Metrology (Rép. Arabe Unie), a effectué un stage au Bureau International du 19 mai au 30 juin 1965; elle a participé aux mesures sur les étalons photométriques destinés à son laboratoire.

Mr P. Jimenez-Landi, Chef de la section « Instruments » à l'Institut d'Optique de Madrid a effectué un stage d'un mois du 21 juin au 22 juillet 1965. Il a travaillé sur le comparateur photoélectrique.

M^{lle} M.-T. Niatel, chargée de recherche, et M^{me} M. Boutillon, attachée de recherche à l'Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale (Paris), et M^{lle} A. M. Roux, Physicienne au Service Central de Protection contre les Rayonnements Ionisants (Paris), ont participé activement au travail du groupe des rayons X de la Section des radiations ionisantes dans le cadre de l'accord rappelé p. 27

Mr Di Paola, qui prépare une thèse à l'Institut Gustave Roussy de Villejuif, a séjourné au Bureau International du 1^{er} décembre 1964 au 31 janvier 1965. Il s'est initié à la spectrométrie des fluences énergétiques de photons.

Mr C. E. Granados, de la « Junta de Energia Nuclear » (Espagne), a séjourné au Bureau International du 17 mai au 2 juillet 1965. Il a pris part aux dernières mesures pour la comparaison internationale du ^{54}Mn et mis au point une nouvelle méthode de mesure de la correction pour l'efficacité γ du compteur proportionnel et l'impureté.

Mr F. Sagastibelza, qui travaille dans le même laboratoire que Mr Granados, lui a succédé et restera au Bureau International pendant une année. Il a commencé des études sur l'étalonnage du ^{35}S au moyen de la méthode du traceur (^{60}Co) en vue d'une comparaison internationale future.

Les visites individuelles ou de groupes sont trop nombreuses pour que le détail en soit donné.

CERTIFICATS. NOTES D'ÉTUDE

Pendant la période du 1^{er} septembre 1964 au 31 août 1965
50 Certificats et 2 Notes d'étude ont été délivrés.

CERTIFICATS

1964

N°		
42.	Etalon de 10 ohms, N° E2/540-541/95 (addition)	Bundesamt für Eich- und Vermessungs- wesen, Wien.
43.	Fil de 24 m, N° 482 (addition)	Société Française de Stéréotopogra- phie, Paris.
44.	Fil de 24 m, N° 1320 (addition)	Id.
45.	Etalon de 1 ohm, N° 84 490 308 (addition) .	Urad pro Normalizaci, Praha.
46.	Etalon de 1000 ohms, N° 84 490 319	Id.
47.	Etalon de 10 000 ohms, N° 84 490 320	Id.
48.	Deux éléments Weston, N°s 379 990 A et B ..	Id.
49.	Un élément Weston, N° 1 401 372	Id.
50.	Trois étalons à bouts plans de 406,4, 457,2, 480 mm	Moore Special Tool Company, Bridgeport (U.S.A.).
51.	Règle de 1 m, N° 3698, en acier-nickel à 58 % (addition)	Société Genevoise d'Instruments de Physique, Genève.
52.	Mètre prototype N° 3 C	Danemark.
53.	Etalon de résistance spécial, N° J-807-3 ..	Association des Ouvriers en Instru- ments de Précision, Paris.
54.	Etalon de résistance spécial, N° J-807-4 ..	Id.
55.	Un étalon de 0,1 ohm, N° 134 899 MF 01	Société Anonyme Belge de Construc- tions Aéronautiques, Bruxelles.
56.	Deux étalons de 1 ohm, N° 1 617 922 et 134 900 MF 01 (addition)	Id.
57.	Quatre éléments Weston N°s 378 257 A et B, 378 322 et 378 351 (addition)	Id.

1964 (suite)

N°		
58.	Cinq calibres-étalons de 5, 10, 20, 40, 60 mm et un calibre-étalon en quartz de 10 mm	Ministerio de Fomento, Venezuela.
59.	Deux fils de 24 m, N ^{OS} S 513 et S 514 (addition)	Société Française de Stéréotopographie, Paris.
60.	Fil de 24 m, N° 1207 (addition)	Id.
61.	Fil de 24 m, N° 1314 (addition)	Id.
62.	Ruban de 4 m en invar, 1551 U N° 120 (addition)	Id.
63.	Ruban de 4 m en invar, N° 251 (addition)	Id.
64.	Ruban de 5 m en invar, N° 7066 R1 (addition).	Id.
65.	Etalon de flux lumineux, N° 211 (Tc 2353, °K) (addition)	Bureau-Fédéral des Poids et Mesures, Berne.
66.	Etalon de flux lumineux, N° 100 603 (Tc 2788 °K)	Id.
67.	Fil de 24 m, N° 342 (addition)	Institut Géographique National, Paris.
68.	Deux fils de 24 m, N ^{OS} 607 et 608 (addition) .	Id.
69.	Cinq étalons d'intensité lumineuse, N ^{OS} J 44, J 47, J 48, J 53 et J 55 (Tc 2854 °K)	Bureau National des Mesures, Varsovie.

1965

1.	Deux fils de 24 m, N ^{OS} 592 et 593	Etablissements Herlicq et Fils, Paris.
2.	Fil de 8 m, N° 564	Id.
3.	Règle de 1 m, N° 721, en invar (addition) ...	Instituto Geografico Militar, Buenos-Aires.
4.	Règle de 1 m, N° 12 202, en acier-nickel à 58 %	Ministère du Commerce et de l'Industrie de la Nigéria.
5.	Dix éléments Weston	Le Matériel Electro-chimique, Paris.
6.	Trois fils de 8 m, N ^{OS} 1379, 1381 et 1383 ...	Institut Géographique National, Paris.
7.	Trois fils de 4 m, N ^{OS} 1, 690 et 1223	Id.
8.	Deux fils de 20 m, N ^{OS} 596 et 597	Norske Justervesen, Oslo.
9.	Deux fils de 25 m, N ^{OS} 598 et 599	Id.
10.	Trois fils de 24 m, N ^{OS} 89, 90, 91 (addition).	Netherlands Geodetic Commission, Delft.
11.	Trois fils de 24 m, Nos 585, 586, 587	Id.
12.	Série de masses de 1 g à 1 mg et 2 cavaliers	Direction de la Métrologie, Bandung.
13.	Kilogramme en acier inoxydable FN 1	Ministère du Commerce et de l'Industrie de la Nigéria.

1965 (suite)

- | | | |
|-----|---|---|
| 14. | Kilogramme prototype N° 60 | Bureau National des Poids et Mesures de Chine, Pékin. |
| 15. | Kilogramme prototype N° 61 | Id. |
| 16. | Kilogramme en acier inoxydable, N° 62 | Afghanistan. |
| 17. | Dix-huit étalons d'intensité lumineuse, Nos E1 à E6 (Tc 2042 °K), Nos E7 à E13 (Tc 2353 °K) et Nos E14 à E20 (Tc 2854 °K) . | National Physical Laboratory for Metrology, Cairo. |
| 18. | Douze étalons de flux lumineux, Nos E31 à E33 et E35 à E37 (Tc 2353 °K) et Nos E21, E22, E24 à E27 (Tc 2788 °K) | Id. |
| 19. | Deux fils de 25 m, Nos 10055 et 10056 (addition) | Société Française de Stéréotopographie, Paris. |
| 20. | Deux fils de 24 m, Nos 510 et 511 | Deutsches Geodätisches Forschungsinstitut, München. |
| 21. | Un étalon de 1 ohm, N° 1 590 569 | Instituto Nacional de Tecnologia Industrial, Buenos-Aires. |
| 22. | Trois fils de 24 m, Nos 576, 577, 578 ; deux fils de 8 m, Nos 575 et 601 | Manufacture Belge de Lampes et de matériel Electronique, Bruxelles. |

NOTES D'ÉTUDE

1964

- | | | |
|----|-------------------------------------|--|
| 3. | Quatre thermomètres à mercure | Société Anonyme Belge de Constructions Aéronautiques, Bruxelles. |
|----|-------------------------------------|--|

1965

- | | | |
|----|---|---|
| 1. | Trois fils de 7,280 m, Nos 604, 605 et 606 .. | Manufacture Belge de Lampes et de matériel Electronique, Bruxelles. |
|----|---|---|

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 1964.

Compte I. — Fonds ordinaires

RECETTES	
	francs-or
Actif au 1 ^{er} janvier 1964.....	363 014,65
Recettes de l'exercice.....	905 826,95
Total.....	<u>1 268 841,60</u>
DÉPENSES	
	francs-or
Dépenses de fonctionnement.....	852 130,73
Différences de change.....	6 126,83
ACTIF AU 31 DÉCEMBRE 1964.....	410 584,04
Total.....	<u>1 268 841,60</u>
DÉTAIL DES RECETTES	
	francs-or
Versements des contributions :	
au titre de l'exercice 1964.....	679 101,00
au titre des exercices antérieurs.....	76 339,00
au titre de l'exercice 1965.....	90 000,00
	} 845 440,00
Intérêts des fonds.....	12 479,73
Taxes de vérification.....	8 363,34
Recettes diverses.....	39 543,88
Total.....	<u>905 826,95</u>

DÉTAIL DES DÉPENSES

Chapitres	Dépenses de l'exercice	Prévisions budgétaires	Économies	Dépassements
	francs-or	francs-or	francs-or	francs-or
A. Dépenses de personnel :				
1. Traitements.....	478 243,54	530 000	51 756,46	-
2. Allocations familiales.....	40 550,30	48 000	7 449,70	-
3. Sécurité sociale.....	6 386,61	8 000	1 613,39	-
4. Assurance-accidents.....	2 890,06	3 000	109,94	-
5. Caisse de Retraites.....	20 000,00	20 000	-	-
B. Dépenses d'exploitation :				
1. Bâtiments (entretien).....	67 742,97	60 000	-	7 742,97
2. Mobilier.....	3 942,10	5 000	1 057,90	-
3. Laboratoire et atelier.....	61 759,53	75 000	13 240,47	-
4. Chauffage, éclairage, force motrice...	21 857,35	28 000	6 142,65	-
5. Assurances.....	3 184,36	5 000	1 815,64	-
6. Impressions et publications.....	37 992,41	18 000	-	19 992,41
7. Frais de bureau.....	16 760,41	20 000	3 239,59	-
8. Voyages.....	2 952,07	7 000	4 047,93	-
9. Bureau du Comité.....	6 750,00	9 000	2 250,00	-
C. Dépenses d'investissement :				
1. Laboratoire.....	50 296,07	50 000	-	296,07
2. Atelier.....	9 862,22	7 000	-	2 862,22
3. Bibliothèque.....	4 641,38	7 000	2 358,62	-
D. Frais divers et imprévus :				
	16 319,35	28 000	11 680,65	-
Totaux.....	852 130,73	928 000	106 762,94	30 893,67

Compte II. — Caisse de Retraites

RECETTES

Actif au 1 ^{er} janvier 1964.....	francs-or 88 265,10
Intérêts des fonds.....	1 394,00
Retenues sur les traitements.....	18 466,67
Virement du Compte I.....	20 000,00
Total.....	<u>128 125,77</u>

DÉPENSES

Pensions servies.....	francs-or 65 747,31
Remboursement des retenues de deux fonctionnaires démissionnaires.	3 357,09
ACTIF AU 31 DÉCEMBRE 1964.....	<u>59 021,37</u>
Total.....	<u>128 125,77</u>

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

RECETTES		francs-or
Actif au 1 ^{er} janvier 1964.....		203,59
Contribution d'entrée de l'Afrique du Sud.....		8 460,00
ACTIF AU 31 DÉCEMBRE 1964.....		<u>8 663,59</u>

Compte IV. — Laboratoire pour les radiations ionisantes

RECETTES		francs-or
Actif au 1 ^{er} janvier 1964.....		592 632,63
Recettes de l'exercice.....		221 645,62
Total.....		<u>814 278,25</u>

DÉPENSES		francs-or
Dépenses de l'exercice.....		388 311,36
ACTIF AU 31 DÉCEMBRE 1964.....		<u>425 966,89</u>
Total.....		<u>814 278,25</u>

DÉTAIL DES RECETTES		francs-or
Versements de contributions :		
au titre de la deuxième dotation exceptionnelle... 126 843,00	}	211 843,00
au titre de la troisième dotation exceptionnelle.... 85 000,00		
Intérêts des fonds.....		9 802,62
Total.....		<u>221 645,62</u>

DÉTAIL DES DÉPENSES		francs-or
Bâtiments.....		328 312,10
Équipement scientifique de base.....		45 998,21
Équipement de bureau.....		14 001,05
Total.....		<u>388 311,36</u>

Bilan

AU 31 DÉCEMBRE 1964

	francs-or
Compte I « Fonds ordinaires ».....	410 584,04
Compte II « Caisse de Retraites ».....	59 021,37
Compte III « Fonds spécial pour l'amélioration du matériel scientifique ».....	8 663,59
Compte IV « Laboratoire pour les radiations ionisantes ».....	425 966,89
ACTIF NET.....	<u>904 235,89</u>

Cet actif se décompose comme suit :

a. Les fonds déposés en banque :

	francs-or
1° En monnaie française.....	146 846,14
2° En monnaie américaine U.S.A.....	572 306,27
3° En monnaie suisse.....	158 380,50
4° En monnaie britannique.....	27 539,05

<i>b.</i> Les espèces en caisse.....	9 150,06
Total.....	<u>914 222,02</u>

A déduire :

Provision pour remboursements aux États.....	7 500,00	}	9 986,13
Créditeurs divers.....	2 486,13		

ACTIF NET.....	<u>904 235,89</u>
----------------	-------------------

ONZIÈME RAPPORT

DU

COMITÉ CONSULTATIF D'ÉLECTRICITÉ

AU

COMITÉ INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES

Par P. VIGOUREUX, Rapporteur

Le Comité Consultatif d'Électricité a tenu sa onzième session au Pavillon de Breteuil, à Sèvres, au cours de quatre séances les 10, 11 et 12 mai 1965 ⁽¹⁾.

Étaient présents: Mr G. D. BOURDOUN, président.

Les délégués des laboratoires membres:

Physikalisch-Technische Bundesanstalt [P.T.B.], Braunschweig
(H. E. LINCKH).

National Bureau of Standards [N.B.S.], Washington (Ch. H. PAGE).

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

Conservatoire National des Arts et Métiers, Paris (P. OLMER,
R. HÉROU, N. ELNÉKAVÉ, Laboratoire Central des Industries
Électriques [L.C.I.E.], Fontenay-aux-Roses).

Electrotechnical Laboratory [E.T.L.], Tokyo (Y. INOUE).

Institut de Métrologie D. I. Mendéléév [I.M.M.], Leningrad (E.
TCHERNICHOV).

Istituto Elettrotecnico Nazionale Galileo Ferraris [I.E.N.], Torino
(P. LOMBARDI).

National Standards Laboratory [N.S.L.], Chippendale (W. K. CLOTHIER).

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

⁽¹⁾ Les rapports et les communications présentés à cette session sont publiés sous forme d'Annexes dans *Comité Consultatif d'Électricité*, 11^e session, 1965.

L'un des membres nominativement désignés :

V. YOVANOVITCH (Belgrade).

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

Assistaient aussi à la session : Mr A. V. ASTIN, membre du Comité International des Poids et Mesures; G. LECLERC et A. SAKUMA (B.I.P.M.), invités.

Mr H. KÖNIG (Berne), membre nominativement désigné, s'était excusé; MM. W. KEMNITZ et M. KALAU (Deutsches Amt für Messwesen und Warenprüfung [D.A.M.W.], Berlin) empêchés, étaient absents.

Le Président souhaite la bienvenue à tous les participants; puis il note l'intérêt des sujets inscrits à l'Ordre du Jour qui est adopté après une courte discussion.

Mr Vigoureux (assisté de Mr Leclerc comme secrétaire) est nommé rapporteur.

Comparaisons des étalons nationaux de résistance et de force électromotrice

Mr Leclerc commente les résultats des comparaisons des étalons nationaux de résistance et de force électromotrice effectuées au Bureau International en 1963-1964. Ces résultats montrent :

1° une excellente stabilité relative des « unités » conservées dans les laboratoires nationaux, tant pour la résistance que pour la force électromotrice;

2° que les comparaisons périodiques ont atteint leur but puisqu'elles permettent d'assurer une coordination internationale au millionième près.

Le Comité Consultatif félicite Mr Leclerc d'avoir mené à bien ce travail important.

Mr Tchernichov offre de déposer au B.I.P.M. un des étalons de résistance de l'I.M.M. dont les dernières comparaisons internationales ont démontré la stabilité. Le directeur du Bureau l'en remercie et signale le grand intérêt que présentent pour le B.I.P.M. les dépôts d'étalons de premier ordre faits par les laboratoires nationaux, en particulier ceux d'éléments Weston. Le B.I.P.M. désirerait en effet constituer une réserve de piles étalons lui permettant de pallier à tout moment les défaillances de celles qui conservent son unité de force électromotrice.

Déterminations absolues. Valeurs, en unités absolues, des étalons en dépôt au Bureau International

Les résultats des comparaisons mentionnés ci-dessus, combinés avec ceux des mesures absolues faites par les laboratoires nationaux,

permettent de rapporter les « unités » conservées par le B.I.P.M. aux unités absolues.

Pour l'ohm on obtient le tableau suivant :

Détermination absolue	$(\Omega_{\text{BIPM}} - \Omega) \times 10^6$
NRC (1957)	— 3,4
NBS (1960)	+ 0,85
ETL (1964)	+ 1,3
NSL (1964)	— 0,05
NPL (1964)	— 0,9

On constate que l'ohm conservé par le B.I.P.M. ne diffère guère de plus de 1×10^{-6} de l'ohm absolu.

D'autre part, il ressort des déterminations effectuées par le N.B.S. et le N.P.L. au moyen de balances de courant que l'ampère du B.I.P.M. excède d'environ 11×10^{-6} l'ampère absolu. L'erreur probable de cette valeur ne semble pas devoir dépasser 3×10^{-6} .

Sur la proposition de Mr Page, le Comité Consultatif exprime le vœu que l'ampère soit déterminé indépendamment au moyen de balances de courant ou d'électrodynamomètres de types divers par tous les laboratoires capables d'effectuer de telles déterminations.

Mr Page fait aussi remarquer qu'il serait souhaitable que l'on entreprenne la détermination du volt au moyen d'électromètres afin de pouvoir étalonner directement les éléments Weston.

Amélioration de la stabilité des éléments Weston

Le Comité Consultatif constate l'intérêt des nombreux rapports présentés sur les méthodes de fabrication des éléments Weston et prie le L.C.I.E. d'en faire une synthèse qu'il présentera à la prochaine session. Mr Olmer, directeur du L.C.I.E., accepte d'assumer cette tâche.

Le Président exprime le vœu que les laboratoires continuent leurs recherches et en communiquent périodiquement les résultats au B.I.P.M.

Comparaison internationale des étalons de capacité au mica de 0,1 μF

Mr Tchernichov présente les résultats définitifs du premier circuit de comparaisons des étalons de capacité au mica d'environ 0,1 μF . Mr Henderson félicite l'I.M.M. du soin avec lequel ces mesures ont été faites.

Le Comité Consultatif approuve les dispositions envisagées pour le second circuit des comparaisons et il est d'accord pour exclure de cette seconde partie les condensateurs Nos 22, 4886 et 4888 qui se sont montrés trop instables. Sur la demande de Mr Lombardi, l'I.E.N. de Turin sera inclus dans ce second circuit.

Proposition de comparaison internationale d'étalons de capacité de faibles valeurs

Mr Clothier résume les résultats excellents, tant pour la précision de la détermination en valeur absolue que pour la stabilité, déjà obtenus au N.S.L. avec des condensateurs de capacités comprises entre 0,25 et 5 000 pF. Les recherches se poursuivent et bien que le N.S.L. n'ait pas encore fabriqué de condensateurs de faibles valeurs spécialement destinés aux comparaisons internationales, des condensateurs construits pour son propre usage ont fait preuve d'une grande stabilité.

Mr Page annonce que le N.B.S. étudie la construction d'un condensateur du type Thompson-Lampard dans lequel la longueur utile sera mesurée par une méthode interférentielle.

Le N.B.S. dispose de condensateurs de 10 pF de stabilité éprouvée, dont quelques-uns d'ailleurs ont déjà été étudiés dans d'autres laboratoires, et il est prêt à les engager dans des comparaisons internationales.

Une discussion s'engage sur le moyen d'appliquer la Recommandation E 4, paragraphe 2°, faite par le Comité Consultatif en 1963. Il en ressort que le N.S.L., le N.B.S., l'I.M.M., le N.P.L. et le N.R.C. ont déjà commencé des comparaisons et que le L.C.I.E., l'E.T.L. et la P.T.B. pourraient y prendre part dans un avenir proche. Le B.I.P.M. se chargera d'organiser ces comparaisons.

Si d'autres laboratoires désirent y participer, ils devront en faire officiellement la demande au B.I.P.M.

Le directeur du Bureau International constate que les comparaisons envisagées de condensateurs très bien déterminés en valeur absolue ont une importance aussi grande que celles des étalons nationaux de résistance et de force électromotrice; il pense donc que le B.I.P.M. doit jouer un rôle actif dans de telles comparaisons.

Mr Astin en est convaincu et juge nécessaire de recommander au Comité International de prendre des décisions dans ce sens. Après discussion, le Comité Consultatif décide de demander au Comité International des Poids et Mesures de fournir au B.I.P.M. les moyens de participer à une comparaison internationale de condensateurs de valeurs comprises entre 1 à 10 pF.

Le Comité Consultatif tient enfin à féliciter le N.S.L. pour l'invention et la mise au point du type de condensateur calculable qui a fourni une méthode nouvelle si précise pour la détermination des unités électriques.

Examen des possibilités de comparaison internationale d'étalons d'inductance

Le Comité Consultatif prend note avec intérêt des travaux de l'I.E.N. sur les étalons d'inductance et du résultat de la comparaison d'un étalon

d'inductance mutuelle entre le N.R.C. et le N.P.L. Cependant, après discussion, il ne juge pas opportun l'organisation par le B.I.P.M. de comparaison internationale d'étalons d'inductance.

Utilisation de diodes de Zener comme étalons de tension transportables

Mr Linckh donne le résultat d'un premier essai de comparaison des unités de force électromotrice conservées par la P.T.B. et le B.I.P.M. au moyen d'un dispositif à diodes de Zener réalisé à la P.T.B. conformément au modèle décrit dans *Comité Consultatif d'Électricité*, 10^e session, 1963, p. 23.

De son côté, Mr Tchernichov a déjà obtenu des résultats prometteurs quant à la stabilité de la tension de sortie de diodes de Zener et il pense que l'échange de diodes entre laboratoires serait intéressant.

Mr Page est de l'avis de Mr Tchernichov mais précise que pour l'instant il envisage seulement l'échange de diodes de Zener nues, à l'exclusion de dispositifs plus complets du type de celui mis au point par la P.T.B.

Le Comité Consultatif reconnaît l'utilité de tels échanges mais décide que, pour le moment, ils s'effectueront entre les laboratoires, sans l'intermédiaire du B.I.P.M., puisqu'il s'agit davantage d'étudier la stabilité des diodes que leur emploi comme dispositifs de comparaison des forces électromotrices.

Le Comité Consultatif considère de plus qu'il serait prématuré d'imposer dès maintenant une valeur normalisée pour la tension de sortie des diodes en vue, par exemple, de comparaisons internationales.

Étalons de transfert pour le passage du courant continu au courant alternatif

Mr Page constate que s'il a été effectué de nombreuses comparaisons des grandeurs électriques en courant continu, à cause des moyens excellents qui permettent de les faire, il n'y a pas eu jusqu'à présent de comparaisons de ces mêmes grandeurs en courant alternatif malgré l'importance qu'elles présentent.

Le N.B.S. possède maintenant des instruments adéquats pour faire ces comparaisons; ils sont petits, légers, robustes, facilement transportables et Mr Page offre de les envoyer aux laboratoires qui le souhaiteraient. Ces instruments permettent d'effectuer :

- 1° des comparaisons de tensions alternatives;
- 2° le passage courant continu — courant alternatif;
- 3° l'étude du comportement des appareils en fonction de la fréquence.

Le Comité Consultatif unanime encourage l'échange de ces instruments par entente directe entre les laboratoires intéressés.

**Examen du rapport du Groupe de travail pour les grandeurs
aux radiofréquences**

Mr Bourdoun présente au Comité Consultatif, pour examen, le rapport de ce Groupe de travail qui s'est réuni sous sa présidence les 6 et 7 mai 1965 (voir p. 84).

Mr Astin exprime ses remerciements au Groupe de travail pour la qualité de son rapport. Le Comité Consultatif approuve le programme proposé et décide d'en recommander l'exécution au Comité International des Poids et Mesures.

Mr Astin souhaiterait que le Bureau International des Poids et Mesures puisse participer aux mesures. Il sait que cela ne sera pas possible pour les comparaisons envisagées dans ce rapport, mais il voudrait que le Comité International prenne des dispositions pour l'avenir.

Après une courte discussion la recommandation suivante est adoptée à l'unanimité.

RECOMMANDATION E 1

Le Comité Consultatif d'Électricité ayant examiné à sa 11^e session le rapport de son Groupe de travail pour les grandeurs aux radiofréquences, approuve le programme de comparaisons exposé dans ce rapport et invite les laboratoires pilotes à entreprendre immédiatement l'organisation de ces comparaisons.

Il est d'avis que l'on devrait envisager dès maintenant la possibilité d'une participation active du Bureau International des Poids et Mesures à la coordination et au développement de la métrologie des grandeurs aux radiofréquences, avec le personnel compétent et le matériel approprié, et que cette action serait utile même si les moyens mis en œuvre au Bureau International étaient, dans un premier stade, limités à une importance modeste.

Questions diverses

Mr Yovanovitch déplore un manque d'uniformité dans la notation des fréquences, tant électriques que mécaniques. Le Président pense que cette question serait plutôt de la compétence du Comité Consultatif des Unités.

Mr Henderson signale à l'attention du Comité Consultatif le très important rapport sur la détermination du coefficient gyromagnétique du proton effectuée à l'E.T.L. Il est convenu que ce rapport sera discuté lors de la prochaine réunion du Groupe de travail spécialisé.

Le Président remercie les délégués de leur active participation aux discussions, puis Mr Yovanovitch se fait l'interprète de tous pour féliciter Mr Bourdoun de la manière dont il a conduit les délibérations.

(Sèvres, 12 mai 1965)

Appendice

Rapport du Groupe de travail pour la mesure des grandeurs électriques dans le domaine des hautes fréquences, des ultra-hautes fréquences et des hyperfréquences

Le Groupe de travail s'est réuni au Pavillon de Breteuil à Sèvres, les 6 et 7 mai 1965.

Étaient présents : MM. G. D. BOURDOUN, président ; J. BLOUET (L.C.I.E. et Com. Électrotechnique Intern.), B. DECAUX (U.R.S.I.), C. EGIDI (I.E.N.), L. ESSEN (N.P.L.), I. A. HARRIS (Electrical Inspection Directorate Lab., Ministry of Aviation, Royaume-Uni), J. T. HENDERSON (N.R.C.), H. HOYER (P.T.B.), Y. INOUE (E.T.L.), M. C. SELBY (N. B. S., Boulder), E. TCHERNICHOV (I.M.M.).

Assistaient aussi à la réunion : MM. J. TERRIEN, directeur du Bureau International des Poids et Mesures, G. LECLERC et A. SAKUMA (B.I.P.M.).

Excusés : Mr G. ALMASSY de l'Institut de Recherches des Télécommunications de Hongrie ; les représentants du National Standards Laboratory (Chippendale) et de l'Union Internationale des Télécommunications (Genève).

Empêchés : MM. W. KEMNITZ et M. KALAU du D.A.M.W.

Absents : Les représentants de l'Institut Radiotechnique de Tchécoslovaquie (Prague) et de la Radio Research Station (Slough).

Ayant entendu l'exposé sur les comparaisons organisées par l'U.R.S.I. et recueilli les avis des membres présents, le Groupe de travail considère que les conditions requises sont satisfaites dès maintenant pour l'organisation des comparaisons internationales suivantes :

a. une comparaison d'instruments de mesure des faibles puissances à la fréquence de 10 GHz ; cette comparaison pourrait commencer à la fin de 1965 ou au début de 1966, avec la participation des laboratoires suivants : E.T.L. (Tokyo), I.M.M. (Leningrad), D.A.M.W. (Berlin), Institut de Recherches des Télécommunications (Budapest), N.B.S. (Boulder) ;

b. une deuxième comparaison semblable commençant à la fin de 1966 ou au début de 1967 avec la participation de l'I.M.M. (Leningrad), de l'E.T.L. (Tokyo), du L.C.I.E. (Fontenay-aux-Roses), du N.R.C. (Ottawa), du N.S.L. (Chippendale), de la P.T.B. (Braunschweig) et de l'I.E.N. (Turin) ;

c. une comparaison d'instruments de mesure des faibles puissances à la fréquence de 3 GHz ; cette comparaison pourrait commencer à la fin de 1965 ou au début de 1966, avec la participation des laboratoires suivants : I.M.M. (Leningrad), N.P.L. (Teddington), N.B.S. (Boulder), N.R.C. (Ottawa), D.A.M.W. (Berlin) ;

d. des mesures comparatives de paramètres diélectriques à la fréquence de 10 GHz, qui commenceraient à la fin de 1965 ou au début de 1966, avec la participation des laboratoires suivants : I.M.M. (Leningrad), N.P.L. (Teddington), N.B.S. (Boulder), N.R.C. (Ottawa).

On propose que chacune de ces comparaisons soit du type circulaire, c'est-à-dire que les instruments sont envoyés successivement aux laboratoires participants. Pour chacune de ces comparaisons l'un des laboratoires ou instituts participants serait désigné comme *laboratoire pilote*, à savoir :

- comparaison a : Electrotechnical Laboratory (Tokyo),
- comparaison b : Institut de Métrologie D. I. Mendéléev (Leningrad),
- comparaison c : National Bureau of Standards (Boulder),
- comparaison d : National Physical Laboratory (Teddington).

Le laboratoire pilote aurait la mission de régler les questions d'organisation et les questions techniques, en accord avec les autres participants, pour la bonne marche des comparaisons et la présentation des résultats sous une forme unifiée. Le laboratoire pilote serait chargé de rassembler les résultats des mesures et de rédiger un rapport à la fin du cycle des comparaisons.

Le Bureau International devrait être tenu informé de toute la correspondance officielle, soit en servant d'intermédiaire, soit en recevant des copies des lettres échangées.

Il ferait en sorte que le Groupe de travail, les laboratoires participants et le président de la Commission N° 1 de l'U.R.S.I. reçoivent la documentation qu'ils désirent au sujet des comparaisons en cours. Le Bureau International se chargerait de la diffusion du rapport final de chaque comparaison et, le cas échéant, de sa publication imprimée. Si le nombre des laboratoires participants à une comparaison est trop grand pour qu'une comparaison circulaire puisse être achevée dans un délai raisonnable, les laboratoires participants seraient répartis en plusieurs groupes ayant en commun le laboratoire pilote. Dans le cas particulier des comparaisons *a* et *b* les deux laboratoires pilotes (Electrotechnical Laboratory et Institut de Métrologie D. I. Mendéléev) seraient inclus dans tous les groupes de comparaison.

Chacun des laboratoires participants devrait, de préférence, fournir des instruments ou des éprouvettes à employer dans les comparaisons.

En dehors des laboratoires cités comme participant aux comparaisons *a*, *b*, *c* et *d*, ceux qui désireraient à l'avenir participer à de telles comparaisons pourront en informer le Bureau International en indiquant les paramètres des instruments à considérer, la précision souhaitée, etc., ainsi que le nom et l'adresse de la personne responsable; le Bureau International agira en conséquence.

Le Groupe de travail a remis à plus tard l'étude des propositions qui lui ont été faites concernant l'étalonnage de wattmètres à micro-ondes et des mesures comparatives d'atténuation.

Il signale au Comité Consultatif d'Électricité l'intérêt des mesures de capacité électrique aux fréquences comprises entre 0,1 et 1 MHz.

Le Groupe de travail a prié son président d'assurer la liaison entre ce Groupe et la Commission N° 1 de l'U.R.S.I.

Désirant raccourcir le nom qui lui a été donné, le Groupe de travail propose *Groupe de travail pour les grandeurs aux radiofréquences* (Working group on radiofrequency quantities).

Il souhaite que lors de ses sessions futures, les documents de travail soient reçus à temps pour être étudiés utilement avant la réunion.

SIXIÈME RAPPORT

DU

COMITÉ CONSULTATIF DE PHOTOMÉTRIE

AU

COMITÉ INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES

Par H. KORTE, Rapporteur

Le Comité Consultatif de Photométrie s'est réuni pour sa sixième session au Pavillon de Breteuil, à Sèvres, où il a tenu trois séances les 13 et 14 septembre 1965 (1).

Étaient présents : Mr J. M. OTERO, président.

Les délégués des laboratoires membres :

Physikalisch-Technische Bundesanstalt [P.T.B.], Braunschweig
(H. KORTE, H. WILLENBERG),

National Bureau of Standards [N.B.S.], Washington (L. E. BAR-
BROW, R. P. TEELE),

Conseil National de Recherches [N.R.C.], Ottawa (C. L. SANDERS,
G. W. WYSZECKI),

National Standards Laboratory [N.S.L.], Chippendale (W. R.
BLEVIN).

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

Electrotechnical Laboratory [E.T.L.], Tokyo (K. YOSHIE).

National Physical Laboratory [N.P.L.], Teddington (E. J. GIL-
LHAM, O. C. JONES),

Institut de Métrologie D. I. Mendéléev [I. M.M.], Leningrad (M^{me} V.
E. KARTACHEVSKAIA).

Les membres nominativement désignés :

L. PLAZA (Instituto de Optica, Madrid); O. REEB (Lichttech-
nisches Institut der Technischen Hochschule, Karlsruhe);

W. D. WRIGHT (Imperial College of Science and Technology,
London); C. ZWIKKER (Université technique, Eindhoven).

(1) Les Annexes mentionnées dans ce rapport sont publiées dans *Comité Consultatif de Photométrie*, 6^e session, 1965.

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

Invités: J. BONHOURE et H. MOREAU (B.I.P.M.).

Empêché: Deutsches Amt für Messwesen und Warenprüfung [D.A.M.W.], Berlin (S. NÜNDEL, B. FISCHER).

Mr Korte fut nommé rapporteur, assisté de Mr Bonhoure comme secrétaire.

Après avoir ouvert la séance, le Président évoque la mémoire et les mérites de E. Perucca, membre du Comité Consultatif de Photométrie depuis 1952, décédé le 5 janvier 1965.

Travaux sur l'étalon primaire

Mr Sanders résume les délibérations du Groupe de travail de l'étalon primaire photométrique qui, depuis la 5^e session du Comité Consultatif, a tenu deux réunions, l'une à Vienne (Autriche) en juin 1963, l'autre à Sèvres en septembre 1965 (Annexe 1). Il explique que les diverses corrections apportées au corps noir n'ont presque pas amélioré la concordance entre les laboratoires nationaux. Le Groupe de travail doit poursuivre ses études et rechercher quelle est la meilleure géométrie à donner au creuset et au tube de visée pour réduire les erreurs qui en résultent. On est d'accord pour employer ensuite des dispositifs d'un type identique, par exemple actuellement le modèle qui a donné le plus de satisfaction au National Bureau of Standards; quant aux autres erreurs systématiques, on attire l'attention sur celles qui peuvent provenir du système optique (*Recommandation P 1 p. 90*).

Malheureusement, l'absence à cette session des représentants du Deutsches Amt für Messwesen und Warenprüfung n'a pas permis d'étudier avec profit les résultats d'une nouvelle réalisation du corps noir dans ce laboratoire.

Radiométrie absolue

A l'Electrotechnical Laboratory, on a réalisé et étudié un nouveau radiomètre qui utilise un thermomètre à fil de platine pour indiquer l'égalité des échauffements de la surface sensible provoqués soit par le rayonnement, soit par l'énergie électrique (Annexe 2).

Mr Gillham donne alors des informations sur l'état d'avancement de la comparaison de récepteurs thermoélectriques en unités énergétiques, organisée par le National Physical Laboratory (*Comité Consultatif de Photométrie*, 5^e session, 1962, p. 14). Il signale qu'après consultation des laboratoires intéressés, on a jugé préférable de remplacer ces récepteurs par des groupes de lampes à filament de tungstène fonctionnant à 2 700-2 800 °K (Osram Wi 41).

En vue de pouvoir examiner les résultats de cette comparaison dès

que possible, le Comité Consultatif propose la création d'un Groupe de travail de la radiométrie, sous la présidence de Mr G. Gillham (*Recommandation* P 2, p. 90).

Travaux de spectrophotométrie

Le but de ces travaux est d'effectuer le passage de la candela définie directement par l'étalon primaire, aux candelas et aux lumens à températures plus élevées (*Recommandation* P 3, p. 91).

Les résultats de mesures faites au Bureau International des Poids et Mesures (Annexe 3) sont en accord à mieux que 0,5 % avec d'autres résultats obtenus antérieurement à l'Electrotechnical Laboratory et plus récemment à la Physikalisch-Technische Bundesanstalt (Annexe 4) avec un récepteur $V(\lambda)$; mais ils diffèrent sensiblement de résultats provenant de l'Institut de Métrologie D.I. Mendéléév (Annexe 5).

Étalons de température de répartition

Après présentation des résultats de la première comparaison internationale des étalons de température de répartition (Annexe 7) et des travaux de la P.T.B. (Annexe 6) et de l'I.M.M. (Annexe 5), on estime qu'il faut considérer ces lampes comme des étalons de répartition spectrale.

Pour obtenir de cette première comparaison une meilleure information, les laboratoires qui le peuvent sont priés d'envoyer au B.I.P.M. les courbes de répartition spectrale de leurs lampes; le B.I.P.M. pourra alors calculer une courbe moyenne.

Étalons de flux lumineux

Des travaux ont été effectués à l'E.T.L. (Annexe 8) pour essayer de mettre en évidence les erreurs éventuelles qui peuvent apparaître au cours de la comparaison de lampes de répartitions spatiales différentes dans une sphère d'Ulbricht. Des mesures, faites dans deux sphères de 1,5 m et de 5 m de diamètre et à l'aide d'un goniophotomètre, n'ont pas montré d'écarts supérieurs à 0,3 %.

Au cours de la discussion, on note la possibilité d'une erreur due à la polarisation de la lumière dans le dispositif à miroirs du goniophotomètre utilisé par l'E.T.L.

Prochaine comparaison internationale des étalons d'intensité et de flux lumineux

Après examen des réponses envoyées par les laboratoires nationaux à l'enquête préalable du B.I.P.M., on se met rapidement d'accord sur les

types de lampes retenues pour la prochaine comparaison internationale ainsi que sur les durées spécifiées de préallumage; quant au mode de contrôle de l'alimentation, il résulte des caractéristiques électriques des lampes (*Recommandation P 4*, p. 91).

Pour le passage de l'intensité lumineuse au flux lumineux et à propos du choix pour les étalons de flux du seul type à ampoule claire, la P.T.B. mentionne les difficultés qui peuvent apparaître du fait que la répartition spatiale des lampes à ampoule claire est moins régulière que celle des lampes à ampoule dépolie intérieurement.

L'I.M.M. désire que les caractéristiques mécaniques et électriques des lampes étalons soient étudiées et précisées en vue de faire connaître aux fabricants les désirs des photométristes; mais on estime cependant qu'il faut laisser aux fabricants la décision finale concernant les modes de construction les plus sûrs.

Comparaison de lampes à vapeur de mercure à haute pression

A la suite d'une recommandation de la C.I.E. en 1959, l'E.T.L. a organisé une comparaison internationale du flux lumineux de lampes à vapeur de mercure à haute pression. L'E.T.L. a envoyé à cinq laboratoires nationaux des groupes de quatre lampes sélectionnées et étalonnées; après mesures dans les laboratoires, les lampes ont été contrôlées à nouveau à l'E.T.L.

Les résultats de cette comparaison montrent que l'écart maximal entre les divers laboratoires est de 7 % environ, la stabilité des lampes étant de l'ordre de 0,5 %.

Colorimétrie

A la suite de la proposition de Mr Wyszeczi (Annexe 9), le Comité Consultatif se met d'accord sur le texte suivant :

1. Le Comité Consultatif de Photométrie a constaté qu'il est souvent impossible de séparer entièrement la photométrie de la colorimétrie, en raison des relations intimes qui existent entre l'une et l'autre. Ces relations ont leur origine d'une part dans la composition physique de la lumière et sa détermination expérimentale, d'autre part dans les conventions internationales adoptées par la C.I.E. et servant à définir les grandeurs colorimétriques. En conséquence, le Comité Consultatif de Photométrie estime nécessaire que certains aspects de la colorimétrie soient pris en considération dans ses travaux, par exemple le concept de température de couleur et les méthodes de sa mesure.

2. Le Comité Consultatif de Photométrie suggère au Comité International des Poids et Mesures d'étudier l'opportunité de soumettre à l'approbation de la Conférence Générale des Poids et Mesures les conventions fondamentales de la colorimétrie.

Mr Barbrow donne alors quelques indications sur la comparaison des coordonnées trichromatiques de lampes fluorescentes tubulaires entre le N.B.S. et le N.P.L., après étalonnage spectroradiométrique au N.B.S. (Annexe 10). Les résultats sont meilleurs que lors de la comparaison recommandée par la C.I.E. en 1955.

Questions diverses

A M^{me} Kartachevskaia qui demande que soit modifiée la définition actuelle de la candela, jugée par tous illogique, Mr Terrien répond qu'il existe maintenant un Comité Consultatif des Unités qui étudiera cette question.

A l'issue de la session, Mr Zwikker donne sa démission de membre spécialiste; il rappelle qu'il participe aux réunions depuis plus de trente années et qu'il est le doyen du Comité Consultatif de Photométrie. Au nom de tous les membres, le Président remercie Mr Zwikker de sa fructueuse collaboration et lui exprime ses souhaits les plus cordiaux.

En conclusion de ses travaux, le Comité Consultatif adopte les quatre recommandations ci-après et le Président remercie ses collègues pour le travail accompli au cours de cette session.

(Sèvres, 14 septembre 1965)

RECOMMANDATION P 1

Considérant les résultats encourageants obtenus par le Groupe de travail de l'« étalon primaire photométrique » dans la recherche des erreurs qui apparaissent dans la réalisation pratique du corps noir au point de solidification du platine, étalon primaire de la candela, le Comité Consultatif de Photométrie recommande :

a. *que le Groupe de travail poursuive aussi complètement que possible l'étude et l'évaluation des diverses erreurs;*

b. *que le Groupe de travail, s'appuyant sur les résultats de l'étude ci-dessus, détermine une forme pratique de réalisation de l'étalon primaire photométrique, susceptible d'être acceptée par tous les laboratoires intéressés; cette forme pratique serait telle que la valeur des corrections soit, sinon négligeable, du moins suffisamment petite pour être facilement calculable, de sorte que l'écart entre la luminance obtenue par cette réalisation et sa valeur vraie soit inférieur à 0,3 % environ.*

RECOMMANDATION P 2

Après avoir pris connaissance de l'état d'avancement de la comparaison de lampes en unités énergétiques que le National Physical Laboratory a organisée avec les autres laboratoires nationaux, et dans le but de tirer le plus de renseignements possible de cette comparaison, le Comité Consultatif de Photométrie recommande que les laboratoires nationaux poursuivent leurs travaux et crée un Groupe de travail de la « radiométrie », comprenant

MM. Gillham (N.P.L.), proposé comme président, Bedford (N.R.C.), Bischoff (P.T.B.), Blevin (N.S.L.), Stair (N.B.S.), Yoshié (E.T.L.), un représentant de l'I.M.M. (à désigner) et un représentant du D.A.M.W. (à désigner) ⁽²⁾.

RECOMMANDATION P 3

Pour expliquer les écarts importants qui subsistent entre les laboratoires nationaux dans les valeurs attribuées aux étalons secondaires d'intensité et de flux lumineux, même si ces valeurs sont rapportées à une valeur identique des étalons de la candela à 2 042 °K, le Comité Consultatif de Photométrie recommande :

que soient poursuivies et étendues les études de comparaisons hétérochromes, par exemple par spectrophotométrie ou par récepteur $V(\lambda)$, déjà entreprises avec succès à l'E.T.L., à l'I.M.M., au N.B.S., à la P.T.B. et au B.I.P.M.

RECOMMANDATION P 4

Après avoir pris connaissance des résultats de l'enquête menée par le Bureau International sur les conditions d'exécution de la prochaine comparaison internationale des étalons d'intensité et de flux lumineux, le Comité Consultatif de Photométrie recommande :

a. qu'une comparaison d'étalons d'intensité à 2 042 °K ait lieu, chaque laboratoire national envoyant au B.I.P.M. huit lampes du type Toshiba, l'alimentation étant contrôlée par la différence de potentiel mesurée sur la douille adaptée à ces lampes (préallumage des lampes : 15 minutes);

b. que la comparaison des étalons d'intensité à 2 854 °K se fasse dans les mêmes conditions, les lampes étant du type Osram Wi 41, l'alimentation étant contrôlée par l'intensité du courant (préallumage des lampes : 12 minutes);

c. que la comparaison des étalons de flux lumineux à 2 788 °K ne comporte que des lampes à ampoule claire (huit) du type G.E.C., l'alimentation étant contrôlée par la différence de potentiel (préallumage des lampes : 7 minutes).

⁽²⁾ Note ajoutée aux épreuves. — Les représentants de ces deux laboratoires sont maintenant connus : M^{me} Kartachevskaia pour l'I.M.M. et Mr Kaufhold pour le D.A.M.W.



NOTICE NÉCROLOGIQUE

CÉLESTIN KARGATCHIN

(1883-1965)

Par J. NUSSBERGER

Le 4 mai 1965 est mort à Zagreb, après une longue et douloureuse maladie, Célestin Kargatchin qui dirigea pendant de nombreuses années le Service de contrôle, des mesures et des métaux précieux de Yougoslavie.

C. Kargatchin est né à Zagreb le 8 août 1883. C'est dans cette ville qu'il fit ses premières études à l'école primaire, puis au collège. Il se rend ensuite à Budapest pour y suivre les cours de la Faculté technique et il obtient en 1906 son diplôme d'ingénieur en mécanique. Après deux années passées dans l'industrie, il commence sa carrière métrologique en 1908 à l'Institut central des mesures de Budapest, où il occupe, jusqu'en 1920, les fonctions d'inspecteur de l'organisation technique du service des mesures pour la Croatie.

En 1920 il entre au Service des poids et mesures yougoslave; après avoir occupé divers postes, il assume jusqu'en 1941 la direction de ce Service.

Après la Seconde Guerre mondiale et la libération de son pays, C. Kargatchin poursuit ses travaux dans le Service ministériel pour le commerce en Croatie, à Zagreb. En 1953, il exerce les fonctions de conseiller à la Direction des mesures et des métaux précieux, activité qu'il cesse en 1961, à l'âge de 78 ans, où il prend sa retraite.

C'est surtout en qualité de directeur, et plus tard de conseiller, du Service des mesures et des métaux précieux, que C. Kargatchin eut l'occasion de donner sa pleine mesure. Sa première tâche fut d'organiser le service des poids et mesures en Yougoslavie. En effet, au lendemain de la Première Guerre mondiale, le nouvel État yougoslave conservait encore l'usage simultané de divers systèmes de poids et mesures, hérités des anciens territoires. C'est en particulier grâce à l'action de C. Kargatchin que les anciens systèmes furent éliminés dans un temps relativement court, et que l'usage d'un système unifié sur la base des mesures métriques s'est définitivement implanté. C. Kargatchin prit une part active à l'élaboration des dispositions législatives et à la mise au point de toutes les conditions techniques destinées à assurer la vérification des poids et mesures et les essais des métaux précieux. Cette activité technique et organisatrice, fruit d'un travail infatigable pendant plus d'un demi-siècle, a permis un développement continu du service de mesures. Il est remarquable de constater jusqu'à quel âge avancé C. Kargatchin a poursuivi ses activités au service de la Yougoslavie.

Pendant cette longue carrière C. Kargatchin s'est également attaché

à la formation des jeunes fonctionnaires appelés à poursuivre l'œuvre à laquelle il avait donné le meilleur de lui-même.

Doyen du Comité International des Poids et Mesures, dont il était membre depuis 1923, C. Kargatchin continua jusqu'à sa mort à s'intéresser aux travaux du Comité et du Bureau International. Ses qualités d'organisateur étaient particulièrement appréciées et ses avis autorisés étaient toujours recherchés, notamment au sein de la Commission Administrative aux travaux de laquelle il participait régulièrement.

C. Kargatchin fut aussi membre du Comité International de Métrologie Légale et participa à la création de l'Organisation Internationale de Métrologie Légale considérée comme le prolongement, sur le plan de la métrologie pratique, des organismes issus de la Convention du Mètre.

Le Comité International des Poids et Mesures garde le souvenir de C. Kargatchin, dont la vie fut entièrement consacrée à la métrologie et qui avait su gagner l'estime et la sympathie de tous ses collègues par son amabilité.

INDEX

- Accélération due à la pesanteur (détermination absolue en cours), 41; étalon de longueur pour mesure de g , 32
Avertissement historique, 5
- Balances
Rueprecht (Nos 1 et 2), 37
Base géodésique interférentielle, 32
Bâtiments, 25
 assainissement Pavillon de Breteuil, 26
 laboratoires radiations ionisantes, 25
 travaux (entretien, aménagements), 26
Budget 1966, 18, 19
- Candela, 21, 90
Certificats, Notes d'étude, 71
Colorimétrie, 21, 89
Comités Consultatifs, 13, 20
 composition, sessions futures, 21
 Électricité, 20; extension des activités du B.I.P.M., 20, 21; 11^e rapport, 78
 Groupes de travail, 13
 étalon primaire photométrique, 87
 grandeurs aux radiofréquences, 20, 83; rapport, 84
 radiométrie absolue, création, 21
 spectroscopie nucléaire, création, 22
 thermométrie, réunion en 1966 à Moscou, 23
 Photométrie, 21; extension des activités du C.C. à la colorimétrie, 21, 89; 6^e rapport, 86
 Radiations Ionisantes, nouvelle composition, 22; présidence (K. Siegbahn), 21
 Unités, composition, 23
Comité International, 7
 décès (C. Kargatchin), 13, 95
 démission (R. Vieweg), 12, 13
 élection (M. Kersten), 13
 invitation de Mr. Ermakov à une séance, 15, 24
 membre honoraire (R. Vieweg), 12
 Rapport du Secrétaire, 12
Commission Administrative, rapport, 17
- Comparaisons internationales
 étalons de capacité au mica de 0,1 μF , 50
 étalons de température de répartition, 51, 88
 radionucléides, 62
 source de neutrons Ra-Be (α , n) du N.R.C., 64
Comparateurs
 normal (révision, piliers), 29
 photoélectrique-interférentiel (I , indice de l'air, ordre d'interférence), 27
Comptes, 13, 74
Concession de terrain, signature de l'avenant N° 2, 13
Conférence Générale, date de la 13^e, 19
Contributions exceptionnelles, 12
Convention du Mètre (Chine), 12, 14
- Dépôt des Prototypes métriques, visite, 17
Documentation, 67
Dotation du B.I.P.M., 12
- Électricité
 Comité Consultatif, 20; 11^e rapport, 78
 diodes de Zener, dispositif de transfert à, 50, 82
 éléments Weston, étude sur, 50; amélioration stabilité, 80
 étalons
 capacité 0,1 μF , comparaison internationale, 50, 80
 capacité faibles valeurs, proposition de comparaison internationale et participation du B.I.P.M., 20, 81
 inductance, 81
 résistance Au-Cr et manganine spéciale, 48
 transfert pour passage c.c.-c.a., 82
 Ω et V conservés au B.I.P.M., valeurs en unités absolues, 79
 Ω et V du B.I.P.M., évolution depuis 1948 des groupes de référence, 47

- grandeurs aux radiofréquences, programme de comparaisons internationales, participation du B.I.P.M., 20, 83, 84
instruments, 46
instrument de passage 1 à 100 Ω , 49
- Étalons**
électriques (*voir* Électricité)
longueur
à bouts : calibres Moore, 30; mesure g , 32; Mètre en silice fondue (N° 53), 31
à traits (*voir* fils, Mètres, règles, rubans)
masse (*voir* Kilogrammes, masses)
photométriques (*voir* Photométrie)
- Fils géodésiques, 34
allongement sous traction prolongée, 36
- Gravimétrie (mesure absolue de g en cours), 41
Groupes de travail (*voir* Comités Consultatifs)
- Invar, dépression, 34
- Kilogrammes**
influence du nettoyage-lavage, 37
prototypes du B.I.P.M. (N°s 9, 25, 31, C), comparaison avec témoins N°s 8 (41) et 43, 39
prototypes nationaux (N°s 60 et 61), 39; (N° 62), 41; (FN 1), 41
considérations sur précédentes comparaisons de prototypes nationaux (N°s 18, 39, 44, 46, 48, 49, 50, 58), 40
- Longueurs, 27
- Manobaromètre interférentiel, 46
Masses, 37
Mesures neutroniques, 64
Sources
Ra-Be (α, n) du N.R.C., comparaison internationale, 64
D(d,n)³He, étude, 64
Mètres prototypes nationaux en Pt-Ir (N°s 3 C, 35, 6 C), 29
Mètre en silice fondue (N° 53), 31
Metrologia, développement, 24
- Neutrons (*voir* Mesures neutroniques)
Notice nécrologique (C. Kargatchin), 93
- Organismes internationaux et nationaux, coopération et relations avec, 67; Euratom, 20; C.I.E., 67
- Personnel du B.I.P.M., 9, 14, 16, 17, 18, 25
engagements, 25
honoraire (A. Bonhoure), 23
promotion (A. Sakuma), 18
voyages et visites, 69
- Photométrie**
colorimétrie, 21, 89
Comité Consultatif, 21; 6^e rapport, 86
étalons
flux lumineux, 88
luminance P.T.B., 51
nationaux intensité et flux, conditions exécution prochaine comparaison, 88
primaire de la candela, études sur, 87
 t de répartition, comparaison internationale, 51, 88
lampes à vapeur Hg haute pression, comparaison internationale, 89
radiométrie absolue, 87; création Groupe de travail pour la, 21
spectrophotométrie, 88
Pont de Smith, transfert à la salle 9, 45
Publications du Bureau, 68
Publications extérieures, 68
- Quartz fondu (coefficient dilatation), 45
- Radiations ionisantes (*voir* Mesures neutroniques, Radionucléides, Rayons X)
Radionucléides, 62
comparaisons internationales (²⁴¹Am, ³⁵S, ⁶⁰Co, ⁵⁴Mn, étalons de Ra), 62
ensemble de comptage (II), 62
films et couches conductrices des supports de sources, détermination masse surfacique, 63
sources
à très faible auto-absorption, préparation, 64
autoradiographie, 64
⁹⁰Sr + ⁹⁰Y, nouvelle méthode étalonnage, 64
- Rapport du Directeur, 15, 17, 25
Rayons X, 52
chambres d'ionisation à plaques parallèles, étude de la saturation, 58
château de plomb pour sources ⁶⁰Co et ¹³⁷Cs, 55
étalon d'exposition à champ d'induction magnétique, étude influence du champ, 52
fidélité des mesures dans le domaine des rayons X mous, 56
filtres d'Al, mesures de l'épaisseur, 54
spectrométrie, 60
Règles étalons de 1 m (N°s 3698, 721 12202, 8614), 30

Règles géodésiques (I 4, I 5), 34	à résistance de platine, (fours pour point Zn, transfert et étalonnage pont de Smith), 45
Rubans géodésiques (BIPM, N ^{os} 5 à 8), 34	
SI (<i>voir</i> Unités)	Unités
Température de répartition, étalons de, comparaison internationale, 51, 88	candela, 21, 90
Thermométrie, 45	Comité Consultatif, composition, 23
mesure <i>t</i> dans comparateur photo-électrique, 27	Système International (SI), enquête sur adoption, 67
température thermodynamique point Au (mesures prévues), 45	Versements des États, 12
	Visites et stages au B.I.P.M., 69

TABLE DES MATIÈRES

COMITÉ INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES

54^e Session (Octobre 1965)

	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, 5-8 octobre 1965	11
Ouverture de la session; quorum	11
Constitution de la Commission Administrative	12
<i>Rapport du Secrétaire du Comité</i> (Dotation annuelle du B.I.P.M.; budget de 1965 et versements des États. Convention du Mètre : communication du Gouvernement français accompagnée d'une traduction d'une demande signée par le Président de la République de Chine. Membres du Comité International: démission de R. Vieweg; décès de C. Kargatchin; élection de M. Kersten. Signature d'un avenant N° 2 à la Convention du 4 octobre 1875, relatif à l'extention de la concession de terrain mis à la disposition du Comité par le Gouvernement français. Indications financières. Réunions des Comités Consultatifs et des Groupes de travail. Besoins du Bureau en personnel scientifique)	12
Discussion au sujet d'une demande d'adhésion à la Convention du Mètre (Chine); approbation du Rapport du Secrétaire du Comité	14
<i>Rapport du Directeur du Bureau</i> [voir détails plus loin] (Commentaires sur quelques points de ce rapport)	15
Visite du dépôt des Prototypes métriques	17
<i>Rapport de la Commission Administrative</i> (Examen des chapitres « Personnel » et « Bâtiments » du Rapport du directeur. Budget 1964 et approbation des comptes de l'exercice 1964. Exécution du budget 1965 et budget proposé pour 1966)	17
Approbation du Rapport précédent, de propositions d'avancement du personnel et du budget pour 1966. Nomination de A. Sakuma au rang de physicien principal	18
Convocation de la 13 ^e Conférence Générale en octobre 1967	19
Relations entre l'Euratom et le Bureau International	20

<i>Travaux des Comités Consultatifs et des Groupes de travail; Rapports présentés au Comité International</i>	20
Comité Consultatif d'Électricité (session de mai 1965); demande d'extension des activités du Bureau à la comparaison des condensateurs de faible capacité et aux travaux dans le domaine des radiofréquences	20
Comité Consultatif de Photométrie (session de septembre 1965); approbation de la création d'un Groupe de travail pour la <i>radiométrie absolue</i> ; question de la définition de la candela; prise en considération par le Comité Consultatif des conventions fondamentales de la colorimétrie	21
<i>Composition et réunions futures des Comités Consultatifs</i>	21
Comité Consultatif pour les Étalons de Mesure des Radiations Ionisantes (Nomination de Mr K. Siegbahn comme président en remplacement de Mr Astin démissionnaire. Création d'un nouveau Groupe de travail pour s'occuper de la spectroscopie nucléaire. Nouvelle composition du Comité Consultatif)	21
Comité Consultatif des Unités (Composition)	23
Comité Consultatif de Thermométrie (Réunion des deux Groupes de travail en U.R.S.S. en 1966)	23
<i>Questions diverses</i>	
Nomination de A. Bonhoure comme Adjoint honoraire	23
Revue <i>Metrologia</i> (Informations sur son développement)	23
Remerciements de Mr Ermakov (U.R.S.S.) pour l'autorisation exceptionnelle qui lui a été accordée d'assister à une séance du Comité International; intérêt que portent les organisations de l'U.R.S.S. aux travaux du Comité ..	24
Rapport du Directeur sur l'activité et la gestion du Bureau International (1^{er} septembre 1964-1^{er} septembre 1965)	25
I. — PERSONNEL. — (Engagements : G. Boutin, Mme D. Bourdais)	25
II. — BÂTIMENTS. — Laboratoire de la section des radiations ionisantes (Inauguration, achèvement des travaux extérieurs). Assainissement du Pavillon de Breteuil (Achèvement du réseau d'évacuation des eaux usées, pose d'une dalle de béton entre le Grand et le Petit Pavillons). Observatoire (Travaux d'entretien divers et aménagement de plusieurs salles : transfert du pont de Smith de la salle 16 à la salle 9; aménagement de la salle 11 a, installation d'un dispositif pour filtrer et adoucir l'eau; aménagement d'un atelier d'électronique dans la salle 11 b). Grand Pavillon (Réparation d'une partie de la couverture; remise en état du paratonnerre) ..	25
III. — INSTRUMENTS ET TRAVAUX	27
<i>Longueurs.</i> — Comparateur photoélectrique et interférentiel (Amélioration du conditionnement d'air; mesure des températures, de l'indice de réfraction de l'air; détermination de l'ordre d'interférence). Comparateur normal (Réglages; stabilité des piliers supportant les microscopes). Mètres prototypes (N° 3 C, N° 35, N° 6 C). Règles étalons (N°s 3698, 12202, 8614). Étalons à bouts (Calibres américains; Mètre en silice fondue N° 53). Étalon de longueur pour la mesure de <i>g</i> . Mesure interférentielle de la base géodésique. Règles géodésiques I 4 et I 5; fils et rubans géodésiques. Dépression de l'invar. Allongement des fils sous traction prolongée	27
<i>Masses et masses volumiques.</i> — Balances Ruelprecht N° 1 et N° 2. Étude de l'influence du nettoyage et du lavage des Kilogrammes sur leur masse. Kilogrammes prototypes du Bureau et nationaux. Études courantes (Kilogrammes N° 62, FN 1, masses diverses)	37
<i>Gravimétrie.</i> — Vœu du Comité National Français de Géodésie. Poursuite des études et des préparatifs pour la mesure absolue de <i>g</i> (Lieu de la mesure; lancement et vibrations du trièdre; charge électrostatique du trièdre mobile; étalon de longueur; interféromètre; vibrations microsismiques et table stabilisée. Matériel acquis ou construit) ...	41

<i>Thermométrie. Manométrie.</i> — Thermométrie à résistance de platine (Transfert du pont de Smith de la salle 16 à la salle 9; remaniement de l'installation des lignes entre les salles du laboratoire et le pont; construction d'un four pour le point du zinc). Coefficient de dilatation du quartz fondu (Collaboration avec l'Institut d'Optique de Paris). Projet de détermination pyrométrique du point de l'or au B.I.P.M. Études courantes. Achèvement du montage du manobaromètre interférentiel	45
<i>Électricité.</i> — Matériel et aménagements divers. Groupes d'étalons de référence du Bureau International (Constitution des groupes de l'ohm et du volt; valeurs successives de ces groupes depuis 1958). Étalons de résistance en alliages spéciaux (or-chrome, manganine spéciale). Instrument de passage de 1 à 100 Ω construit au N.S.L. Étude en cours sur 50 éléments Weston (Coefficient de température, phénomène d'hystérésis, variation de la f.é.m. en fonction de l'intensité du courant débité, stabilité dans le temps). Comparaison internationale des étalons de capacité au mica de 0,1 pF. Dispositif de transfert de force électromotrice à diodes de Zener (Rattachement des unités de f.é.m. de la P.T.B. et du B.I.P.M.). Études courantes	46
<i>Photométrie.</i> — Amélioration des installations de mesure. Comparaison internationale d'étalons de température de répartition (Résultats). Mesures sur un étalon de luminance de la P.T.B. Études courantes d'étalons d'intensité et de flux lumineux	51
<i>Rayons X.</i> — Étalons d'exposition à champ d'induction magnétique (Dispositif expérimental; champ d'induction nécessaire pour maintenir l'ionisation dans un cylindre donné; répartition radiale de l'ionisation massive). Mesure de l'épaisseur de filtres d'aluminium (Mesures au comparateur; mesures ionométriques; filtres d'épaisseur de 1 à 8 mm; mesures par pesée). Château de plomb pour sources de ^{60}Co et de ^{137}Cs pour mesures d'exposition. Fidélité des mesures dans le domaine des rayons X mous (5-150 kV). Étude de la saturation pour des chambres d'ionisation à plaques parallèles. Spectrométrie	52
<i>Radionucléides.</i> — Installation des appareils dans les nouveaux laboratoires. Mise en service du deuxième ensemble de comptage par coïncidences $4\pi\beta(\text{CP})-\gamma$. Comparaisons internationales (^{241}Am , ^{35}S , ^{60}Co , ^{54}Mn). Étalons de radium. Déterminations de la masse surfacique des films et des couches conductrices des supports de sources radioactives. Préparation de sources à très faible auto-absorption. Autoradiographies de sources radioactives. Nouvelle méthode d'étalonnage du $^{90}\text{Sr} + ^{90}\text{Y}$	62
<i>Mesures neutroniques.</i> — Installation du nouveau laboratoire de mesures neutroniques. Comparaison internationale des mesures de la source Ra-Be(α , n) du N.R.C. Expérimentation sur une source de neutrons D(d, n) ^3He (Générateur de neutrons; spectrométrie des particules chargées ^3He , ^3H , ^1H ; détection des neutrons; coïncidences neutron- ^3He ; rayonnement diffusé; distribution angulaire des neutrons D(d, n) ^3He ; distribution angulaire des particules chargées) ..	64
Travaux en liaison avec des organismes internationaux et nationaux	67
Documentation	67
Système International d'Unités (Résultats de l'enquête demandée par le Comité International et la 12 ^e Conférence Générale)	67
Publications du Bureau	68
Publications extérieures	68
Voyages et visites du personnel	69
Visites et stages au Bureau	69
Certificats. Notes d'étude	71

IV. — COMPTE . — (I. Fonds ordinaires. II. Caisse de Retraites. III. Fonds spécial pour l'amélioration du matériel scientifique. V. Laboratoire pour les radiations ionisantes. Bilan)	74
Onzième Rapport du Comité Consultatif d'Électricité au Comité International des Poids et Mesures , par P. Vigoureux	78
Sixième Rapport du Comité Consultatif de Photométrie au Comité International des Poids et Mesures , par H. Korte	86
Notice nécrologique . — C. Kargatchin, <i>par J. Nussberger</i>	93
INDEX	95