

COMITÉ INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES

PROCÈS-VERBAUX

DES SÉANCES

2^e SÉRIE — TOME 34

55^e SESSION — 1966

(4-6 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 1966, trente-neuf 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., Vénézuéla, Yougoslavie.

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

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

1. Le *Comité Consultatif d'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* (collection arrêtée en 1966 avec le tome 22).

Le Bureau International publie de temps en temps, sous le titre *Les récents progrès du Système Métrique*, un rapport sur les développements du Système Métrique dans le monde.

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 6 OCTOBRE 1966

Président

1. L. E. HOWLETT, Directeur, Division de Physique Appliquée, Conseil National de Recherches, Sussex Drive, *Ottawa 7*, Ontario.

Vice-Président

2. J. M. OTERO, Président, Centro Nacional de Energia Nuclear « Juan Vigon », Ciudad Universitaria, *Madrid-3*.

Secrétaire

3. J. DE BOER, Professeur à l'Université d'Amsterdam, Directeur de l'Institut de Physique Théorique, Valckenierstraat 65, *Amsterdam-C*.

Membres

4. A. V. ASTIN, Directeur, National Bureau of Standards, *Washington D. C.*, 20 234.
5. J. V. DUNWORTH, Directeur, National Physical Laboratory, *Teddington*, Middlesex.
6. M. KERSTEN, Président de la Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Bundesallee 100, 33 *Braunschweig*.
7. F. J. LEHANY, Chief, Division of Applied Physics, National Standards Laboratory, *Chippendale*, N.S.W.
8. A. MARÉCHAL, Délégué Général à la Recherche Scientifique et Technique, 103 rue de l'Université, *Paris 7^e*.

9. H. NIEWODNICZANSKI, Directeur, Institut de Physique Nucléaire, *Cracovie*.
10. J. NUSSBERGER, École Tchèque des Hautes Études Techniques, Institut de Physique, (C.V.U.T.), Husova 5, *Prague I*.
11. M. SANDOVAL VALLARTA, Commission Nationale de l'Énergie Nucléaire, Insurgentes Sur 1079, *Mexico 18, D. F.*
12. K. SIEGBAHN, Institut de Physique, Université, *Uppsala*.
13. J. STULLA-GÖTZ, Président du Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen, Friedrich-Schmidt-Platz 3, *Vienne VIII*.
14. Y. VÄISÄLÄ, Professeur à l'Université, Puolalanpuisto 1, *Turku*.
15. Z. YAMAUTI, Professeur à l'Université de Keio, 13-18 Nishiogi-Kita, 3-chome, Suginami-ku, *Tokyo*.
16. ...
17. ...
18. ...

Membres honoraires

1. H. BARRELL, National Physical Laboratory, *Teddington, Middlesex*.
 2. L. DE BROGLIE, de l'Académie Française, Secrétaire Perpétuel de l'Académie des Sciences, 94, rue Perronet, 92-*Neuilly-sur-Seine*.
 3. A. DANJON, Membre de l'Institut, Directeur honoraire de l'Observatoire de Paris, 13, rue de l'Odéon, *Paris, 6^e*.
 4. N. A. ESSERMAN, 1 Wallangra Road, *Dover Heights, n.s.w.*
 5. R. H. FIELD, 32 Highgate Gardens, *St. Michael (Barbados, B. W. I.)*.
 6. M. SIEGBAHN, Directeur, Nobelinstitutet för Fysik, *Stockholm 50*.
 7. R. VIEWEG, Membre du Conseil de la Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Dachsbergweg 6, *61-Darmstadt*.
-

LISTE DU PERSONNEL

DU

BUREAU INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES

AU 1^{er} JANVIER 1967

Directeur : J. Terrien

LABORATOIRES

Physiciens Chercheurs principaux

P. Giacomo, A. Allisy, V. Naggiar,
P. Carré.

Physiciens et Métrologistes

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

J. A. Hall (hors cadre).

Techniciens et Calculateurs

P. Bréonce, L. Lafaye, J. Milobedzki, D. Carnet, C. Colas,
R. Czerwonka, F. Lesueur, J. Fournier, J. Hostache, J.-M. Chartier,
C. Veyradier, 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. Comités Consultatifs et Groupes de travail : travaux; réunions futures; composition.
 7. Rapport de la Commission Administrative.
 8. Préparation de la 13^e Conférence Générale.
 9. Questions diverses.
-

55^e SESSION (OCTOBRE 1966)

PROCÈS-VERBAUX DES SÉANCES

TENUES AU BUREAU INTERNATIONAL

Présidence de Mr L. E. HOWLETT

Le Comité International s'est réuni pour sa 55^e session du mardi 4 au jeudi 6 octobre 1966. Il a tenu quatre séances au Pavillon de Breteuil.

Étaient présents (1) : MM. ASTIN, DE BOER, DUNWORTH, KERSTEN, HOWLETT, LEHANY, NIEWODNICZANSKI, NUSSBERGER, OTERO, SANDOVAL VALLARTA, SIEGBAHN, STULLA-GÖTZ, YAMAUTI, TERRIEN (directeur du Bureau International).

Mr BARRELL, membre honoraire, a suivi les travaux de la session. Mr VOLET, directeur honoraire du Bureau International, a assisté aux deux premières séances.

Secrétaire : M^{lle} Monprofit.

MM. Astin et Dunworth étaient accompagnés chacun d'un interprète.

Excusés : MM. BOURDOUN (2), MARÉCHAL, VÄISÄLÄ.

1. *Ouverture de la session; quorum*

Le quorum est atteint et le Comité peut ainsi délibérer valablement.

Le Président ouvre la séance en souhaitant la bienvenue à tous les membres et en particulier à MM. Niewodniczanski et Dunworth, membres nouvellement élus, qui assistent pour la première fois aux réunions du Comité. Il salue également Mr Barrell, nouveau membre honoraire.

Quelques instants de silence sont observés à la mémoire de T. Isnardi décédé depuis la dernière session.

2. L'ordre du jour (p. 10) est approuvé.

3. La *Commission Administrative* est constituée comme suit : MM. de Boer (président), Kersten (rapporteur), Astin, Dunworth, Lehany, Niewodniczanski, Otero. Tous les membres du Comité International sont invités à assister à la réunion de cette Commission qui discutera en particulier du budget futur du Bureau.

(1) Mr Siegbahn s'était excusé pour la dernière séance.

(2) En cours de session, le Président a reçu une lettre de Mr Bourdoun lui annonçant sa démission du Comité International.

Le Président fait part d'une entrevue que le bureau du Comité a eue avec le Prof. Novikov, Vice-Président du Comité des Normes, des Mesures et Instruments de Mesure de l'U.R.S.S. Mr Bourdoun étant empêché d'assister à cette session, Mr Novikov a sollicité le privilège d'assister aux séances du Comité. Le bureau a expliqué qu'il est impossible que quelqu'un remplace un membre du Comité. En effet, les membres du Comité International sont des personnalités scientifiques privées et non pas les représentants de leur gouvernement. Il est essentiel de rester fidèle à cette idée fondamentale de la Convention du Mètre. Dans les circonstances présentes, le bureau du Comité propose de convier Mr Novikov à assister à l'exposé qui sera fait par le directeur sur les travaux du Bureau International, ainsi qu'aux séances ultérieures de la présente session, à titre d'invité et non pas comme représentant du Gouvernement soviétique, ni de Mr Bourdoun.

Les membres présents sont unanimement d'accord pour que cette invitation soit faite à Mr Novikov.

Mr de Boer présente ensuite son rapport.

4. Rapport du Secrétaire du Comité

(1^{er} octobre 1965 — 30 septembre 1966)

1. *Membres du Comité International.* — Trois vacances se sont produites dans le Comité International, s'ajoutant à celle qui existait en octobre 1965 depuis le décès de C. Kargatchin.

Teofilo Isnardi, qui était membre du Comité depuis 1948, est décédé le 5 janvier 1966.

Mr H. Barrell, membre du Comité depuis 1954, a donné sa démission. Atteint par la limite d'âge, il a dû abandonner sa fonction de Superintendent de la Standards Division du National Physical Laboratory, mais il a pris d'autres fonctions au N.P.L. à temps partiel. Par correspondance, le Comité a voté en faveur de sa nomination au titre de membre honoraire et le bureau du Comité l'a prié de continuer à s'intéresser pendant un certain temps aux tâches du Comité Consultatif pour la Définition de la Seconde, dont il assure la présidence par intérim depuis décembre 1963.

Mr P. K. Kichlu, élu en 1964, a donné sa démission du Comité International; il avait auparavant quitté la direction du National Physical Laboratory de New Delhi.

Nous avons le plaisir d'accueillir deux nouveaux membres du Comité : deux votes à bulletins secrets par correspondance, dépouillés le 1^{er} février et le 3 mai 1966, ont introduit parmi nous Mr Henryk NIEWODNICZANSKI, Professeur, Directeur de l'Institut de Physique Nucléaire de Cracovie, Pologne et Mr John Vernon DUNWORTH, Directeur du National Physical Laboratory du Royaume-Uni.

Il reste deux sièges vacants; le Président a écrit aux membres du Comité le 7 mars 1966 pour solliciter leur avis sur la succession de T. Isnardi, et le 16 août sur la succession de Mr P. K. Kichlu.

2. *Activités du bureau du Comité International.* — Le bureau du Comité International continue toujours à suivre de près soit par correspondance, soit au cours de réunions au Pavillon de Breteuil, toutes les matières qui méritent un examen dans l'intervalle de deux sessions du Comité International. Je désire mentionner ici les points les plus importants, sans entrer dans des détails qui seront exposés verbalement en cours de session.

2.1. La date exacte de la 13^e Conférence Générale des Poids et Mesures, qui aura lieu en 1967 conformément à la décision prise par le Comité à sa précédente session, est fixée en accord avec le Gouvernement français du mardi 10 octobre au lundi 16 octobre 1967; quatre séances de travail sont prévues, ainsi qu'une visite des laboratoires du Bureau International.

Considérant les désirs exprimés par plusieurs délégations de la 12^e Conférence en 1964, le bureau du Comité a envisagé que les traductions simultanées soient étendues à la langue espagnole (en plus du français, de l'anglais et du russe), mais les prix demandés étaient trop élevés (supplément supérieur à 10 000 francs français) pour que cette dépense soit prélevée en 1967 sur les chapitres budgétaires destinés au fonctionnement normal du Bureau International; le Comité International estimera sans doute que le choix des langues n'est pas exactement de sa compétence et que la Conférence doit décider elle-même après avoir pris connaissance des dépenses entraînées.

2.2. Une enquête préliminaire limitée au Comité International a été lancée par la lettre du 25 octobre 1965 de son Président, afin de chercher le moyen de donner satisfaction à plusieurs États qui estiment leur cotisation financière trop élevée, eu égard à leur population, comparativement à celle des États qui sont au maximum actuel de 10 % de la dotation totale. Six réponses ont été reçues, et suivies d'échanges de vues par correspondance, en préparation des discussions qui devront avoir lieu pendant la session.

2.3. Pour assurer le maintien et le relèvement du niveau scientifique et technique du Bureau International, le bureau du Comité propose que les dotations financières à demander à la 13^e Conférence Générale pour les quatre années 1969-1972 soient augmentées d'au moins 14 % à 15 % par an. Cette augmentation proposée servirait, pour une partie, à couvrir l'augmentation quasi automatique des dépenses provoquées par le jeu normal de la hausse des prix dans le monde et de l'avancement du personnel en majorité jeune du Bureau. Le reste seulement serait disponible pour compléter et moderniser son équipement, qui laisse encore quelques lacunes sérieuses, sans ajouter de sections nouvelles aux sections existantes; en particulier, les calculs au moyen d'un ordinateur électronique sont devenus nécessaires au Bureau International comme ailleurs.

Si le Comité International décidait de proposer à la Conférence Générale la création de sections nouvelles (mesures électriques en haute fréquence au Bureau International par exemple), une dotation exceptionnelle d'installation, et des crédits supplémentaires annuels devraient être demandés. Il en serait de même si le travail des sections existantes devait être augmenté par un accroissement notable des étalonnages fournis aux États; cette éventualité est à considérer car le directeur du Bureau International, à la suite de conversations personnelles avec les directeurs de quelques Instituts nationaux d'importance modeste, a senti qu'un tel besoin existait dans des États qui ne disposent pas d'un laboratoire national suffisamment développé en métrologie des étalons; ce besoin pourrait sans doute être satisfait en grande partie par une extension des travaux du Bureau International vers des étalons de certaines unités dérivées, ou vers des étalons qui ne sont pas de premier ordre, mais qui servent d'étalons de départ dans ces États.

3. *Personnel supérieur du Bureau International.* — Le Comité International a été informé, par la lettre du 3 mai 1966 du Président, de la nomination de Mr Pierre Giacomo, actuellement professeur à l'Université de Caen, au grade le plus élevé du personnel scientifique du Bureau International; cette nomination résulte d'un vote unanime à scrutin secret qui a été déposé par le bureau du Comité le 3 mai 1966. Mr Giacomo prévoit de quitter l'Université et d'entrer au Bureau International le 1^{er} novembre 1966. Cette nomination répond à l'un des besoins les plus aigus et les plus difficiles à satisfaire pour l'avenir scientifique du Bureau International.

4. *Comités Consultatifs et Groupes de travail.* — Depuis octobre 1965 ont eu lieu au Pavillon de Breteuil les réunions du Groupe de travail des *mesures neutroniques* (19 et 20 septembre 1966) et d'une Commission comprenant les quelques spécialistes des étalons spectrométriques de *rayonnements α* (28 septembre 1966).

Les deux Groupes de travail du Comité Consultatif de *Thermométrie* se sont réunis à Moscou et Leningrad entre le 8 et le 14 septembre 1966.

Les membres du Groupe de travail de la *radiométrie* du Comité Consultatif de Photométrie se sont trouvés rassemblés à la suite de l'invitation faite par l'U.R.S.S., en même temps que le Comité E-1.2 (Photométrie) de la Commission Internationale de l'Éclairage, convoqué à Moscou du 20 au 24 septembre 1966.

Presque tous les physiciens et quelques astronomes qui prennent part aux travaux du Comité Consultatif pour la *Définition de la Seconde* assistaient à l'Assemblée Générale de l'Union Radioscopique Internationale (Munich, 5-15 septembre 1966); le bureau du Comité a prié Mr Barrell d'être présent aux séances consacrées aux étalons atomiques

de fréquence et de rapporter au Comité International l'opinion de ces spécialistes concernant la définition de la seconde.

5. *États adhérents à la Convention du Mètre.* — Depuis 1960, l'Uruguay n'a payé aucune de ses contributions financières au Bureau International. Selon l'Article 6 (1921), alinéa 8, du Règlement annexé à la Convention du Mètre, un État qui est resté six années sans effectuer le versement de sa contribution est exclu de la Convention. En conséquence, le Président du Comité a dû constater que l'Uruguay ne fait plus partie de la Convention du Mètre.

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

	1963	1964	1965	1966
Fonds ordinaires	140 146,31	363 014,65	410 584,04	355 644,11
Caisse de Retraites	76 863,12	88 265,10	59 021,37	78 603,39
Fonds spécial pour l'amélioration du matériel scientifique	22 423,33	203,59	8 663,59	8 663,59
Laboratoire pour les radiations ionisantes (construction et équipement de base) ...	616 881,83	592 632,63	425 966,89	582 469,96
Totaux	856 314,59	1 044 115,97	904 235,89	1 025 381,05

Au compte « Laboratoire pour les radiations ionisantes », 375 000 francs-or ont été dépensés pendant l'exercice 1965 pour solder la plupart des marchés de construction et réaliser les routes, abords et clôtures, et 115 000 francs-or pour l'équipement scientifique et l'équipement de bureau.

On peut confirmer les prévisions du rapport de l'an dernier selon lesquelles, avec l'attribution de la troisième dotation exceptionnelle, le budget pour le laboratoire des radiations ionisantes permettra d'atteindre les objectifs prévus.

Le rapport du Secrétaire est mis en discussion.

Un échange de vues a lieu sur les personnalités qui pourraient être proposées aux élections par correspondance destinées à pourvoir les sièges vacants au Comité International.

Le Président donne lecture d'une lettre qu'il a reçue de Mr Nussberger exprimant des objections sur la date de la 13^e Conférence Générale, et rappelle les raisons qui ont amené le Comité à fixer son choix sur octobre 1967. Aucun autre membre ne venant appuyer la suggestion de Mr Nussberger, rien n'est changé à la décision que le Comité International avait déjà prise lors de sa précédente session. La Conférence aura donc lieu du 10 au 16 octobre 1967 comme prévu.

Le Président rappelle qu'à l'occasion de la 12^e Conférence Générale quelques pays dont la contribution financière pour le Bureau International se situe à un niveau moyen ont émis l'avis que le mode de répartition de la dotation n'est pas tout à fait équitable, car leur contribution par habitant est nettement plus élevée que celle des pays plus riches. Pour éviter une discussion sans préparation, Mr Vieweg, alors président du Comité International, avait réussi à convaincre les représentants des pays exprimant leur mécontentement sur ce point de laisser cette question en suspens pour le moment, à la condition que le Comité International ferait une enquête pour déterminer si un autre mode de répartition pourrait être accepté par tous les pays.

L'enquête préliminaire effectuée par l'intermédiaire des membres du Comité International a donné des résultats peu encourageants. Dans l'ensemble, les grands pays donnent l'impression de ne pas vouloir accepter une augmentation du pourcentage maximal de 10 %. Certains grands pays accepteraient une élévation de ce pourcentage à la condition que le pourcentage des petits pays soit également augmenté et que le rapport entre le pourcentage maximal et le pourcentage minimal demeure ce qu'il est, c'est-à-dire 20.

Sur la base de ces renseignements, le Comité International estime qu'il n'y a aucune possibilité de concevoir un nouveau mode de répartition qui soit acceptable sans l'avis contraire d'aucune délégation à la Conférence Générale. Cette conclusion et ses motifs seront portés à la connaissance de la Conférence.

Un autre point du rapport du Secrétaire donne lieu à des explications complémentaires, celui de l'extension des travaux du Bureau vers les étalons secondaires.

Mr Terrien fait part de contacts qu'il a eus avec des personnalités appartenant à des pays qui n'ont pas de grand laboratoire national de métrologie. Ces pays demandent parfois des vérifications et des étalonnages que le Bureau International ne peut pas effectuer. La question se pose de savoir si le Bureau International doit se limiter aux étalons dont il s'occupe actuellement, ou s'il doit étendre ses étalonnages à certains des étalons dérivés.

Mr Kersten suggère que cette question soit portée à l'ordre du jour de la prochaine Conférence Générale.

Le Président pense également que le problème est de la compétence de la Conférence, mais il incombe au Comité International de formuler un avis concret sur toute question posée à la Conférence Générale. Au cours de la discussion qui s'instaure, on insiste sur le fait qu'une extension du nombre des étalonnages comprenant les étalons dérivés pourrait devenir une tâche très lourde pour le Bureau.

Mr Lehany suggère une coopération entre les laboratoires nationaux des grands pays et les services métrologiques dont les moyens sont moins puissants. Le rôle du Bureau se limiterait alors, selon l'expression de Mr Astin, à celui de « clearing house ».

Mr de Boer appuie cette proposition, précisant que le Bureau constituerait un service d'organisation pour ces étalonnages. L'intermédiaire du Bureau reste en effet nécessaire.

Mr Astin souligne qu'il est important pour le Bureau de demeurer au centre de ces activités et rappelle que dans certains cas le N.B.S. a refusé de faire certains étalonnages que le Bureau International pouvait faire.

L'opinion générale est qu'il ne serait pas sage d'étendre les activités des laboratoires du Bureau vers des étalons secondaires, et le Comité décide de donner satisfaction aux demandes de vérification d'étalons secondaires en chargeant le Bureau International d'agir comme un

« Centre de Documentation Métrologique » permettant de diriger les demandes vers les grands laboratoires compétents.

Aucune autre observation n'étant présentée, le Rapport du Secrétaire est approuvé.

5. Rapport du Directeur et Travaux du Bureau International

Le Président accueille Mr Novikov qui est invité à suivre à partir de ce point de l'ordre du jour les travaux du Comité International.

Conformément à l'Article 19 du Règlement annexé à la Convention du Mètre, Mr Terrien présente son rapport (p. 27) sur les travaux et l'état du matériel du Bureau International. Ce rapport, dit-il, renseigne non seulement le Comité International, mais aussi les grands laboratoires nationaux et les laboratoires de métrologie des pays plus petits car une partie des travaux qui sont faits au Bureau International sont publiés uniquement dans ce rapport. Les métrologistes se sentent souvent isolés, et de tels rapports détaillés leur sont bien utiles.

Après avoir donné lecture de la déclaration qu'il avait faite en 1962 (*Procès-Verbaux C.I.P.M.*, 30, p. 62) exposant la tâche scientifique du Bureau International, Mr Terrien présente un exposé préliminaire en insistant sur les principes qui guident le Bureau International et sur les directions dans lesquelles l'effort a été le plus grand dans les dernières années, ceci en préparation du programme futur du Bureau qui devra être présenté à la Conférence Générale avec le budget nécessaire à l'exécution de ce programme.

« Dans le domaine des *étalons de longueur* je remonte à une dizaine d'années. Le Comité International était alors dans une situation difficile. Il existait une sorte de rivalité scientifique entre l'Allemagne, les États-Unis d'Amérique et l'U.R.S.S. parce qu'il était certain que la définition du mètre devait être changée et qu'un étalon sous forme de longueur d'onde devait être choisi. Mais les laboratoires de ces trois États proposaient chacun un nucléide différent : krypton, mercure, cadmium. Ce fut le rôle du Bureau International d'être l'arbitre scientifique international et l'on a abouti à une décision prise à l'unanimité en 1960. Ceci est un exemple d'un travail qui doit être fait au Bureau International, travail de recherche physique.

« Dans les travaux qui ont suivi 1960 et l'adoption de la nouvelle définition du mètre, le Bureau International a continué à s'équiper afin de mesurer les étalons de longueur dans cette nouvelle définition; c'est une partie importante des travaux faits au cours des dernières années.

« En même temps il a continué l'étude des radiations optiques qui peuvent servir pour les mesures de longueur. Des études de profil spectral ont été faites par une méthode difficile qui a été appliquée uniquement au Bureau International, en partie avec l'aide et la collaboration de physiciens de laboratoires étrangers, W. R. C. Rowley (Teddington), A. I. Kartachev (Leningrad).

« *Étalons de masse*. Dans ce domaine les travaux que l'on peut faire sont assez limités, mais deux points importants sont à mentionner. Le premier est la nécessité d'acquérir une balance plus précise que notre balance actuelle employée pour la comparaison des étalons du kilogramme. Notre balance Rueprecht N° 1 date de 1878; elle a été modifiée en 1902 et révisée en 1937, mais une révision lui restitue sa sensibilité sans l'améliorer. Le deuxième point concerne l'étude qui a été demandée au Bureau International plusieurs fois et qui ne peut être faite qu'au Bureau, car elle exige que

l'on dispose de plusieurs prototypes en platine iridié; cette étude concerne l'influence du nettoyage-lavage sur la masse des étalons. Si l'on nettoie trop fortement, on enlève de la matière et on diminue la masse; si l'on nettoie insuffisamment, il subsiste des poussières ou autres matières étrangères surajoutées. Ces études ont été commencées, mais une balance d'une sensibilité supérieure à celle de notre balance actuelle serait préférable. Le National Bureau of Standards construit en ce moment une balance améliorée, avec quelques principes nouveaux, qui devrait être plus précise et Mr Astin a l'intention de mettre cette balance à la disposition du Bureau International dans quelques années.

« *Étalons électriques.* Le Bureau International doit assurer la coordination entre les grands laboratoires nationaux par des comparaisons périodiques entre les étalons du volt et de l'ohm qui conservent les unités électriques et qui servent de base pour les certificats. Le Bureau International peut certifier des étalons pour les autres pays.

« A la suite de la découverte du théorème de Lampard-Thompson, des étalons de capacité électrique de l'ordre de quelques picofarads peuvent être mesurés en valeur absolue. Ces étalons ont maintenant la même utilité que les étalons de l'ohm et du volt. Il est nécessaire que le Bureau International étende ses comparaisons à ces étalons de capacité électrique de faible valeur. Les installations nécessaires ont été commencées. Je remercie le N.B.S. qui nous aide dans la technique de ces mesures.

« *Mesure des températures.* Le Bureau International a toujours eu besoin de mesurer des températures pour ses travaux courants et ses recherches. La base était un groupe de quatre thermomètres à mercure étalonnés par comparaison au thermomètre à hydrogène à la fin du siècle dernier. Il est indispensable que le Bureau International fasse ses mesures dans l'Échelle Internationale Pratique de Température (E.I.P.T.). Les installations nécessaires ont été commencées depuis longtemps, mais ce n'est qu'au cours de 1965 qu'elles ont pu entrer en service. Pour la réalisation des points fixes d'ébullition, un manomètre à mercure d'une conception nouvelle a été étudié et construit; il est entré en service dans le courant de 1966. Dans la connaissance de la température du point de congélation de l'or, l'erreur que l'on suppose sur la valeur admise dans l'E.I.P.T. est grande, de l'ordre de 2 deg. La détermination absolue par le thermomètre à gaz est difficile parce que la température est trop élevée pour la technique du thermomètre à gaz. Il semble donc utile d'employer le rayonnement optique par application de la loi de Planck et de se raccorder à une température facilement mesurable au thermomètre à gaz. L'étude de cette méthode a été entreprise au Bureau International.

« En *photométrie*, peu de travaux nouveaux mais des projets pour des études de radiométrie absolue. On doit étudier la possibilité de fonder une définition de la candela sur des mesures radiométriques absolues.

« *Mesure absolue de g .* Il est inutile de rappeler l'intérêt de la connaissance de g , car c'est l'intermédiaire obligé entre la masse et la force, et les forces conditionnent les déterminations absolues de l'intensité de courant, de la puissance, de l'énergie, de la pression, donc de la température des points d'ébullition.

« Nous avons eu tout dernièrement de très bons résultats préliminaires pour la détermination absolue de g en cours. La précision que nous attendons est entre 10 et 100 fois meilleure que celle des méthodes employées précédemment.

« Dans le domaine des *radiations ionisantes* le Bureau International a fait des comparaisons internationales d'étalons d'activité (solutions de radionucléides), des comparaisons de chambres d'ionisation, et de débit de sources de neutrons; ces comparaisons ont déjà provoqué une amélioration de la précision de ces mesures; elles ont donc été utiles. Cependant je ne suis pas convaincu qu'elles constituent le meilleur moyen d'améliorer ces étalons de départ dont je vous ai parlé. Dans ce domaine nouveau il faut encore réfléchir et l'orientation du Bureau International doit être étudiée soigneusement. Une des directions du travail dans le proche avenir sera la suivante :

« Lorsque dans les premières années du Bureau International, Michelson et Benoît, puis Fabry, Perot et Benoît, déterminèrent la longueur d'onde de la raie rouge du cadmium, qui devint alors l'étalon unique de toute la spectroscopie, c'était véritablement un étalon de départ à la base de la spectroscopie et donc, en grande partie, de la théorie quantique. Il existe maintenant une autre spectroscopie, celle des rayonnements nucléaires. Ses étalons existent; ils ont été déterminés en valeur absolue par quelques chercheurs isolés, mais leur précision est insuffisante, et leur nombre est trop petit. Une commission de quelques spécialistes, qui s'est réunie récemment au Pavillon

de Breteuil, a confirmé l'urgence de telles déterminations et précisé le programme à suivre. Le Bureau International entreprendra très prochainement des mesures absolues d'étalons α .

Après cet exposé du directeur, le personnel supérieur du Bureau International a été invité à donner quelques détails sur les travaux en cours et à répondre aux questions posées par le Comité.

En conclusion de ce point de l'ordre du jour, le Président constate que la valeur scientifique des travaux du Bureau International a été bien maintenue pendant cette période.

Visite du Dépôt des Prototypes métriques

Procès-Verbal

Le 5 octobre 1966, à 16 h 30, 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 clefs qui ouvrent le Dépôt : celle qui est confiée au Directeur du Bureau, celle qui est déposée aux Archives Nationales et que Mr R. Mathieu, 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	20,8 °C
— maximale	21,0
— minimale	19,0
État hygrométrique	78 %

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

Le Directeur du Bureau

*Le Conservateur
des Archives de France*

Le Président du Comité

J. TERRIEN

R. MATHIEU

L. E. HOWLETT

6. Comités Consultatifs et Groupes de travail

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

Le Président du Comité International ayant reçu une lettre de Mr Bourdoun donnant sa démission de membre du Comité International, il s'ensuit que le C.C.E. n'a plus de président. Sur la proposition du bureau du Comité, Mr Lehany est élu à l'unanimité président du C.C.E.

Mr Terrien rappelle qu'à la session de 1965 du C.C.E., quelques laboratoires pilotes avaient été désignés pour qu'ils se chargent d'organiser la circulation d'appareils de mesure en haute fréquence. Les trois comparaisons prévues sont en cours. Mr Terrien signale qu'il était présent aux réunions de l'U.R.S.I. (Munich, 1966), ainsi que Mr Bourdoun qui avait

été chargé de la liaison du C.C.E. avec l'U.R.S.I. Des comparaisons beaucoup plus étendues ont été envisagées à l'U.R.S.I., et les rôles respectifs de l'U.R.S.I. et du B.I.P.M. ont été discutés. Cette question devra être suivie par le C.C.E.

Des comparaisons circulaires d'étalons de capacité de faible valeur entre plusieurs laboratoires nationaux ont déjà commencé avec des condensateurs bien stables offerts par le N.B.S.; plusieurs programmes de circulation des condensateurs sont prévus. Le Bureau International pourra participer à ces comparaisons dans un avenir assez proche.

La 11^e comparaison périodique des étalons nationaux du volt et de l'ohm doit commencer à la fin de 1966. Il est demandé aux laboratoires nationaux de faire parvenir leurs étalons au Pavillon de Breteuil pour le 1^{er} novembre 1966.

6.2. *Comité Consultatif de Photométrie (C.C.P.)*

Mr Otero, président du C.C.P., attire de nouveau l'attention sur le fait que l'écart maximal entre les étalons représentatifs de la candela des grands laboratoires nationaux atteint presque 2 %; le but est de réduire cet écart à 0,5 %, mais les progrès sont très lents. Par ailleurs, le Comité Consultatif des Unités attend que le C.C.P. lui fasse une proposition sur une rédaction amendée de la définition de la candela; une petite commission a été créée dans ce but.

Il faut aussi travailler dans le domaine de la mesure absolue du rayonnement; un Groupe de travail de la radiométrie a déjà été créé à cet effet. A la précédente session (1965) du C.C.P. il avait été décidé de faire des mesures comparatives internationales d'éclairement énergétique. Deux méthodes étaient possibles: distribution de récepteurs ou distribution de sources de rayonnement. C'est cette deuxième solution qui a été choisie par le N.P.L. chargé d'organiser la comparaison. Des lampes ont été préparées et distribuées. Les résultats préliminaires sont considérés comme bons. Le Groupe de travail de la radiométrie s'est réuni à Moscou et a envisagé la suite du travail.

Le Comité Consultatif de Photométrie considère qu'il ne peut plus limiter son action à la définition et aux étalons de l'unité photométrique de base ou de ses unités dérivées; les techniques modernes de la photométrie s'orientent vers l'emploi généralisé des méthodes physiques de mesure de la répartition spectrale du rayonnement, qui sont communes à la photométrie et à la colorimétrie. C'est là une justification supplémentaire à l'autorisation, donnée par le Comité International au C.C.P. en 1965, de s'occuper de certains aspects de la colorimétrie liés à la photométrie.

6.3. *Comité Consultatif de Thermométrie (C.C.T.)*

Les deux Groupes de travail du C.C.T. se sont réunis en septembre 1966 à Moscou et à Leningrad sous la présidence de Mr Brickwedde. Le projet

du rapport de ces réunions, établi par Mr Hall, rapporteur, est distribué aux membres du Comité International pour information. Mr Terrien, qui a assisté en partie à ces réunions, en résume les conclusions.

En ce qui concerne la recherche des meilleures estimations de la température thermodynamique, les Groupes de travail exprimeront leurs conclusions sous forme d'une table et d'un graphique qui donneront les différences entre l'Échelle Internationale de 1948 et les températures thermodynamiques obtenues d'après les dernières expériences connues.

La deuxième tâche des Groupes de travail consistait à prévoir l'extension de l'E.I.P.T. vers les basses températures. Il existe deux échelles partielles à tension de vapeur de l'hélium (^3He et ^4He) déjà adoptées et l'on étudie d'autres moyens pour combler l'intervalle entre ces deux échelles et l'E.I.P.T. Ceci implique l'emploi de thermomètres à résistance de platine, au germanium ou autres et des points fixes connus dans l'échelle thermodynamique.

Les Groupes de travail ont discuté de l'amélioration des appareils utilisés pour l'interpolation de l'E.I.P.T., en particulier l'emploi du thermomètre à résistance de platine aux températures supérieures au point de l'antimoine; on se heurte toutefois à des difficultés en ce qui concerne l'isolement électrique et la stabilité.

Au sujet de la date à laquelle on devra adopter une nouvelle E.I.P.T., Mr de Boer rappelle que, la 13^e Conférence Générale devant se réunir en 1967, le C.C.T. ne pourra pas arriver à une conclusion définitive présentable à cette prochaine Conférence Générale. On peut envisager de demander à la Conférence Générale d'habiliter le Comité International des Poids et Mesures à promulguer une nouvelle Échelle Internationale. Les experts semblent d'avis que l'époque à laquelle ils atteindront une conclusion pourrait être au plus tôt 1968, au plus tard 1970.

Le Comité International décide finalement de demander au C.C.T. une clarification sur la situation actuelle afin qu'il puisse préparer les propositions à présenter à la 13^e Conférence Générale.

Une réunion du C.C.T. pourrait être nécessaire en 1967, à moins que les recommandations demandées par le Comité International ne puissent être établies par correspondance.

Mr Otero propose d'ajouter comme membre du C.C.T. le Dr Manuel Colomina, Chef de la Division de Thermométrie à l'Institut National de Chimie Physique « Antonio de Gregorio Rocasolano » à Madrid. Le Comité donne son accord sur cette proposition.

6.4. Comité Consultatif pour la Définition de la Seconde (C.C.D.S.)

Mr Barrell donne un compte rendu des travaux de la Commission 1 de l'U.R.S.I. dont l'Assemblée Générale (Munich, septembre 1966) réunissait les spécialistes concernés par la définition de la seconde. Ainsi qu'il en avait été prié par le bureau du Comité, Mr Barrell a cherché à cette occasion l'opinion générale des experts en ce domaine et surtout des

personnes qui participent normalement aux sessions du C.C.D.S. La situation scientifique a changé depuis la 12^e Conférence Générale (1964). Il semble qu'il y ait aujourd'hui une possibilité d'arriver à une proposition précise sur une définition de la seconde avant la 13^e Conférence Générale.

Mr Barrell poursuit son exposé en ces termes :

« Les points les plus importants qui ressortent des discussions de Munich sont les suivants :

« 1^o. La valeur numérique 9 192 631 770 Hz, assignée par le Comité International à la fréquence de la transition du césium, fut acceptée par les délégués représentant les milieux astronomiques.

« 2^o. Bien que les étalons à césium, à hydrogène et à thallium soient individuellement reproductibles à 10^{-11} près ou mieux, on considère l'étalon à césium comme étant le meilleur choix pour l'instant parce qu'il a été étudié plus complètement que les deux autres.

« Le résultat le plus remarquable de la discussion sur les étalons atomiques de temps à Munich est contenu dans la recommandation 5 adoptée par la Commission 1. De cette recommandation il ressort que les experts internationaux pour les mesures de temps et de fréquence souhaitent que la 13^e Conférence Générale des Poids et Mesures définisse la seconde en fonction de l'étalon à césium. »

Les conversations que MM. Barrell et Terrien ont eues avec les membres du C.C.D.S. présents à Munich ont montré qu'il ne sera pas nécessaire de convoquer ce Comité Consultatif pour préparer une recommandation; ceci pourra être fait par correspondance.

Mr Barrell propose donc que le C.C.D.S. se mette d'accord par correspondance sur la rédaction d'une recommandation qui sera soumise au Comité International. Il est souhaitable que cette étape soit achevée le plus vite possible afin de laisser au Comité International le temps de considérer la recommandation et d'observer les formalités qu'il convient pour soumettre une résolution d'une telle importance à la 13^e Conférence Générale.

Mr Otero se demande si un changement de définition de la seconde n'apparaît pas prématuré si l'on s'attend à un étalon de fréquence meilleur que l'étalon à césium, et Mr Siegbahn soulève l'objection que l'on risque d'avoir à changer ultérieurement la définition pour la fonder sur le maser à hydrogène.

Mr Barrell explique que la situation actuelle ne peut pas être maintenue pendant longtemps car la seconde définie par la 11^e Conférence Générale est une seconde astronomique, tandis que toutes les mesures sont faites par référence à l'étalon de fréquence à césium, avec une précision supérieure à celle de la seconde astronomique. Il est nécessaire de faire cesser cette situation qui n'est pas satisfaisante. L'étalon à césium a fait ses preuves depuis un assez grand nombre d'années, avec une précision de 10^{-11} . Il est possible que le maser à hydrogène donne une précision

meilleure, mais il faudra encore un certain nombre d'années pour qu'il fasse ses preuves.

En conclusion, le Comité International accepte la proposition de Mr Barrell et le C.C.D.S. sera consulté par correspondance.

Mr Astin exprime l'avis que le C.C.D.S. devrait aussi considérer la coordination des différentes échelles de temps atomiques, car il convient de prévoir cette coordination avant qu'il ne soit trop tard. Après discussion, on décide d'attendre les avis de l'Union Astronomique Internationale dont l'Assemblée Générale aura lieu en août 1967 à Prague.

Le Président propose que, compte tenu 1° des connaissances précises et approfondies que Mr Barrell possède depuis longtemps sur les développements et les discussions qui conduisent à l'adoption d'une définition atomique de la seconde, et 2° de l'état critique où se trouve cette question actuellement, Mr Barrell soit nommé président du C.C.D.S. Cette proposition est adoptée à l'unanimité.

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

Mr Siegbahn, président du C.C.E.M.R.I., donne un compte rendu des travaux du Groupe de travail sur les mesures neutroniques qui s'est réuni à Sèvres du 19 au 21 septembre 1966 sous la présidence de Mr Geiger. Le Groupe a discuté des comparaisons de sources de neutrons et des travaux qui pourraient être envisagés à l'avenir.

Mr Siegbahn rappelle brièvement l'historique de la section des radiations ionisantes du Bureau International dont le programme de travail a compris d'abord des comparaisons portant sur des radionucléides, des sources de neutrons, des chambres d'ionisation pour rayonnements X. On a considéré soigneusement les activités dans lesquelles cette section devait concentrer ses efforts.

Les spécialistes de la mesure absolue des énergies de désintégration α , qui sont peu nombreux dans le monde, se sont réunis au Pavillon de Breteuil les 28 et 29 septembre 1966; MM. Siegbahn, Asaro, Baranov, Walen et Rytz participaient à cette commission. Dans les mesures d'énergie α on a une incertitude de 6 keV, ce qui est excessif étant donné la précision des spectromètres relatifs. Il faut améliorer les étalons d'énergie α et choisir des nucléides pouvant servir d'étalons en tenant compte des besoins des utilisateurs. Les appareils nécessaires pour que des mesures absolues soient entreprises au Bureau International ont été étudiés et commandés.

Mr Siegbahn propose au Comité International que cette commission, qui s'est réunie sur l'invitation du directeur du Bureau International, devienne un groupe de travail du C.C.E.M.R.I. avec la composition qu'elle a actuellement, complétée par l'adjonction de M^{me} Joan M. Freeman (Harwell, Royaume-Uni). Le Comité International approuve la création et la composition de ce nouveau Groupe de travail *pour les étalons d'énergie α* .

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

Sur la demande de Mr de Boer, président du C.C.U., le Comité International approuve deux changements à la composition de ce Comité Consultatif : Mr McNish (N.B.S.) remplace le Dr Huntoon et Mr Vigoureux (N.P.L.) est désigné comme membre.

Le C.C.U. se réunira en mars ou avril 1967 (1).

7. Rapport de la Commission Administrative

La Commission s'est réunie au Pavillon de Breteuil le 5 octobre 1966 à 10 h.

Étaient présents : MM. de Boer (président), Kersten (rapporteur), Astin, Dunworth, Lehany, Niewodniczanski, Otero, membres de la Commission.

Assistaient également à la séance : MM. Barrell, Howlett, Nussberger, Sandoval Vallarta, Stulla-Götz, Yamauti, Terrien, Jeannin.

1. Rapport du directeur.

a) *Personnel.* Le directeur propose quelques avancements pour les physiciens de haute qualité; ces avancements sont approuvés par la Commission.

b) *Bâtiments.* Le directeur explique le danger d'éboulement existant du côté de la colline surplombant l'ancien laboratoire, danger dû à l'érosion. Les travaux de consolidation pourraient conduire à une dépense importante, aussi l'aide du Gouvernement français va-t-elle être recherchée.

Une proposition du directeur d'installer des détecteurs d'incendie est approuvée.

Une proposition de louer un petit ordinateur pour les travaux de calcul du Bureau est approuvée en principe.

2. *Exercice 1965.* — Le rapport de l'expert comptable sur l'exercice 1965 est discuté en détail. 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 1965.

3. *Budget 1966.* — L'étude de l'exécution en cours du budget 1966 donne lieu seulement à une remarque. Les dépenses de personnel sont inférieures aux prévisions à cause d'un retard dans le recrutement de personnel nouveau.

4. *Budget 1967.* — La Commission approuve le budget proposé pour 1967 à condition que l'on y prévoie les fonds nécessaires pour l'ordinateur, tout en conservant le total du budget prévu.

Les dépenses du chapitre B 1 (Bâtiments) doivent prévoir également 30 000 francs-or pour le système de détection d'incendie.

5. *Caisse de Retraites.* — La situation de la Caisse de Retraites et de son règlement est en cours d'étude par le directeur et le bureau du Comité. Il a été décidé de porter la contribution du personnel à 5 %, tant pour le personnel masculin que féminin, dès 1967. Un projet définitif sera proposé au Comité International à sa prochaine session.

6. *Accord de siège.* — La Commission Administrative constate que les négociations sur l'accord de siège avec le Gouvernement français n'ont pas encore abouti. Le directeur espère atteindre un résultat définitif en 1967.

7. *Orientation future du B.I.P.M. dans les années 1969-72.* — Le directeur explique qu'une augmentation de 9 à 10 % par an de la dotation du Bureau International serait seulement suffisante pour continuer les activités du Bureau au niveau présent. Comme il est indiqué au point 2.3 du rapport du secrétaire du Comité une augmentation d'au moins 14 à 15 % par an serait nécessaire pour assurer le progrès scientifique souhaitable dans les années prochaines.

Le Rapporteur,
M. KERSTEN

Le Président,
J. DE BOER

(1) Note ajoutée aux épreuves : La 1^{re} session du C.C.U. a été fixée du 4 au 7 avril 1967.

Le Comité International approuve toutes les propositions contenues dans le Rapport de la Commission Administrative qui est adopté à l'unanimité; il donne quitus au directeur et à l'administrateur du Bureau International pour la gestion des comptes de l'année 1965. Il adopte le budget proposé par la Commission Administrative.

BUDGET POUR 1967 (en francs-or)

RECETTES

Contributions des États	1 750 000
Intérêts des fonds	12 000
Taxes de vérification	8 000
	<hr/>
Total	1 770 000
	<hr/> <hr/>

DÉPENSES

A. Dépenses de personnel :

1. Traitements	830 000	} 991 000
2. Allocations familiales	50 000	
3. Sécurité Sociale	28 000	
4. Assurance-accidents	8 000	
5. Caisse de Retraites	75 000	

B. Dépenses de fonctionnement :

1. Bâtiments (entretien)	160 000	} 439 000
2. Mobilier	10 000	
3. Laboratoire et atelier	125 000	
4. Chauffage, eau, énergie électrique	60 000	
5. Assurances	4 000	
6. Impressions et publications ...	30 000	
7. Frais de bureau	28 000	
8. Voyages	12 000	
9. Bureau du Comité	10 000	

C. Dépenses d'investissement :

1. Laboratoire	190 000	} 255 000
2. Atelier de mécanique	40 000	
3. Atelier d'électronique	10 000	
4. Bibliothèque	15 000	

D. Frais divers et imprévus 85 000

Total 1 770 000

8. Préparation de la 13^e Conférence Générale

Plusieurs questions qui seront inscrites à l'ordre du jour de la 13^e Conférence Générale sont examinées aux points 4, 5, 6 et 7 ci-dessus.

En ce qui concerne la dotation du Bureau International le Comité International charge son bureau de préparer une documentation justificative des dotations en augmentation annuelle de 14 % à 15 % à demander à la Conférence Générale jusqu'en 1972, afin d'assurer au Bureau International les ressources nécessaires pour maintenir le niveau scientifique qu'exigent les tâches qui lui sont attribuées.

9. Questions diverses

MM. Kersten et Dunworth demandent que le *Rapport du directeur* sur les travaux du Bureau International soit adressé aux membres du Comité International au moins quatre semaines avant la session du Comité. Cette proposition est approuvée.

Sur une question posée par Mr Terrien, il est décidé de ne pas poursuivre la publication des *Travaux et Mémoires du B.I.P.M.* Cette collection ne correspond plus tout à fait à l'esprit des publications scientifiques actuelles. L'intérêt présent se tourne davantage vers *Metrologia* dont le nombre des abonnements est de 800 cette année.

Pour continuer à mettre à la disposition des laboratoires et des services de poids et mesures la documentation métrologique que constituent ses travaux, le Bureau International pourrait aussi, comme le font quelques laboratoires nationaux, éditer de temps à autre un recueil où seraient rassemblés les articles qu'il publie dans diverses revues.

Mr Astin suggère la constitution d'un Groupe d'étude pour s'occuper de la *valeur absolue de l'accélération due à la pesanteur*. Trois laboratoires ont achevé récemment leurs travaux ou sont sur le point de les achever; un accord doit être possible avant la prochaine Conférence Générale sur la révision du système de Potsdam.

Cette suggestion est discutée, en particulier par Mr Terrien qui expose la question de la façon suivante :

« La valeur exacte de g intéresse également les géodésiens, surtout afin de connaître les différences d'un point à un autre. Mais les comparaisons à grande distance faites au moyen d'instruments de transfert ne sont pas très sûres : lorsque l'on compare la valeur de g à Sèvres et à Ottawa par exemple, il y a des erreurs plus grandes que l'incertitude actuelle des meilleures mesures absolues. Les géodésiens ont donc besoin de plusieurs points d'étalonnage répartis sur le globe; et en chacun de ces points il faut connaître la valeur absolue de g . La mesure qui est faite au Bureau International par A. Sakuma devrait être répétée en d'autres lieux. De

plus, les appareils de transfert de g doivent être étalonnés en ce qui concerne leur sensibilité en deux ou trois points du globe assez voisins où la valeur de g soit bien différente. La conséquence est que les géodésiens ont vraiment besoin d'une répétition de la mesure absolue qui est coûteuse. C'est un problème international qui dépasse les attributions du Bureau International. Il appartiendrait donc au groupe d'étude dont Mr Astin a suggéré la création, d'assurer la liaison entre les métrologistes et les géodésiens. »

Les membres du Comité International décident de consulter les spécialistes de leur laboratoire et la question sera reprise ultérieurement.

Mr Terrien pense à l'*avenir du Bureau International* dans 40 ou 50 ans et à son développement. Si une extension importante de ses laboratoires imposait le transfert du Bureau sur un autre emplacement que le Pavillon de Breteuil et si l'on souhaitait réserver un terrain dans la région parisienne, il faudrait en saisir le Gouvernement français dès maintenant. Le Président prie les membres du Comité de réfléchir sur ce point précis.

Le Président clôt la 55^e session du Comité International en remerciant tous les membres pour l'aide patiente et les conseils toujours bienveillants qu'ils lui ont apportés au cours de ces journées; il remercie en particulier Mr Terrien pour l'organisation efficace qui a permis d'assurer le déroulement aisé de cette session.

RAPPORT DU DIRECTEUR

SUR L'ACTIVITÉ ET LA GESTION DU BUREAU INTERNATIONAL

(1^{er} septembre 1965 — 1^{er} septembre 1966)

I. — PERSONNEL

Remarques générales

Comme dans l'année précédente, le renforcement du personnel scientifique et technique fut notre souci principal, car il est la condition première de l'activité du Bureau International. Les engagements dans la période couverte par ce rapport se limitent à trois techniciens, mais l'accord est acquis pour que deux physiciens entrent au Bureau International au cours du dernier trimestre de 1966 : Pierre Giacomo, ancien élève de l'École Normale Supérieure (rue d'Ulm, Paris), docteur ès sciences, actuellement professeur à l'Université de Caen, physicien de réputation internationale, dont la nomination a été décidée au titre le plus élevé de physicien chercheur principal par un vote unanime à scrutin secret du Comité International, et Jörg W. Müller, jeune docteur ès sciences de nationalité suisse, auteur d'une thèse sur des mesures précises en physique nucléaire. L'encadrement scientifique se trouvera donc bientôt au niveau désiré, avec quelques mois de retard sur le programme prévu.

Engagements

Jacques FOURNIER, né le 16 décembre 1937, titulaire du Brevet d'Études Industrielles, Jean HOSTACHE, né le 23 avril 1940, titulaire du Brevet de Technicien Supérieur et Jerzy MILOBEDZKI, de nationalité polonaise, né le 29 juillet 1932, « magister » de l'École Polytechnique de Varsovie, ont été engagés au titre de techniciens le 1^{er} janvier 1966. Les deux premiers sont électroniciens, le troisième est ingénieur électricien-électronicien.

II. — BÂTIMENTS

Laboratoire pour la section des radiations ionisantes

Les réceptions définitives des travaux de construction et des installations fixes ont été accordées à l'ensemble des entreprises; les soldes de leurs mémoires ont été réglés, à l'exception de l'entreprise de plomberie en raison d'une défectuosité à corriger dans le système de filtration de l'eau et de l'entreprise d'électricité dont le compte définitif reste à déterminer par l'architecte.

Observatoire

La nécessité se fait de plus en plus sentir de ne pas maintenir dans les salles du laboratoire certains appareils (compresseurs, pompes à vide) créant des perturbations par leurs vibrations ou dégagements de chaleur. La solution sera obtenue, pour les salles 1 à 6, en transférant ces appareils, à proximité immédiate, dans le couloir de ronde situé au sous-sol de l'ancien Observatoire, au long des murs sud et ouest.

D'importants travaux d'aménagement des lieux étaient à exécuter au préalable. On a évacué les gravats qui comblaient ce couloir, démoli des murets transversaux empêchant le passage, construit un sol en béton, refait le plancher entre sous-sol et rez-de-chaussée, enduit les murs au ciment ou rejointoyé leurs pierres. Ces travaux étaient très avancés le 1^{er} septembre 1966.

On disposera ainsi d'un couloir large de 1 m et long de 9,5 m sur la partie sud de l'Observatoire et de 46,5 m sur sa partie ouest, où il se raccordera au couloir déjà existant au sous-sol du nouvel Observatoire. A un niveau inférieur on a aussi dégagé et aménagé l'emplacement d'une ancienne chaufferie d'une superficie de 10 m².

Le système de chauffage central qui chauffait jusqu'à présent les salles du laboratoire au rez-de-chaussée et les bureaux au premier étage par deux circuits d'eau chaude branchés sur une même chaudière se révélait déficient, car il ne permettait pas, par basse température extérieure, de chauffer suffisamment ces bureaux, une température constante devant par ailleurs être maintenue dans les salles du laboratoire dont les déperditions calorifiques sont bien moindres. Pour remédier à cette situation on a dissocié les deux circuits, celui des bureaux étant maintenant alimenté par une petite chaudière ajoutée dans la chaufferie existante. On dispose ainsi d'une plus grande souplesse pour le chauffage des bureaux.

Au sous-sol, le petit laboratoire de photographie était dans un état vétuste; la pièce a été repeinte, l'équipement fixe entièrement rénové et le sol recouvert de dalles en plastique. On a aussi repeint la salle 115 affectée à la pyrométrie.

Au premier étage, la salle dite « nouvelle chimie » était sans utilisation depuis sa libération par la section des radiations ionisantes; après dépose des installations, cette salle a été aménagée en deux pièces à usage de bureaux pour le personnel nouvellement engagé ou à engager prochainement.

Les gouttières de la partie supérieure de la couverture de l'ancien Observatoire ont été refaites en zinc neuf sur toute leur longueur. Plusieurs descentes des eaux pluviales, rompues par le gel de l'hiver 1965-1966, ont été réparées.

Grand Pavillon

Dans le vestibule des bureaux, le mur était dégradé par l'humidité et le salpêtre au voisinage de la porte d'entrée et sous les fenêtres. L'enduit en plâtre a été refait et la plinthe remplacée; la partie inférieure du mur a été revêtue de panneaux ajourés permettant la circulation de l'air.

Dans les deux bureaux du secrétariat, un parquet neuf a été posé et recouvert d'une moquette.

Ces trois pièces ont été repeintes.

Petit Pavillon

Dans l'appartement de fonction, le cabinet de toilette a été transformé en salle d'eau avec douche; une chambre a été retapissée et quelques pièces repeintes.

Services généraux et dépendances

Depuis la création de la section des radiations ionisantes, le central téléphonique datant de 1954 ne pouvait plus satisfaire les besoins accrus du Bureau International. Un nouveau central d'une capacité de 76 postes intérieurs, susceptible d'être portée à 102, a été installé dans un local spécialement aménagé au sous-sol du Grand Pavillon; 16 postes supplémentaires ont été immédiatement ajoutés aux 28 postes déjà en service. Le nombre des lignes téléphoniques reliant le central au réseau, actuellement de deux, pourra être progressivement augmenté dès que l'administration des Postes et Télécommunications en aura de disponibles.

Dans la cour du Pavillon de Breteuil, des tranchées avaient été ouvertes pour le passage des diverses canalisations desservant les nouveaux laboratoires. Ces tranchées ont été réempierrées et le revêtement de la cour a été refait entièrement à l'émulsion de bitume recouverte de gravillons de porphyre rose.

Une étude technique et financière est en cours pour stabiliser, derrière l'Observatoire, les talus abrupts dont l'érosion fait redouter l'effondrement d'amas de pierres et de terre.

III. — INSTRUMENTS ET TRAVAUX

Remarques générales

Les signes les plus marquants du commencement de relèvement et de modernisation de la section classique sont les suivants. Un petit atelier d'électronique, avec deux techniciens, est entré en activité; un troisième technicien est affecté aux mesures électriques et le Bureau se prépare à la mesure des capacités électriques, d'abord de 10 pF aux fréquences de l'ordre de 1,6 kHz.

Une étude du profil spectral des radiations étalons secondaires de longueur d'onde du krypton 86 a pu être effectuée. Les mesures les plus précises de température se font maintenant au thermomètre à résistance de platine dans l'Échelle Internationale Pratique, et non plus avec des thermomètres à mercure. Le manomètre à mercure en préparation depuis plusieurs années vient d'être achevé et éprouvé avec succès; il permettra de réaliser les points fixes thermométriques d'ébullition avec la précision la meilleure.

Les travaux qui étaient en cours pendant l'année précédente et qui ont progressé sont principalement les suivants. La mesure interférentielle des étalons de longueurs à traits d'après la nouvelle définition du mètre de 1960, avec une sensibilité au moins dix fois meilleure qu'auparavant, sort de la période de mise au point. L'appareillage complexe pour la mesure absolue de g est maintenant complètement réalisé selon les plans prévus; les premiers essais d'ensemble ont mis en évidence quelques insuffisances de l'installation et l'on cherche activement à y remédier.

Dans la section des radiations ionisantes, les principaux efforts nouveaux ont porté sur la mesure des rayonnements X mous, des rayonnements γ , et sur le projet d'une mesure absolue des énergies des rayonnements de radionucléides qui servent d'étalons en spectrométrie α .

La nécessité impérieuse du calcul électronique est apparue avec évidence depuis qu'on en a fait l'essai. Nous avons continué à utiliser cette année la calculatrice de l'Institut d'Optique sans laquelle il nous aurait été impossible de faire face à l'accroissement considérable des calculs que l'on constate depuis quelques années. Bien que nous réservions l'utilisation de cette machine à certains types de calculs pour lesquels son emploi est particulièrement justifié, nous atteignons la limite de ce qu'il est convenable de demander à la complaisance des responsables de cette machine et une autre solution doit être trouvée. Une décision devrait être prise à bref délai pour répondre pleinement à ce besoin.

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 des Affaires Sociales (*Procès-Verbaux C.I.P.M.*, 32, 1964, p. 14).

Longueurs

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

La mise au point de ce comparateur a été poursuivie et de nombreuses mesures d'étalons à traits et d'étalons à bouts ont été effectuées.

En octobre 1965 nous avons fait une nouvelle mesure du Mètre N° 6 C (Roumanie) qui a confirmé, à 3 nm près, les résultats obtenus en mars 1965. Les résultats définitifs ont été donnés dans le Rapport de 1965, p. 29.

Les mesures faites à l'interféromètre de Michelson en octobre 1965 sur le Mètre en silice fondue N° 53 (*voir* p. 34) ayant fait apparaître un désaccord d'environ 0,3 μm par rapport aux mesures faites en avril 1965 au moyen du comparateur photoélectrique et interférentiel et en utilisant comme étalon intermédiaire la règle en acier nickelé N° 8614 (Bureau International), nous avons fait une nouvelle détermination de cette règle avec essais de monochromatisation interférentielle (*voir* p. 32).

De décembre 1965 à février 1966 nous avons apporté des améliorations de détail aux installations, notamment en ce qui concerne l'isolement électrique des circuits des thermocouples, les canalisations de vide du réfractomètre, les sources lumineuses. Pendant ce temps, des ingénieurs et techniciens de la Société Genevoise d'Instruments de Physique procédaient à une révision profonde des parties mécanique, électrique et électronique du comparateur.

Les tubes des microscopes photoélectriques ont été modifiés ainsi que les dispositifs d'éclairage des fentes, de façon à accroître le flux lumineux disponible sur les cellules tout en diminuant la puissance dissipée par les lampes. Il en est résulté aussi une amélioration de la définition des spots et une meilleure identité entre les deux microscopes.

Un réglage soigné des microscopes, et notamment de la position des cellules, a permis de ramener l'erreur de parallaxe à quelques dizaines de nanomètres pour un changement de mise au point des spots de $\pm 40 \mu\text{m}$.

Un défaut de parallélisme de la poutre porte-microscopes et de la direction de translation du chariot avait été mis en évidence (novembre 1963). Il a été évalué à $25 \mu\text{m}$ dans le plan horizontal et environ 0 dans le plan vertical. Ce défaut pouvant provoquer des erreurs dans les étalonnages de règles divisées, il était souhaitable de l'éliminer. De nouvelles pièces permettant de régler l'appui supérieur droit de la poutre ont été installées et, par approximations successives, le défaut a été réduit à moins de $3 \mu\text{m}$ par mètre dans les deux plans. La courbure de la poutre (flèche de 7 à $8 \mu\text{m}$) peut maintenant être appréciée, bien qu'elle soit inférieure aux tolérances prescrites. Nous n'envisageons pas actuellement de la corriger.

Une partie de l'asservissement du système analogique de lecture a été remplacée par un ensemble de conception récente. La réponse en est nettement améliorée.

Tous les tubes électroniques ont été vérifiés et, si nécessaire, remplacés. Les interrupteurs de fin de course des microscopes, qui interdisent d'approcher ceux-ci à moins de 100 mm l'un de l'autre, ont été remplacés par des montages beaucoup plus souples ne risquant plus d'écarter les microscopes au repos. Une légère modification du schéma électrique a, de plus, permis d'accroître la sécurité de fonctionnement des interrupteurs de fin de course des microscopes et du chariot.

Un défaut qui se manifestait dans certaines conditions particulières dans l'affichage sur le pupitre de commande du sens positif de la lecture a été expliqué et éliminé.

Enfin, on a effectué le tarage de l'ensemble microscopes photoélectriques et système analogique de lecture au moyen des interférences, ainsi que l'alignement de l'interféromètre du comparateur et le réglage du réfractomètre.

Mètres prototypes (G. Leclerc, F. Lesueur, P. Carré, R. Czerwonka)

Les Mètres en platine iridié N° 3 C (Danemark) et N° 35 (République Arabe Unie) ont été munis d'un nouveau tracé en 1965 par les soins de la Société Genevoise d'Instruments de Physique. Ce tracé se compose d'un trait à l'une des extrémités et de deux traits distants d'environ $173 \mu\text{m}$ à l'autre. Les deux règles portent ainsi un mètre défini à 0°C et un mètre défini à 20°C .

Les Mètres du Bureau International I 1 (défini à 20°C) et T 4 (défini à 0°C) ont été mesurés au moyen du comparateur photoélectrique et interférentiel par comparaison à la radiation étalon primaire. On a trouvé

$$I 1 = 1 \text{ m} - 931 \text{ nm à } 20^\circ\text{C (octobre 1966)}$$

$$T 4 = 1 \text{ m} - 765 \text{ nm à } 0^\circ\text{C (novembre 1966)}$$

(précédentes valeurs, résultant d'observations visuelles et rapportées à l'ancienne définition du mètre: I 1 = $1 \text{ m} - 1,34 \mu\text{m}$ à 20°C en 1961; T 4 = $1 \text{ m} - 0,99 \mu\text{m}$ à 0°C en 1957).

Le Mètre 3 C (Danemark) a été comparé, au voisinage de 20°C , à ces deux Mètres I 1 et T 4 au moyen du comparateur photoélectrique. L'intervalle entre le mètre défini à 0°C et le mètre défini à 20°C a été mesuré par

comparaison à la radiation étalon primaire. Les résultats compensés sont donnés dans la colonne A du tableau ci-dessous.

A titre expérimental, le Mètre 3 C avait d'abord été comparé aux Mètres du Bureau T 3 et 19 (ancienne définition du mètre) au moyen des comparateurs équipés de microscopes visuels (comparateurs normal, universel et Bariquand). On avait obtenu, après compensation, les résultats donnés dans la colonne B du tableau suivant :

	A	B
	Comparateur photoélectrique (novembre 1966)	Comparateurs à microscopes visuels (ancienne définition du mètre) (octobre 1965)
3 C (20)	1 m — 1 274 nm à 20 °C	1 m — 1,56 μm à 20 °C
3 C (0)	1 m — 1 577 nm à 0 °C	1 m — 1,84 μm à 0 °C
Intervalle « de 173 μm »	172 397 nm à 20 °C	172,42 μm à 20 °C

Étalons à traits divers (G. Leclerc, F. Lesueur, P. Carré, R. Czerwonka)

Suivant la qualité de la surface divisée et de la gravure des traits des étalons envoyés au Bureau International pour étude, les mesures ont été effectuées en utilisant les comparateurs classiques ou le comparateur photoélectrique.

Parmi les étalons observés avec des microscopes visuels citons :

— Décimètre N° 68 en acier-nickel à 44 % de Ni, appartenant à la Tchécoslovaquie, dont on a redéterminé la longueur totale (0,10 m — 5,93 μm à 0 °C [— 5,7 μm en 1923]) et refait l'étalonnage de tous les traits centimétriques et des traits millimétriques du premier centimètre.

— Règle de 1 m N° 8614 en acier nickelé (machine à mesurer du Bureau International) dont on a effectué l'étalonnage des traits millimétriques des centimètres extrêmes. La longueur de cette règle a été déterminée au comparateur photoélectrique (voir ci-dessous).

— Deux micromètres objectifs sur verre appartenant à la Tchécoslovaquie, constitués chacun par un millimètre divisé en centièmes, l'un fabriqué par Zeiss, l'autre par Reichert, dont on a déterminé la longueur totale.

Les étalons suivants ont été mesurés au moyen du comparateur photoélectrique et interférentiel :

— Règle de 1 m N° 8614 dont la longueur a été déterminée par comparaison à la longueur d'onde étalon primaire, de deux façons : 1° par mesure des intervalles 0-500 et 500-1000; 2° par mesure directe, à titre d'essai, grâce à la monochromatisation interférentielle (voir p. 42) de quatre radiations du krypton 86. On a obtenu les valeurs suivantes à 20 °C :

$$\text{N}^{\circ} 8614 \left\{ \begin{array}{l} = 1 \text{ m} + 1 \,950 \text{ nm par la méthode 1}^{\circ} \\ = 1 \text{ m} + 1 \,850 \text{ nm par la méthode 2}^{\circ}. \end{array} \right.$$

— Décimètre en invar N° 4 (Roumanie). Cette ancienne réglette décimétrique a été retracée par la Société Genevoise en 1965. Nous avons déterminé, par comparaison à la longueur d'onde étalon primaire, la position des traits millimétriques du premier centimètre, des dix traits centimétriques et des subdivisions du millimètre divisé en

dixièmes et situé hors de la division principale. Le trait 10 mm appartenant à deux des groupes de traits ci-dessus, nous avons dû étudier une méthode spéciale de compensation. La division principale étant disposée dissymétriquement par rapport à la réglette et hors du plan des fibres neutres, nous avons choisi de supporter cette réglette en deux points symétriques calculés de façon telle que les tangentes aux fibres neutres à l'aplomb des deux extrémités de la division principale aient des pentes égales. Les résultats obtenus sont les suivants :

Décimètre N° 4 à 20 °C

Division principale (mm)				Millimètre divisé en dixièmes	
Trait	Position	Trait	Position	Trait	Position
0	0	10	+ 308 nm	0	0
1	— 27 nm	20	+ 213	0,1	— 123 nm
2	+ 21	30	+ 375	0,2	— 86
3	— 139	40	+ 381	0,3	— 154
4	— 37	50	+ 392	0,4	— 12
5	+ 195	60	+ 323	0,5	— 43
6	— 53	70	+ 412	0,6	— 104
7	— 83	80	+ 551	0,7	— 179
8	— 72	90	+ 517	0,8	+ 18
9	— 84	100	+ 764	0,9	— 388
10	+ 308			1,0	+ 75

— Réglette de 200 mm en acier nickelé N° 10 663, destinée au manobaromètre interférentiel du Bureau International. Nous avons déterminé, par comparaison à la radiation étalon primaire, la position des traits 50, 100, 150, 190 et 200 mm. (Le trait 190 mm est utilisé pour des mesures de pressions voisines de la pression atmosphérique normale.) Les traits 25, 75, 125 et 175 mm ont été rattachés aux traits 50, 100, 150 et 200 mm au moyen du comparateur photoélectrique sans utilisation des interférences. On a obtenu les résultats suivants :

Réglette N° 10 663 à 20 °C

Trait	Position
0	0
25	— 17 nm
50	+ 196
75	+ 6
100	+ 121
125	+ 416
150	+ 553
175	+ 412
190	+ 476
200	+ 364

— Réglettes de 200 mm Zeiss N°s 711 et 712. Ces réglettes ont des traits constitués par des dépôts métalliques sur verre. Nous avons déterminé la position des traits 100 et 200 mm par comparaison à la radiation étalon primaire; les traits étaient observés par réflexion. En mars et avril 1964 on avait déterminé la position des traits 200 mm par observation visuelle en lumière transmise. Les résultats suivants ont été obtenus (on a indiqué entre parenthèses les résultats des observations visuelles de 1964).

Réglottes N^{os} 711 et 712

Trait (mm)	Position	
	N ^o 711	N ^o 712
0	0	0
100	- 353 nm	- 340 nm
200	- 868 nm (- 0,69 μm)	- 834 nm (- 0,23 μm)

Étalons à bouts

Mesure à la machine à mesurer (F. Lesueur)

Dans le cadre de la collaboration entre laboratoires, nous avons contrôlé la longueur de la cale en acier de 256 mm qui sert d'étalon dans le modèle de condensateur calculable du type Lampard-Thompson en cours d'étude au Laboratoire Central des Industries Électriques.

Mesure interférentielle de calibres (J. Hamon, P. Carré, R. Czerwonka)

Deux calibres en acier ont été mesurés pour l'Autriche et onze pour la Hongrie; parmi ces derniers un calibre de 0,50 m (série N^o 56104) a été mesuré à l'interféromètre de Michelson et au comparateur photoélectrique et interférentiel où l'on a déterminé aussi son coefficient de dilatation entre 19 et 21,2 °C; les résultats à 20 °C sont les suivants :

Calibre de 500 mm (série N^o 56104)

Comparateur photoélectrique (8 mesures) : 0,50 m + 0,910 ± 0,001 μm
 Interféromètre de Michelson (4 mesures) : + 0,982 ± 0,006 μm

L'incertitude indiquée est l'écart-type calculé d'après la dispersion des résultats.

Le coefficient de dilatation linéique a été trouvé égal à + 10,9 × 10⁻⁶ deg⁻¹.

La valeur obtenue à l'interféromètre de Michelson (où l'on calcule l'indice de l'air) est supérieure d'environ 1,5 × 10⁻⁷ en valeur relative à celle obtenue au comparateur photoélectrique (où l'on mesure l'indice). Nous avons déjà fait la même remarque lors d'une mesure antérieure (Rapport 1965, p. 31) et attribué cet écart systématique à la possibilité d'une composition anormale de l'air dans le caisson de l'interféromètre de Michelson.

*Nouvelle mesure du Mètre en silice fondue N^o 53 (J. Hamon, A. I. Kartachev *)*

Cet étalon tubulaire à bouts sphériques appartenant au Deutsches Geodätisches Forschungsinstitut a déjà été mesuré dans le comparateur photoélectrique et interférentiel (Rapport 1965, p. 31). Nous avons fait une nouvelle mesure de cet étalon par une méthode différente.

On mesure la longueur optique d'un étalon de Perot-Fabry (P.F.) de 1 m, puis on y introduit le Mètre en silice et l'on mesure l'épaisseur des lames d'air à chaque extrémité par pointé des anneaux de Newton (*fig. 1*).

La longueur optique de l'étalon P.F. de 1 m est déterminée par la méthode des franges de superposition à partir d'un étalon P.F. de 0,25 m mesuré directement par pointé des anneaux à l'infini.

Une autre méthode a aussi été utilisée : les deux étalons P.F. étant rigoureusement alignés, on éclaire le monochromateur par une lampe à Hg-Cd-Zn à haute pression de luminance élevée et on limite la fente de sortie par un très petit diaphragme circulaire. Le P.F. de 0,25 m joue le rôle de monochromateur interférentiel et l'on observe dans le P.F. de 1 m des anneaux à l'infini que l'on peut pointer avec facilité ⁽¹⁾.

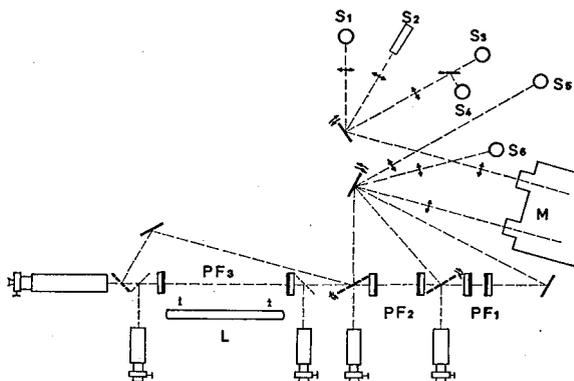


Fig. 1. — Schéma du montage pour la mesure du Mètre en silice fondue N° 53.

L, Mètre en silice fondue; *PF1*, Étalon de Perot-Fabry de 0,125 m (auxiliaire); *PF2*, *PF3*, Étalons de Perot-Fabry de 0,250 m et de 1 m; *S1*, Lampe à krypton 86; *S2*, Laser He-Ne; *S3*, Lampe à Hg-Cd-Zn à haute pression; *S4*, Lampe à mercure 198; *S5*, Source ponctuelle; *S6*, Lampe à ruban de tungstène; *M*, Monochromateur à réseau.

Après avoir été délicatement introduit dans le P.F. de 1 m, le Mètre en silice était soigneusement centré par observation de la concentricité des anneaux de Newton et du bord de l'extrémité B dont le rayon de courbure est de 5 m. On mesurait enfin les anneaux de Newton à chaque extrémité pour déterminer la différence de longueur (environ 360 μm) entre le P.F. et le Mètre en silice.

La mesure complète, comprenant un aller-retour symétrique, durait un peu moins de 2 heures.

Toutes les corrections connues ont été appliquées, en particulier celle tenant compte du fait que lors de la mesure du P.F. de 1 m on détermine sa longueur optique par transmission en utilisant des réflexions air-aluminium sur les miroirs terminaux, tandis que dans la mesure des anneaux de Newton on utilise des réflexions verre-aluminium. Cette correction à ajouter à la longueur du Mètre en silice est de + 0,05 μm .

Nous avons finalement obtenu pour la valeur du Mètre en silice N° 53 à 20 °C et à la pression atmosphérique normale la valeur suivante :

$$\text{N}^{\circ} 53 = 1 \text{ m} + 34,84 \pm 0,03 \mu\text{m},$$

l'incertitude indiquée étant l'écart-type calculé d'après la dispersion des six mesures effectuées.

⁽¹⁾ KARTACHEV (A. I.) et KIRITCHENKÓ (A. P.), La mesure des grandes différences de marche au moyen de la monochromatisation interférentielle. *Comité Consultatif pour la Définition du Mètre*, 3^e session, 1962, p. 163.

Ce résultat est inférieur de $0,23 \mu\text{m}$ à celui qui a été obtenu précédemment dans le comparateur photoélectrique et interférentiel où, semble-t-il, une erreur d'une frange a pu se produire dans la comparaison du Mètre N° 53 à la règle de référence par suite du léger dérèglement de celle-ci lors des réglages optiques fins.

Nous remercions Mr A.I. Kartachev qui, avec une grande amabilité, nous a fait bénéficier de sa longue expérience de ce genre de mesures.

Base et fils géodésiques (G. Girard, F. Lesueur, C. Garreau)

Fils et rubans géodésiques

Depuis septembre 1965, 22 fils ou rubans de longueurs diverses ont été étudiés pour l'Allemagne, l'Australie, la France et la Norvège.

Dépression de l'invar

Les cinq fils de 24 m (deuxième groupe) qui avaient servi à l'étude mentionnée dans le Rapport de 1965 (p. 35) ont été repris pour de nouvelles mesures après avoir séjourné à la température ambiante depuis septembre 1964. Trois d'entre eux (N°s 108, 352 et 489) ont été replacés dans l'étuve maintenue à une température voisine de 44°C . Les deux autres (N°s 754 et 798) ont été placés à l'extérieur, sous abri, où leur température suit les variations journalières.

Nous désirions savoir comment des fils se comporteraient au cours d'un nouveau séjour à une température supérieure à la température ambiante. Les trois fils N°s 108, 352 et 489 ont été mis dans l'étuve le 29 mars 1966 et ont été mesurés toutes les deux semaines. Contre toute attente, on constate d'après le tableau ci-dessous qu'il n'y a cette fois-ci aucun phénomène de dépression, car ces trois fils ont conservé la même longueur alors qu'en 1961, lors de la première étude, leur diminution de longueur avait été importante.

	N° 108	N° 352	N° 489
Variation après 4 mois	1961 — 0,89 mm	— 0,44 mm	— 0,66 mm
dans l'étuve à 44°C	{ 1966 — 0,05	+ 0,02	— 0,04

Aucune interprétation de ces résultats ne peut être faite pour le moment; les mesures sont poursuivies.

Les deux fils mis à l'extérieur n'ont montré jusqu'à maintenant aucune variation de longueur, ce qui est à peu près normal car leur température n'a oscillé qu'entre 10 et 30°C environ.

Interférométrie

Étude de la dissymétrie du profil spectral de quelques radiations du krypton 86 (J. Hamon, P. Carré)

Cette étude a été faite dans l'interféromètre de Michelson maintenu sous vide; la source lumineuse était une lampe à krypton 86 du type Engelhard, utilisée au point triple de l'azote, traversée par un courant de $10,4 \text{ mA}$ et observée en bout du côté anodique; le diamètre intérieur du capillaire était 2 mm ; la densité de courant, par conséquent, était $3,3 \text{ kA/m}^2$. Outre

la radiation étalon 0,605 8 μm , cinq radiations ont été étudiées : 0,645 8, 0,565 1, 0,557 2, 0,556 4 et 0,450 4 μm .

On a mesuré la visibilité et comparé la phase des interférences de ces six radiations.

a. Visibilité

La précision absolue sur les valeurs moyennes des visibilités est de 0,001 à 0,002 à chacune des différences de marche. La figure 2 et le tableau I représentent les résultats de la mesure de $|V|$, module de la visibilité complexe, qui est, comme on sait, la transformée de Fourier du profil spectral.

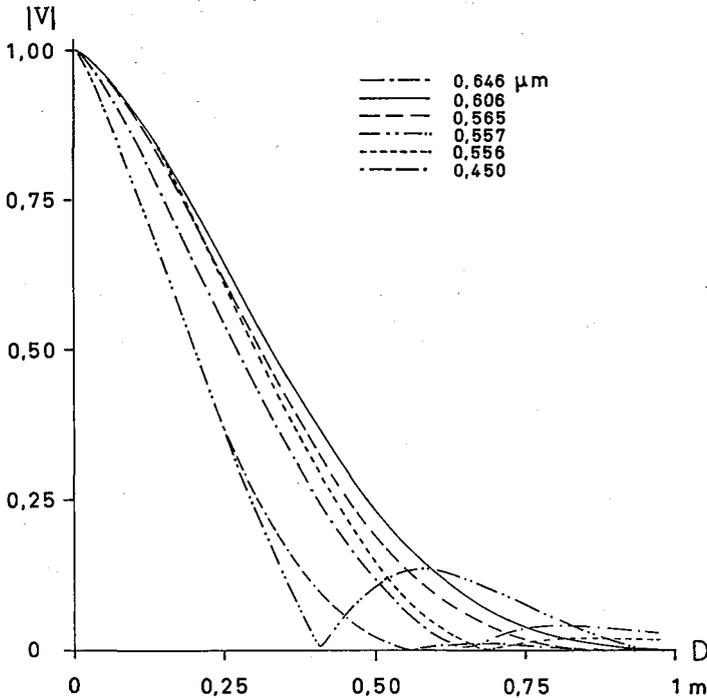


Fig. 2. — Module de la visibilité complexe ($|V|$), en fonction de la différence de marche D , de six radiations du krypton 86.

TABLEAU I

Valeurs mesurées des visibilités en fonction de la différence de marche D

D	0,646 μm	0,606 μm	0,565 μm	0,557 μm	0,556 μm	0,450 μm
0,125 m	0,805	0,863	0,853	0,714	0,862	0,705
250	544	644	617	367	612	371
375	302	421	381	072	354	137
500	116	232	189	102	146	021
562 5	048	160	121	136	071	< 0,001
625	015	109	076	128	029	009
750	037	037	017	079	017	009
875	034	009	< 0,001	022	019	< 0,001
933	031	002	004	003	017	

Seule la radiation étalon ne présente aucun signe de renversement; la radiation 0,565 μm semble se renverser vers 875 mm de différence de marche. Les quatre autres radiations ont une visibilité qui décroît, s'annule presque, puis croît vers un maximum avant de tendre vers zéro, montrant ainsi une auto-absorption. Sur la figure 3 est représentée, à une plus grande échelle, la variation de visibilité aux alentours du minimum.

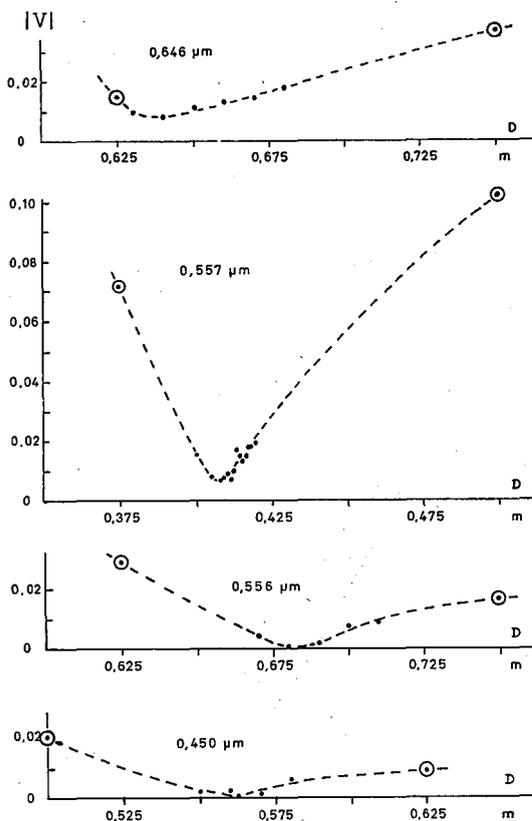


Fig. 3. — Variation de $|V|$ (fig. 2) au voisinage du minimum.

b. Phase

Une différence d'une unité, ou d'une frange, sur l'ordre d'interférence correspond à une différence de phase $\varphi = 2\pi$ de la visibilité complexe. Dans ces mesures, les écarts quadratiques moyens des pointés sont de l'ordre de 0,001 frange, sauf lorsque la visibilité est inférieure à 0,01 où ils peuvent atteindre alors 0,01 frange.

Aux sept différences de marche 125, 250, 375, 500, 562, 5, 625 et 750 mm, on a mesuré l'ordre d'interférence des six radiations par la méthode des coïncidences. La radiation de référence était la radiation étalon primaire, dont les ordres d'interférence ont été corrigés des décalages dus à la dissymétrie de son profil spectral ⁽²⁾. Par comparaison à cette échelle corrigée, les

⁽²⁾ ROWLEY (W. R. C.) et HAMON (J.), *Rev. Opt.*, **42**, 1963, p. 519.

ordres d'interférence des cinq radiations ne sont proportionnels aux différences de marche qu'avec des écarts ϵ_D reportés au tableau II et représentés sur la figure 4.

TABLEAU II

Valeurs mesurées de ϵ_D en fonction de la différence de marche D
(unité : 0,000 1 frange)

D	0,646 μm	0,565 μm	0,557 μm	0,556 μm	0,450 μm
0,125 m	+ 13	— 25	— 51	— 46	— 25
250	+ 32	— 44	— 80	— 54	— 30
375	+ 90	— 34	— 73	— 80	0
500	+ 242	+ 28	+ 4 786	— 65	+ 131
562 5	+ 451	+ 52	+ 4 796	— 31	($V \approx 0$)
625	+ 1 295	+ 95	+ 4 818	+ 61	+ 4 773
750	+ 5 091	+ 179	+ 4 841	+ 4 976	+ 4 945

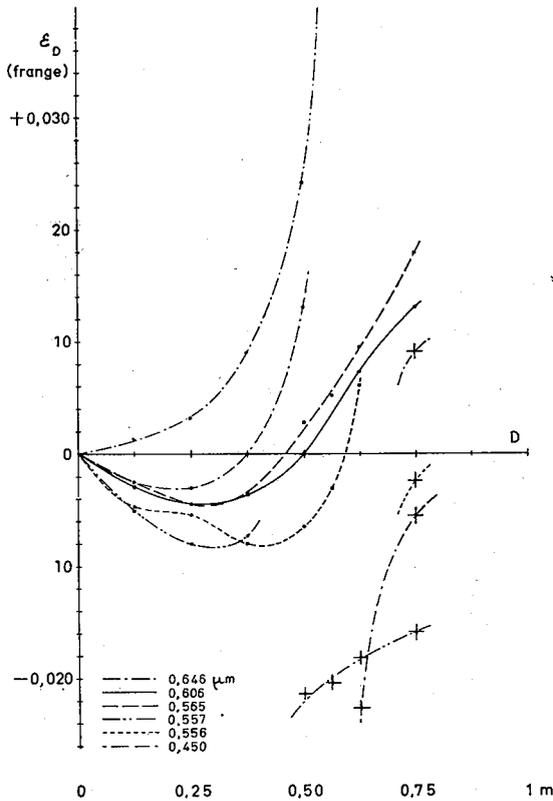


Fig. 4. — Écarts de phase ϵ_D , en fonction de la différence de marche D , de six radiations du krypton 86.

Les résultats représentés par une croix (+), obtenus après renversement de la raie, ont été décalés de 0,5 frange sur l'échelle des ordonnées pour rester dans les limites de la figure.

Les longueurs d'onde que l'on a admises dans cette représentation sont les suivantes :

0,645 807 20	μm (C.C.D.M.)	0,557 183 50	μm
0,605 780 208		0,556 376 90	
0,565 112 86	(C.C.D.M.)	0,450 361 62	(C.C.D.M.)

La figure 5 représente les mêmes résultats, mais les ε_D ont été recalculés avec un petit changement de la longueur d'onde admise, choisi de façon à obtenir des courbes représentatives qui soient tangentes à l'axe des abscisses à l'origine.

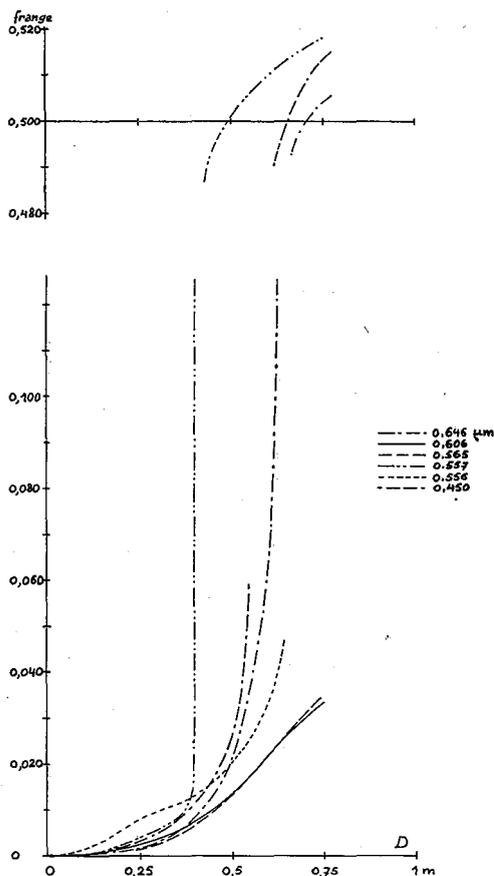


Fig. 5. — Mêmes résultats qu'à la figure 4 après avoir recalculé les ε_D pour obtenir des courbes qui soient tangentes à l'axe des abscisses à l'origine.

c. Profil

Les écarts ε_D mesurent l'argument φ de la visibilité complexe. Les valeurs ainsi mesurées de φ et de $|V|$ permettent de calculer le profil spectral par la transformation de Fourier

$$f(x) = \int_{-\infty}^{+\infty} |V| e^{i\varphi} \cdot e^{-iDx} dD.$$

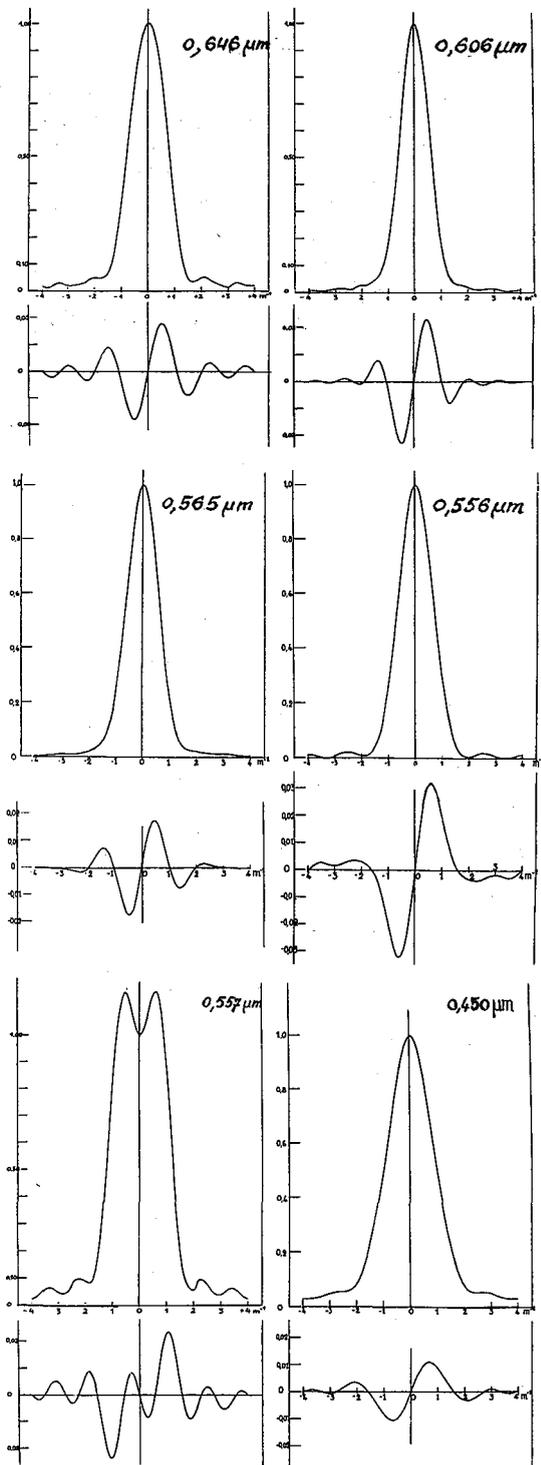


Fig. 6, 7, 8. — Profil spectral de six radiations du krypton 86.

Le calcul fait avec les valeurs ϵ_p de la figure 5 a fourni les profils spectraux représentés aux figures 6, 7 et 8. Pour rendre apparente la très faible dissymétrie on a représenté aussi, avec une échelle d'ordonnée dilatée dix fois, la partie impaire de la fonction profil calculée.

On trouve pour ces cinq radiations une dissymétrie analogue à celle de la radiation étalon dont la cause reste d'ailleurs ignorée.

Ces études précédentes ont fait l'objet d'un exposé au « Colloque sur les méthodes nouvelles de spectroscopie instrumentale », Orsay, août 1966, (voir *J. Physique*, **28**, 1967, supplément au N° 3-4, pp. C2-3 à C2-10).

Monochromatisation interférentielle (J. Hamon, P. Carré, A. I. Kartachev *)

Profitant de la présence et des conseils de Mr A. I. Kartachev, nous avons fait quelques essais, avec des appareillages existants, de monochromatisation interférentielle dans le but d'utiliser ultérieurement cette méthode pour la mesure d'étalons de 1 mètre. Utilisant comme filtre interférentiel un étalon de Perot-Fabry d'environ 0,1 m à miroirs plans anciennement recouverts de couches diélectriques calculées pour la radiation 0,606 μm du krypton, nous l'avons équipé de cales en céramique piézoélectrique et nous avons pu observer, dans le comparateur photoélectrique et interférentiel, des franges produites à une différence de marche de 1 m avec la radiation étalon primaire du krypton 86. La visibilité était voisine de 0,4. Nous avons l'intention d'améliorer cette méthode par l'utilisation d'étalons de Perot-Fabry sphériques; elle permettrait plus de sécurité dans les pointés de franges aux grandes différences de marche ⁽³⁾.

Réglage des miroirs d'un trièdre (J. Hamon, G. F. Abouzakhm*)

Pour la mesure absolue de g , on demande que les miroirs du trièdre mobile soient orthogonaux avec une précision telle que le trièdre n'introduise pas un défaut de « parallélisme » supérieur à 0,1 frange sur le diamètre de 12 mm du faisceau utilisé, quel que soit l'ordre des réflexions sur les trois miroirs. Différents montages optiques ont été essayés en utilisant soit une source classique, soit un laser. L'expérience a montré qu'il faudra vérifier, après quelques chutes, que le réglage des miroirs n'est pas détérioré.

Laser stabilisé (P. Carré)

En octobre 1965 le N.R.C. d'Ottawa nous a fait parvenir un laser hélium-néon à miroirs internes et excitation en courant continu. Ce type de laser doit permettre d'obtenir une radiation dont la longueur d'onde dans le vide soit stable à $\pm 10^{-8}$ près si on stabilise la température à $\pm 10^{-2}$ deg. Nous avons entrepris la construction d'une cuve à température stabilisée électriquement. Les premiers essais récemment effectués ont été satisfaisants. Si la stabilité souhaitée est obtenue, nous comptons expérimenter des méthodes de mesure de déplacements par comptage de franges.

⁽³⁾ Comité Consultatif pour la Définition du Mètre, 3^e Session, 1962, p. 157 et p. 163.

Matériel

Notre évaporateur sous vide étant utilisé en permanence par la section des radiations ionisantes pour la préparation des sources, nous avons acheté un nouvel appareil Edwards du même type destiné uniquement aux dépôts de couches réfléchissantes sur les pièces optiques.

Masses (G. Girard)

Balances Ruetprecht N° 1 et N° 2

Pour tenter d'éliminer le gradient de température à l'intérieur de la balance Ruetprecht N° 1 (portée 1 kg) on l'a entourée de panneaux isolants en polystyrène expansé dont les faces internes sont revêtues d'une feuille d'aluminium. Aucune vérification de l'efficacité de cette protection thermique n'a encore été faite.

La balance Ruetprecht N° 2 (portée 200 g) est revenue (fin novembre 1965) de chez son constructeur à Vienne (Autriche) où elle a subi des modifications et une remise en état générale.

Le déclenchement du fléau a été modifié. Le couteau central posait le premier sur son plan puis les étriers venaient au contact de leur couteau respectif, ce qui avait pour conséquence un entraînement du fléau dans un sens ou dans un autre. Maintenant les étriers se posent d'abord, puis le couteau central.

Les couteaux du fléau et des suspensions des plateaux ont été polis et rectifiés, tandis que le miroir a été changé. Toutes les pièces de la balance ont été redorées ou nickelées. La cage de la balance a été restaurée.

Un système de dépôt de surcharges pour déterminer la sensibilité de la balance a été installé. Auparavant, on était obligé d'ouvrir la cage de la balance pour y déposer une petite surcharge afin de déterminer la valeur d'une division de l'échelle servant à repérer les élongations maximales des oscillations. Maintenant, un dispositif fixé extérieurement sur chaque face latérale de la cage de la balance permet de déposer des surcharges annulaires sur un bras horizontal de la suspension de chaque plateau. La surcharge réelle (0,5 mg) appliquée à la balance est en réalité la différence entre deux cavaliers déposés l'un à gauche et l'autre à droite; un jeu de masses est prévu pour surcharger à gauche et un autre à droite. Les deux dispositifs ont été couplés à l'atelier du Bureau par un système à crémaillère prenant appui sur la cage de la balance. La commande à distance se fait par une tige d'environ 4 m comme pour les autres mouvements et, côté balance, par un renvoi à poulies et rubans.

Des pesées effectuées sous différentes charges ont montré un bien meilleur fonctionnement, une plus grande sensibilité et une fidélité accrue de cette balance.

Études courantes

Série de masses de 500 à 1 mg en platine (Tchécoslovaquie);
Kilogrammes en Nicral D N° 63 (Népal) et N° 10 (Autriche).

Gravimétrie (A. Sakuma, J.-M. Chartier, M. Duhamel *)

Détermination absolue de g

État actuel. — La mesure de g n'est pas encore commencée, bien que nous ayons poursuivi la mise au point des installations avec un renforcement du

personnel. La principale raison qui avait ralenti l'avancement de notre projet était la difficulté technique de détection de la frange achromatique qui apparaît quatre fois, tous les deux dixièmes de seconde environ, lors du lancement du trièdre dans le vide. Mais, après plusieurs mois d'études, nous avons réussi à détecter ces franges de façon satisfaisante. Par conséquent, nous pensons qu'une série de mesures préliminaires sera faite dans un proche avenir.

Source lumineuse. — La figure 9 est le schéma de la source lumineuse définitivement choisie pour être employée dans notre interféromètre de

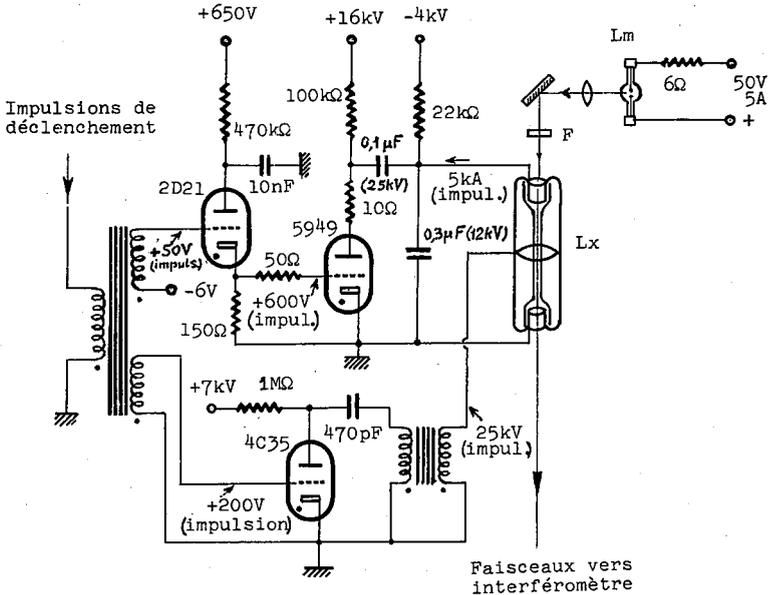


Fig. 9. — Source lumineuse et circuit de déclenchement.

Lm, Lampe à mercure Osram HBO 100 W/2; *Lx*, Lampe à décharge au xénon; *F*, Filtre vert.

Michelson. Une lampe à éclairs (xénon, pression: 5×10^3 N/m², diamètre du canal: 5 mm, tension de claquage: 5 kV) est amorcée simultanément par deux moyens:

1° amorçage direct au moyen d'une surtension (-7 kV) appliquée entre deux électrodes de la lampe. Cette surtension est due au fort courant de décharge d'un condensateur au moment de l'amorçage d'un thyatron à hydrogène à grande puissance (type 5949, Philips);

2° amorçage indirect au moyen d'une impulsion de haute tension (25 kV environ) appliquée sur les parois extérieures de la lampe. Ce dispositif à double « amorçage » possède les avantages suivants:

a. le flux lumineux peut atteindre à son maximum environ 1 Glm avec une puissance de 30 MW (limitée par la possibilité d'explosion de la lampe) pendant une durée de $1 \mu\text{s}$ environ;

b. le temps de retard de ce maximum peut être diminué jusqu'à $2,0 \mu\text{s}$ (dont $0,5 \mu\text{s}$ pour le temps d'ionisation des thytrons);

c. en cas d'amorçages périodiques, il y a une excellente reproductibilité de la forme des éclairs en fonction du temps et de la forme du plasma, ce qui est très important pour notre mesure et n'avait pu être parfaitement réalisé avec un amorçage par des moyens ordinaires.

Synchronisation des franges achromatiques et du maximum des éclairs. — Bien que l'intensité lumineuse du faisceau vert de la lampe à mercure *Lm* (fig. 9) n'atteigne qu'environ 1×10^{-4} fois celle de l'éclair de la lampe *Lx* il est possible, avec un préamplificateur sélectif à deux voies, de prédétecter l'approche du sommet du trièdre des stations à une distance de 20 μm environ. Ainsi notre méthode permettrait de réaliser cette synchronisation des franges et de l'éclair avec 0,2 cm^2 de surface utile du trièdre et pour une vitesse de 10 m/s, qui est celle d'un corps après 5 m de chute libre.

Chronographe électronique. — Le chronographe numérique à action de comptage alterné (Rapport 1962, p. 57; Brevet U.S.A. N° 3296525) qui avait été construit en 1960, a été remis en état, et la fiabilité des commutations de la porte électronique a été à nouveau confirmée par plusieurs moyens.

Un oscilloscope à deux faisceaux (Fairchild type 777) a été acheté en vue de la mesure de la partie fractionnaire du temps exprimé en 10^{-7} s; la linéarité du balayage et les fluctuations des points de départ des spots lumineux sur le tube cathodique ont été étalonnées.

Nous remercions le Bureau International de l'Heure pour le prêt d'un oscillateur à quartz Sulzer Laboratories Inc., 5 MHz, stabilité journalière: 3×10^{-11} .

Notre chronographe atteindra ainsi une résolution meilleure que 1 ns.

Séquenceur. — La durée de chaque mesure de *g* n'atteint qu'une seconde, cependant une quarantaine d'appareils, dont douze sont mobiles (catapulte, trièdre, frein du trièdre, masque pivotant, caméra coulissante, obturateurs, etc.), doivent fonctionner avec une bonne synchronisation. Un séquenceur a été mis au point au cours de cette année. Pour commencer chaque mesure, il suffit qu'un observateur presse un bouton en choisissant le meilleur moment en ce qui concerne la tranquillité du sol.

Table stabilisée. — Une table stabilisée par une méthode de contre-réaction utilisant des éléments piézo-électriques a été réalisée. Le facteur d'affaiblissement des microséismes (entre 1 Hz et 50 Hz) est environ 10, et cette limite est due actuellement à une résonance de la table à une fréquence d'environ 100 Hz. Avec un filtre électrique on espère que ce facteur d'atténuation pourra être amélioré.

Un prototype de microsismomètre interférentiel destiné à la détection de l'agitation microsismique résiduelle de la table est en cours d'étude. La réalisation de cet appareil est très délicate. En particulier il est nécessaire de protéger le microsismomètre contre les vibrations sonores extérieures.

Matériel. — Les principaux appareils acquis ou construits au cours de cette année sont les suivants :

— un oscilloscope à deux faisceaux, Fairchild (États-Unis d'Amérique) type 777, bande passante 100 MHz et ses préamplificateurs;

— un voltmètre numérique, Solartron (Grande-Bretagne) type LM 1440-2, résolution $\pm 10 \mu\text{V}$, destiné principalement aux contrôles des tensions appliquées sur des pièces piézoélectriques et aux autres mesures électriques;

— un galvanomètre électronique « Micromultimeter » Cohu (États-Unis) type 208 R, sensibilité 2 fA (par chute de tension), 2 pA (mesure directe du courant), destiné à la mesure des courants très faibles par exemple les courants photoélectriques, et aux mesures des charges électrostatiques;

— un photomultiplicateur rapide, Radiotechnique (France) type XP 1021, temps de montée du courant anodique $< 1,8 \text{ ns}$, impédance de sortie 50Ω ;

— une alimentation stabilisée de photomultiplicateur, C.R.C. (France) type ALS 30, $\pm 3 \text{ kV}$, 10 mA max. ;

— une pompe à vide rotative, Sud-Aviation (France) type 4 B 15, débit $1 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$;

— neuf alimentations stabilisées à courant continu: une de Tektronix (États-Unis) type 122, de faible ondulation résiduelle, deux de la General Radio (États-Unis) types 1209 CQ 18 et 1267 AQ 18, et six qui ont été fabriquées à l'atelier d'électronique du Bureau;

— quatre thyratrons à hydrogène et des condensateurs à très haute tension (25 kV);

— douze lampes à mercure super haute pression sélectionnées, Osram (Allemagne) type HBO 100 W/2, et quatre lampes à éclair (fabrication spéciale) de la Verrerie Scientifique (France).

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

Thermométrie

Thermomètres à mercure (G. Girard)

Comparaison des thermomètres étalons à mercure du Bureau à un thermomètre à résistance de platine. — A l'occasion d'études de thermomètres pour des laboratoires nationaux, nous avons installé dans notre cuve à comparaison le thermomètre à résistance de platine R 13 qui avait participé de 1953 à 1959 à une comparaison internationale. Des comparaisons ont été effectuées de 10 en 10 degrés entre le thermomètre R 13 et nos thermomètres étalons à mercure. Il ressort de cette étude que l'échelle de température conservée au Bureau International par les deux thermomètres étalons Nos 123 B et 124 B entre 0 et $50 \text{ }^\circ\text{C}$ et par les thermomètres Nos 180 et 181 entre 50 et $100 \text{ }^\circ\text{C}$, est en bon accord avec l'Échelle Internationale Pratique de Température. De telles comparaisons devront être refaites quand le Bureau disposera de thermomètres à résistance de platine de conception moderne et qu'il pourra les étalonner.

Thermomètres en quartz fondu. — Six thermomètres à mercure en quartz fondu que le Bureau International avait en réserve ont été étudiés. L'un d'eux a été affecté au manomètre interférentiel. Une étude complète est en cours sur d'autres thermomètres en quartz couvrant l'intervalle $0\text{-}100 \text{ }^\circ\text{C}$.

Si ces instruments sont satisfaisants, on espère pouvoir déterminer la différence de marche entre l'échelle du thermomètre à mercure en quartz et l'Échelle Internationale Pratique de Température.

Études courantes. — Quatre thermomètres du type « à chemise » appartenant à une société belge;

quatre thermomètres Prolabo N^{os} 126 à 129 (Pologne) et trois thermomètres S.U.C.R.P. N^{os} 165, 167 et 168 (Tchécoslovaquie);

trois thermomètres Prolabo à échelle réduite, N^{os} 71 à 73, destinés à accompagner des manobarmètres interférentiels (Jaeger, Paris); l'un de ces thermomètres est prévu pour notre manobarmètre.

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

Les expériences préliminaires en vue de la détermination de la température thermodynamique du point de l'or par la méthode pyrométrique se déroulent d'une façon satisfaisante. Nos travaux ont été facilités par la remise du mécanisme de transfert des fours utilisé au N.P.L. et nous exprimons nos remerciements à ce laboratoire. Deux fours ont été construits à l'atelier du Bureau et leur comportement est excellent. L'uniformité de température de l'enceinte du corps noir est semblable à ce qui fut réalisé au N.P.L. L'inconvénient d'un chauffage excessif des parois de la région où sort le rayonnement a pu être évité.

On a commandé trois filtres interférentiels, dont deux sont déjà livrés. Avec un de ces filtres (transmission maximale 25 %, largeur de bande à mi-hauteur 15 nm) et des pièces d'optique de fortune, on a fait un essai de sensibilité et il semble qu'il soit nécessaire d'améliorer cette sensibilité d'un facteur deux pour avoir une précision de 0,1 deg à 630 °C. Cela ne doit pas présenter de difficulté, et on a prévu notamment l'utilisation d'un filtre d'une meilleure transmission et d'un galvanomètre amplificateur avec possibilité d'enregistrement pour faire une intégration sur un temps suffisant de façon à réduire l'effet de bruit de fond sur les mesures.

Le tableau III donne quelques indications sur les caractéristiques des mesures faites au N.P.L. et à l'Université d'Utrecht et sur celles prévues au B.I.P.M.

Fours à grande uniformité de température (J. A. Hall)

Une enceinte maintenue à une température constante et uniforme est absolument nécessaire pour tout étalonnage thermométrique. Un projet d'une telle enceinte a été établi. Le principe consiste à utiliser cinq cylindres métalliques, placés bout à bout et chauffés indépendamment. Six fours ont été construits selon ce projet : un pour la comparaison des thermocouples étalons avec le thermomètre à résistance de platine à 630,5 °C, trois pour les déterminations des points de congélation du zinc, de l'argent et de l'or, et deux pour les corps noirs nécessaires pour l'étude de l'échelle pyrométrique entre 630,5 et 1 063 °C. Dans le four comparateur, le bloc central a 30 cm de longueur, dont 23 cm présentent des écarts s'échelonnant sur 0,13 deg à une température de 630 °C.

On obtient une uniformité comparable dans les fours à corps noir sur toute la longueur de l'enceinte à n'importe quelle température jusqu'à 1 063 °C.

TABLEAU III

	N.P.L.	Utrecht	F.I.P.M.
Géométrie du corps noir :			
Forme	sphère	cylindre	cylindre
Dimensions	$d = 115 \text{ mm}$	$h = 20 \text{ mm}, d = 15 \text{ mm}$	$h = 90 \text{ mm}, d = 70 \text{ mm}$
Ouverture	$20 \times 5 \text{ mm}$	$4 \times 3 \text{ mm}$	$d = 10 \text{ mm}$
Rapport surface totale/ouverture	*420	*110	*700 ⁽¹⁾ environ
Uniformité de température du corps noir.	0,1 deg	< 0,2 deg	0,1 deg
Longueur d'onde	*2,02 à 4,04 μm	0,96 à 1,03 μm	1 μm environ
Méthode d'isolement de la longueur d'onde	{ Monochromateur double à prisme et réseau	Monochromateur double à prismes	Filtres interférentiels
Largeur de la bande passante (à mi-hauteur)	2 à 5 nm	*58 à 68 nm	< 15 nm
Récepteur	* Cellule photoconductive (PbTe)	Cellule photoélectrique à vide (Ag-O-Cs)	Cellule photoélectrique à vide (Ag-O-Cs) type Gillod-Boutry ou photomultiplicateur.
Schéma d'observation.....	{ Deux fours observés alternativement.	* Un seul four observé à deux températures, à des jours successifs.	Deux fours observés alternativement.
Méthode de mesure.....	{ * Équilibrage des deux sources par la méthode de sommation. Rayonnement haché (« chopped ») à 800 Hz.	* Rayonnement haché (« chopped ») équilibré par une f.é.m. alternative de référence en se servant aussi d'un filtre absorbant étalonné.	* a. Équilibrage des deux sources par la méthode de sommation. b. Comparaison directe des courants continus provenant de la cellule photoélectrique.

Les caractéristiques précédées de * présentent des différences importantes d'un laboratoire à l'autre.

(¹) Aire de la surface augmentée par des rainures; sans rainures, le rapport serait de 300.

Coefficient de dilatation de la silice vitreuse

En tenant compte des résultats déjà obtenus par les recherches du N.R.C. (Ottawa), recherches qui sont encore en cours et vont durer assez longtemps, il ne paraît pas utile de poursuivre le programme prévu au B.I.P.M. et à l'Institut d'Optique. Une collaboration du N.R.C. et de l'Institut d'Optique est maintenant prévue.

Cellules à point triple de l'eau (G. Leclerc)

Six cellules ont été préparées dans des ampoules de formes légèrement différentes, adaptées aux usages auxquels on les destine (thermomètres à résistance et à mercure, établissement de la température de définition des étalons de résistance en métal pur).

L'eau pure nécessaire au remplissage de ces cellules est obtenue dans un appareil en quartz à évaporation sans ébullition (Quartex, Paris) et dans un appareil en pyrex (Prolabo, Paris) permettant d'effectuer une purification par congélation.

Manométrie

Manobaromètre interférentiel (J. Bonhoure)

Cet appareil (fig. 10 et 11), construit d'après le principe décrit dans *Rev. Opt.*, **38**, 1959, p. 29, est maintenant terminé et son fonctionnement donne entière satisfaction. Il a déjà permis le contrôle, à titre expérimental, d'un manomètre à mercure et d'une balance de pression appartenant à des fabricants de l'industrie privée.

Au cours des douze derniers mois, on a procédé à la finition de l'appareil : réalisation et montage des thermocouples, choix de la viscosité de l'huile aux silicones pour l'amortissement de la suspension élastique, établissement des canalisations de liaison avec les réservoirs-ballasts et la chaudière à vapeur d'eau, montage des pompes à vide, etc. Ensuite on a effectué les réglages nécessaires et divers étalonnages. Le réglage de l'interféromètre, qui reste le plus important, a été effectué en collaboration avec J. Hamon. On a finalement effectué une série d'essais qui peuvent être résumés comme suit :

1° *Stabilité de la console.* — Il est absolument indispensable que la lame séparatrice et le miroir supérieur de renvoi de l'interféromètre restent rigoureusement parallèles pour que les franges d'interférence existent; dans ce but, ces deux pièces optiques ont été fixées sur une console massive, spécialement étudiée pour assurer une très grande rigidité. Le bon contraste des franges, qui est resté égal à lui-même depuis le réglage initial du parallélisme, montre que la console-support est parfaitement stable dans le temps; le réglage du parallélisme est en outre insensible à la température, puisque des variations de plusieurs degrés n'altèrent pas non plus la qualité des franges.

2° *Suspension antivibratoire.* — Le manobaromètre comporte une suspension antivibratoire des chambres à mercure. Or, pour des raisons qui ne concernent pas le manobaromètre, il se trouve que l'appareil prototype tout entier est installé sur une plate-forme, elle-même suspendue élastiquement.

Cette mise en série de deux suspensions antivibratoires n'est pas forcément souhaitable; elle présente même quelques inconvénients qui, heureusement, restent mineurs. En particulier, l'inclinaison possible de la plate-forme d'un angle α entraîne une erreur en $l \cdot \text{tg } \alpha$ (l étant la distance, constante, entre

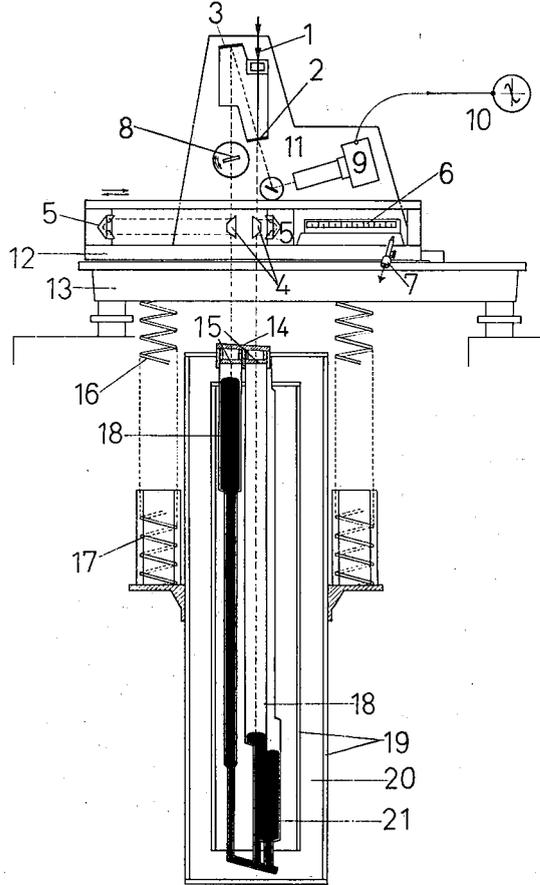


Fig. 10. — Schéma du manobaromètre interférentiel.

1, Faisceau de lumière blanche; 2, lame séparatrice; 3, Miroir de renvoi; 4, Dièdres; 5, Trièdre; 6, Règle divisée; 7, Microscope; 8, lame compensatrice; 9, Photomultiplicateur; 10, Oscilloscope cathodique; 11, Console; 12, Chariot; 13, Bâti-support; 14, Glace de protection; 15, Glaces de fermeture; 16, Ressort de suspension; 17, Amortisseur annulaire à huile; 18, Chambre de mesure; 19, Enveloppes d'aluminium; 20, Isolant thermique; 21, Chambres-réservoirs.

les deux faisceaux lumineux) sur chacune des deux lectures dont la différence fixe la hauteur manométrique h ; cette erreur de premier ordre s'élimine, si l'on est certain que les deux lectures correspondent à une même position de la plate-forme. Il existe également une erreur de second ordre $h \cdot \cos^{-1} \alpha$, toujours négligeable; une inclinaison importante de la plate-forme n'est en effet pas concevable, et d'ailleurs les faisceaux lumineux

réfléchis sur les surfaces de mercure ne pourraient plus alors passer dans les canaux qui leur sont réservés et atteindre la lame séparatrice.

En fait, il est possible de bloquer la plate-forme et d'utiliser le manobaromètre avec la seule suspension propre aux chambres à mercure. On constate alors que cette suspension permet une observation aisée des franges, en atténuant suffisamment les oscillations verticales, ainsi que les oscillations autour d'un axe horizontal passant par le plan d'accrochage des chambres (plan contenant le centre de gravité); l'amortissement reste rapide. Le seul mouvement lent à amortir est le mouvement pendulaire des chambres qui, en pratique, n'existe que lorsque la plate-forme est libre.

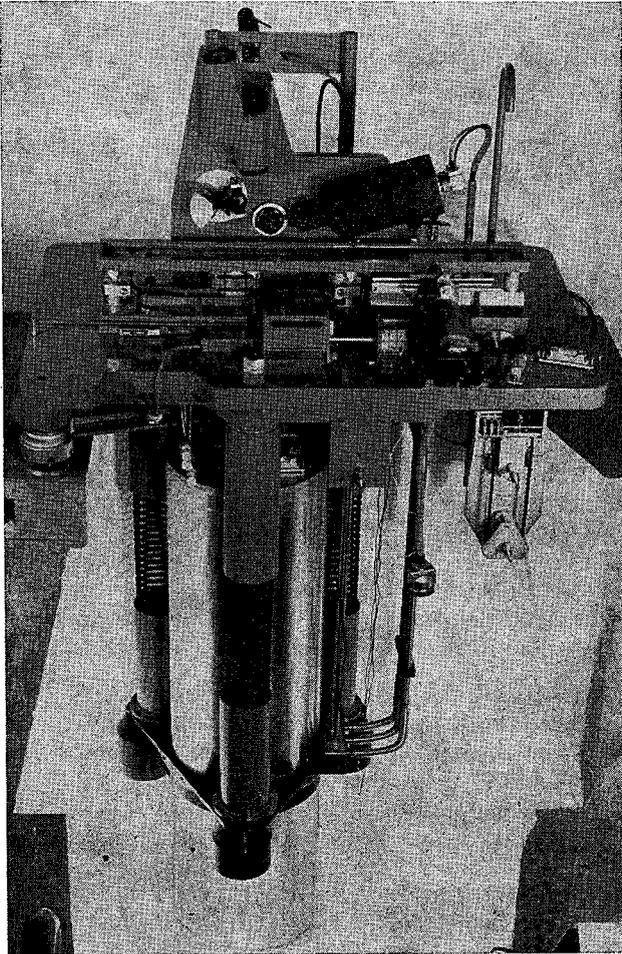


Fig. 11. — Vue d'ensemble du manobaromètre interférentiel.

Cette plate-forme suspendue présente pourtant un avantage; la lecture à pression nulle qui constitue le « zéro » de l'appareil, peut être faite en

dehors des chambres manométriques sur un bain épais de mercure; l'« assiette » de Danjon n'est plus alors indispensable.

3° *Vide limite.* — Le groupe de pompage, constitué d'une pompe primaire et d'une pompe à diffusion de mercure, est prévu pour fonctionner de façon continue au cours des mesures manométriques, en vue d'entretenir dans la chambre à vide une pression voisine de la tension de vapeur du mercure. La jauge de Pirani, située à 1 m de la chambre et corrigée pour tenir compte des pertes de charge dans la canalisation, montre que la pression limite est de $0,4 \text{ N.m}^{-2}$ environ, après plusieurs heures de pompage.

Ce temps de pompage, de durée élevée, provient essentiellement des faibles sections de la chambre et de la canalisation du manomètre auxiliaire.

4° *Étalonnage et température de la règle.* — La règle, tracée sur 200 mm, comporte 401 traits. Il n'a pas été possible de vérifier la position de chacun d'eux par rapport à sa position nominale, mais l'étude déjà effectuée indique qu'on peut négliger la correction d'étalonnage propre à chaque trait et appliquer une correction proportionnelle à la graduation; on a ainsi, si on le désire, la faculté d'incorporer cette correction à la correction de dilatation.

Le repérage de la température de la règle avec un thermocouple, à 0,1 degré près, ne pose aucun problème.

5° *Uniformité de température du mercure.* — On désire connaître la température du mercure à 0,01 degré près, et avoir une uniformité de température du même ordre. Les trois thermocouples cuivre-constantan qui fournissent les écarts de température entre trois points de la colonne de mercure et le bloc de cuivre isolé thermiquement, ont montré que l'uniformité recherchée était atteinte même dans des conditions de climatisation de la salle très défectueuses.

La marche de température du mercure, difficile à mesurer avec précision, ne semble pas devoir excéder 0,01 à 0,02 degré par heure, pour une différence de 1 degré entre la température du mercure et celle de l'air calme entourant l'enveloppe protectrice extérieure des chambres manométriques.

Le thermomètre à mercure, dont le réservoir est introduit dans une cavité cylindrique de diamètre juste suffisant du bloc de cuivre, est étalonné entre 18 et 22 °C; la lecture de sa graduation à 0,01 degré près est aisée avec une lunette.

6° *Température de l'azote.* — Pour éviter toute souillure du mercure (par l'humidité de l'air atmosphérique en particulier), la chambre de mesure est en communication avec un réservoir d'azote où l'on établit la pression à mesurer. Les variations de la température de l'azote, la dilatation du réservoir métallique et sa déformation en fonction de la pression atmosphérique qui l'entoure sont susceptibles d'entraîner une dérive continue de la pression établie; cependant, avec un bon isolement thermique du réservoir, le phénomène, qui se traduit par un défilement des franges sur l'oscilloscope, reste de faible importance.

7° *Stabilité du zéro.* — Il serait intéressant que la lecture à pression nulle, le « zéro » du manobaromètre, soit une constante de l'appareil. Les observations montrent qu'il n'en est pas tout à fait ainsi et que les déformations dues aux dilatations (celle de la règle et celle du chariot en particulier)

entraînent de petits déplacements du zéro; les valeurs extrêmes observées jusqu'à maintenant correspondent à un changement de $3\ \mu\text{m}$ sur la hauteur manométrique.

Pour les mesures de la plus haute précision, il reste donc nécessaire de contrôler le zéro avant et après chaque série de mesures.

8° *Surface de référence du zéro.* — La faculté de vérifier le zéro du manobaromètre sur une surface de référence unique extérieure aux chambres manométriques, n'est valable que si les glaces de fermeture des tubes et la glace de l'enveloppe protectrice offrent aux deux faisceaux lumineux qui doivent interférer des épaisseurs à traverser rigoureusement égales.

Ce n'est cependant pas le cas, probablement par suite d'une certaine inclinaison relative des deux glaces; il existe en effet une différence systématique entre le zéro déterminé d'une part sur les chambres manométriques et d'autre part sur une surface de référence extérieure (bain de mercure épais). Cette différence correspond à une variation de $2,3\ \mu\text{m}$ sur la hauteur manométrique.

9° *Déplacement du chariot.* — La recherche des franges d'interférence nécessite un déplacement très lent du chariot; il faut aussi que ce déplacement soit régulier pour permettre le centrage des franges sur l'écran de l'oscilloscope; et il faut encore que les forces qui s'opposent au mouvement du chariot sur son chemin de roulement soient suffisamment faibles pour que le chariot conserve la position choisie quand on lâche la commande de déplacement. Toutes ces conditions sont remplies et avec un train de franges d'une longueur, exprimée en hauteur manométrique, de $2\ \mu\text{m}$ environ, il n'existe aucune difficulté de centrage à mieux que $1\ \mu\text{m}$.

La position du chariot est connue par pointé au micromètre du trait de la règle le plus proche du centre du champ du microscope; placer un trait, d'une largeur de $5\ \mu\text{m}$ environ, symétriquement entre deux fils distants de $10\ \mu\text{m}$ et avec une incertitude inférieure à $0,25\ \mu\text{m}$ oblige généralement à prendre la moyenne d'au moins deux lectures; le numéro d'ordre du trait est repéré sur un compteur.

10° *Précision des mesures.* — Outre les diverses corrections déjà considérées, il y a lieu d'appliquer aux lectures une correction d'indice de réfraction pour tenir compte du fait que les faisceaux lumineux ne cheminent pas toujours dans des milieux d'indices identiques (en considérant l'indice de groupe, on tient compte également de la dispersion); cette correction a pour valeur maximale $4\ \text{N} \cdot \text{m}^{-2}$ environ et il est possible de la calculer avec précision, en admettant que les parcours lumineux extérieurs aux chambres se font dans l'air (avec une humidité relative de 50 % et une teneur en gaz carbonique de 0,03 % en volume) et que le gaz contenu dans la chambre de mesure est de l'azote sec et non contaminé. Cependant, ces hypothèses ne sont pas nécessairement vérifiées et, en l'absence de mesure directe de la correction, c'est peut-être finalement la cause d'incertitude la plus importante dans les mesures de pression avec ce manobaromètre à localisation interférentielle.

L'étude des possibilités de ce manobaromètre, actuellement en cours, laisse espérer que la précision escomptée de quelques dixièmes de newton par mètre carré pour la mesure des pressions sera confirmée.

Électricité (G. Leclerc, J. Milobedzki)

Matériel; étalons; aménagements divers

Depuis de nombreuses années on avait dû, faute de crédits, renoncer pratiquement à acquérir du matériel nouveau pour la section d'électricité et l'on s'était surtout préoccupé de maintenir dans le meilleur état les installations de mesures fondamentales de cette section. Durant l'année écoulée nous avons commencé à remédier à cette situation. Il faut d'ailleurs remarquer que les autres sections du Bureau font de plus en plus appel aux techniques de mesures électriques (en particulier pour la mesure de la température) et qu'elles s'adressent naturellement à la section d'électricité pour obtenir le matériel dont elles ont besoin. La plupart du temps, ce matériel n'est employé que pour les essais; il arrive cependant quelquefois qu'il soit définitivement immobilisé par une nouvelle installation.

L'énumération suivante du matériel acheté ou commandé montre l'importance du redressement accompli dans ce domaine :

— Potentiomètre de précision avec son inverseur (Croydon Precision Instruments Co.); ce potentiomètre possède deux gammes de mesure : de 0 à 1,8 V par échelons de $10\ \mu\text{V}$ et de 0 à 0,18 V par échelons de $1\ \mu\text{V}$.

— Boîtes de résistances d'usage courant ou de moyenne précision : 23 décades, depuis 11 fois $0,1\ \Omega$ jusqu'à 11 fois $10^3\ \Omega$ (Association des Ouvriers en Instruments de Précision, Paris); une boîte à cinq décades $0,1$ à $10^4\ \Omega$ (Tinsley, Londres); deux boîtes à quatre décades $0,1$ à $10^3\ \Omega$, deux boîtes à quatre décades 1 à $10^4\ \Omega$ et deux boîtes à quatre décades 10^2 à $10^6\ \Omega$ (Croydon Precision Instruments Co.).

— Deux galvanomètres (SEFRAM, Paris); plusieurs milliampèremètres de diverses provenances et de nombreuses thermistances.

— Deux étalons de résistance de $0,1\ \Omega$ (capables de supporter 22 A), un étalon de $10^3\ \Omega$ et un étalon de $10^4\ \Omega$ (Croydon Precision Instruments Co.); un étalon de $10^2\ \Omega$ et un étalon de $10^4\ \Omega$ (Tinsley, Londres).

— Dix piles étalons de premier ordre ont été aimablement offertes au Bureau International par le Matériel Electrochimique, Paris.

D'autre part, le Comité International des Poids et Mesures ayant décidé en 1965 que le Bureau devrait s'équiper de manière à pouvoir effectuer des comparaisons internationales d'étalons de capacité de faible valeur, nous nous sommes déjà procuré, dans le but de nous familiariser avec ces nouvelles techniques et suivant le conseil de plusieurs grands laboratoires nationaux, un ensemble de mesure de capacité complet (comprenant un pont, un générateur et un détecteur) fabriqué par General Radio Co. aux États-Unis. Ce même constructeur nous a également fourni huit condensateurs à trois bornes : un condensateur de $1\ 000\ \text{pF}$ et deux condensateurs de $100\ \text{pF}$ à azote, hermétiquement scellés, et cinq condensateurs à air de valeurs échelonnées entre $10\ \text{pF}$ et $10^{-3}\ \text{pF}$. Nous avons acquis également un diviseur de tension inductif à sept décades (ESI, États-Unis) et douze diapasons en invar (six accordés sur la fréquence $1\ 000\ \text{Hz}$ et six sur la fréquence $1\ 591,5\ \text{Hz}$) construits au Japon par Murata Manufacturing Co. Le Laboratoire Central des Industries Électriques (France) nous a par ailleurs fait don d'un transformateur de sa construction destiné à servir de tête de pont.

Nous avons également passé commande aux États-Unis d'un amplificateur de puissance (McIntosh Laboratories), d'un amplificateur de mesure (two-phase lock-in amplifier) (Princeton Applied Research), de deux divi-

seurs de tension inductifs (Gertsch) et d'un condensateur à air de 10 pF (General Radio). Ce matériel sera livré au National Bureau of Standards qui contrôlera sa qualité et l'utilisera pour constituer un pont de comparaison de la plus haute précision destiné au Bureau International. Les spécialistes du N.B.S. construiront eux-mêmes les deux éléments principaux du pont, le transformateur de rapport et le pré-amplificateur accordé, qui seront déposés au Pavillon de Breteuil pour une durée indéterminée. Ces dispositions, qui ont été prises sur l'initiative de MM. A. V. Astin et C. H. Page pour faire profiter le Bureau International de la grande expérience du N.B.S., nous permettront d'effectuer, dans un très proche avenir, les comparaisons souhaitées par le Comité International. Nous remercions MM. Astin et Page de leur aide et de l'intérêt qu'ils portent au Bureau International.

La section d'électricité dispose maintenant en permanence de deux ponts doubles. Le pont réservé aux mesures des étalons de 1 Ω et plus spécialement aux comparaisons internationales a été complètement reconstruit. Nous n'avons conservé de l'ancienne installation que les résistances de $10^3 \Omega$ constituant la tête du pont, résistances anciennes et maintenant très stables. La nouvelle cuve, d'une contenance de 230 litres, est fermée pour la protéger de la poussière; elle est munie d'un système d'agitation, plus important que dans l'ancienne, et d'un dispositif de chauffage. La substitution des deux étalons comparés s'effectue sans qu'il soit nécessaire de les manipuler et nous envisageons de mesurer leur température au moyen de thermistances ou de couples thermoélectriques.

Le potentiomètre spécial qui sert à la comparaison des piles étalons sera également complètement révisé et réinstallé avant le début de la prochaine comparaison internationale. Le réglage de l'un des deux potentiomètres qui le constituent n'étant plus possible par suite de la lente évolution de l'une des résistances, ce potentiomètre a été remis à son constructeur (A.O.I.P., Paris), qui a effectué les retouches nécessaires.

Le pont de Smith « Cambridge », qui nous sert pour toutes les mesures précises de résistances de valeurs quelconques comprises entre 0 et 1 000 Ω , a été complètement réinstallé.

Enfin, le dispositif thermorégulateur de la salle de mesure a été remplacé par un dispositif plus sensible.

Étalons de résistance en métal pur

Le Bureau International a construit entre 1958 et 1961, en collaboration avec la société Lyon-Alemand, deux types d'étalons de résistance de 1 Ω en métal pur. Les étalons du premier type sont du modèle des étalons en manganine de premier ordre, ceux du second type ont la forme de thermomètres à résistance. Si la mesure des étalons du type thermomètre ne pose aucun problème, celle des étalons du premier type est toujours délicate car elle nécessite la préparation de points triples dans des cellules de dimensions importantes ou de forme spéciale, très fragiles au moment de la congélation de l'eau (*Procès-Verbaux C.I.P.M.*, 26-A, 1958, p. 37).

L'étude des étalons de chaque type dure environ un mois, les étalons étant mesurés plusieurs fois chaque semaine pendant quatre ou cinq semaines consécutives. Nous admettons que les résultats sont connus au microhm près, ce qui correspond à une reproductibilité de la température de définition de $2 \text{ à } 3 \times 10^{-4}$ deg.

Étalons du premier modèle (type étalons de résistance)

1° Fil de platine en atmosphère d'hélium

		R à 0,01 °C	ΔR
15 septembre	1958	1,000 711 3 Ω	+ 2,2 μΩ
20 mars	1959	709 0	— 0,1
10 mars	1960	707 2	— 1,9
10 septembre	1962	709 7	+ 0,6
10 septembre	1963	708 1	— 1,0
15 juin	1966	709 4	+ 0,3
Moyenne		1,000 709 1 Ω	

Il n'est pas possible de mettre en évidence l'évolution de l'étalon en platine par rapport à nos références en manganèse.

2° Fil de palladium dans de l'air sec

		R à 0,01 °C
15 mars	1960	1,000 044 9 Ω
10 septembre	1961	042 0
10 septembre	1963	035 6
15 juin	1966	025 3

La décroissance de la valeur de la résistance est très rapide et régulière ($- 3,3 \times 10^{-6}$ par an). Nous ne possédons malheureusement qu'un seul étalon en palladium, ce qui ne nous permet pas de nous faire une opinion définitive sur les aptitudes de ce métal à constituer des résistances étalons.

Étalons du deuxième modèle (type thermomètre à résistance)

		T1 (Pt dans fluide silicone)	T3 (Pt dans argon)	T4 (Pt dans argon)
R à 0,01 °C				
2 avril	1959	0,999 940 6 Ω		
1 juillet	1959	939 5	1,000 455 7 Ω	
10 décembre	1959	939 8	455 9	
20 juin	1961	940 4	456 5	0,999 889 8 Ω
12 décembre	1962	940 7	456 7	890 2
9 janvier	1966	939 9	455 7	888 9

Aux incertitudes de mesure près, les valeurs des trois étalons sont constantes. Les écarts observés d'une détermination à l'autre étant très semblables pour les trois étalons, il apparaît que la sensibilité des mesures électriques est satisfaisante et que c'est l'incertitude sur la reproductibilité de la température de définition qui limite la précision des résultats.

La réalisation d'étalons en métal pur avait été entreprise pour essayer de mettre en évidence, à longue échéance, l'évolution de la manganine dans le temps. De nouvelles méthodes (par exemple la référence à une capacité calculable) permettront d'effectuer ce contrôle plus rapidement et avec plus de précision. Nous sommes néanmoins satisfaits des résultats déjà obtenus

avec les métaux purs : la valeur moyenne de la résistance du groupe d'étalons en manganine qui conservent l'ohm au B.I.P.M. est probablement constante à quelques 10^{-7} près sur une période de dix années.

Dispositif à diodes de Zener

Le montage réalisé à la P.T.B. par F. Melchert, qui avait déjà fait l'objet d'une étude au B.I.P.M. en 1964, nous a été renvoyé par la poste en novembre 1965. Malheureusement, les difficultés causées par le franchissement de la frontière ont retardé l'acheminement du colis qui n'est parvenu à Sèvres qu'à la mi-décembre.

Deux déterminations de la tension de sortie de ce dispositif ont donné les résultats suivants à 20 °C :

Janvier-février 1966	10,563 91 ₁	V _{BIPM}
Juillet 1966	10,563 80 ₈	

La baisse de tension observée est importante mais, de plus, les valeurs obtenues au B.I.P.M. s'écartent considérablement de la valeur admise à la P.T.B. en octobre-novembre 1965 (10,564 18₉ V_{PTB}). Ce désaccord résulte-t-il de manipulations brutales en cours de transport, à un moment où la température était particulièrement basse, ou s'agit-il, le sens de la variation étant constant, d'une évolution rapide et soudaine?

Étude spéciale de piles étalons

Pour vérifier la qualité de certaines piles et pour évaluer le temps nécessaire à leur mise en équilibre lorsque la température varie, nous avons fait subir à un groupe de huit étalons, comprenant cinq piles de forme classique en H et trois piles monotubulaires à électrolyte immobilisé, le cycle des températures suivantes : 20, 25, 30, 25, 20, 15 et finalement 20 °C. Les piles étaient maintenues une semaine à chaque température, tandis que le passage d'une température à l'autre s'effectuait en quelques heures. Sur les huit piles, seules deux piles monotubulaires retrouvèrent après cette épreuve exactement leur force électromotrice initiale; deux autres piles (dont la troisième pile monotubulaire) qui s'étaient parfaitement comportées avant d'être amenées à 15 °C avaient encore, après avoir été réchauffées à 20 °C pendant 13 jours, une force électromotrice supérieure à leur tension initiale de 6 μ V pour l'une et de 8 μ V pour l'autre, mais cette force électromotrice continuait à baisser.

Piles étalons : Groupe de référence du Bureau International

Le groupe qui conserve le volt continuant à nous donner des inquiétudes, nous avons fait en avril et mai 1966 une première comparaison complète de tous nos étalons de référence. Une seconde comparaison aura lieu dans les semaines qui précéderont la comparaison internationale, car nous tenons à suivre de très près l'évolution de ces étalons.

Tous les étalons secondaires dont nous disposons ont aussi été étudiés, bien que très peu d'entre eux soient de première qualité.

Indépendamment de l'âge (le plus grand nombre de nos piles ont été fabriquées en 1929), nous pensons que le service demandé à ces étalons est responsable de la défaillance de plusieurs d'entre eux. Depuis quelques

années, le nombre des étalonnages demandés au Bureau International a beaucoup augmenté, tandis que les expériences effectuées par le Bureau pour son propre compte se multipliaient. Cette année, par exemple, nous avons utilisé nos piles presque toutes les semaines; comme nous ne disposons pas de groupe « de travail », nous avons pratiquement toujours recours à nos étalons de référence.

Comparaisons internationales

Comparaisons périodiques des étalons nationaux de résistance et de force électromotrice. — Les prochaines comparaisons auront lieu à la fin de 1966 et au début de 1967; tous les étalons qui y prendront part devraient être réunis à Sèvres dès le 1^{er} novembre 1966.

Comparaison circulaire des étalons de capacité au mica de 0,1 μ F. — La seconde partie de la comparaison a été entreprise dès la fin de l'année 1965. Les capacités des quatre condensateurs qui ont été maintenus par le Comité Consultatif d'Électricité ont déjà été déterminées au Conseil National de Recherches, à Ottawa, et au National Bureau of Standards, à Washington. Les condensateurs seront mesurés une seconde fois à Ottawa avant d'être expédiés au National Standards Laboratory, à Chippendale.

Comparaison circulaire d'étalons de capacité de faible valeur. — Cette comparaison recommandée par le Comité Consultatif d'Électricité est en cours d'organisation et sera entreprise dans les prochains mois. Les résultats de l'enquête faite auprès des laboratoires nationaux intéressés ont conduit aux conclusions suivantes: les condensateurs qui circuleront seront les trois étalons de 10 pF proposés par le N.B.S. (4); ils seront mesurés successivement dans les divers laboratoires. Les mesures seront effectuées à 20 ou à 25 °C, à la fréquence de 1 592 Hz ($\omega = 10^4$ rad/s).

Tous les laboratoires pressentis ont accepté de participer à la comparaison; pour tenir compte des époques auxquelles les laboratoires pourront effectuer les mesures, quatre circuits ont été prévus:

1 ^{er} circuit	NBS	→	NRC	→	NPL	→	LCIE	→	NBS
2 ^e	—		NBS	→	NSL	→	ETL	→	NBS
3 ^e	—		NBS	→	PTB	→	IMM	→	NBS
4 ^e	—		NBS	→	IEN	→	DAMW	→	NBS

Le Bureau International pourra s'insérer dans l'un des circuits lorsqu'il sera équipé et possèdera des étalons de référence.

Comparaison dans le domaine des radiofréquences. — Trois comparaisons, organisées par le laboratoire pilote indiqué entre parenthèses, sont en cours actuellement: une comparaison d'instruments de mesure de faibles puissances à 10 GHz (E.T.L.), une comparaison d'instruments de mesure de faibles puissances à 3 GHz (N.B.S.), une comparaison de paramètres diélectriques à 10 GHz (N.P.L.). Nous n'avons que peu d'informations sur l'état d'avancement de ces comparaisons, sauf en ce qui concerne la première,

(4) Ces condensateurs fabriqués par le N.B.S. font partie du groupe d'étalons décrits par R. D. CUTKOSKY et L. H. LEE dans *J. Research N.B.S.*, 69 C, N° 3, 1965, p. 173.

l'E.T.L. nous ayant fait savoir qu'il pensait obtenir d'excellents résultats dans un avenir proche.

Le déroulement de la deuxième comparaison, dans laquelle s'est engagé officiellement cette année l'E.T.L., semble avoir été retardé par des difficultés dues aux modèles différents de connecteurs utilisés par les laboratoires.

Études courantes

Le nombre des étalonnages demandés au Bureau International croît chaque année, ce qui prouve le rôle utile du Bureau pour un grand nombre de pays. Nous avons ainsi étudié 54 piles étalons et 6 étalons de résistance (valeur à 20 °C et détermination du coefficient de température) pour des laboratoires nationaux et privés de Belgique, Égypte, France, Hongrie, Pologne, Suède, Tchécoslovaquie (voir détails p. 79).

Photométrie (J. Bonhoure, C. Garreau)

L'activité de cette section a été exceptionnellement réduite pendant l'année écoulée; elle se limite à des études courantes, à savoir la formation, le réglage en température de répartition et l'étalonnage de lampes appartenant à deux laboratoires nationaux (Belgique et Hongrie).

Pour se conformer à une recommandation prise par le Comité Consultatif de Photométrie à sa 6^e session (septembre 1965), le Bureau a acquis 42 lampes de trois types spécifiés destinées à la prochaine comparaison des étalons nationaux d'intensité et de flux lumineux. A signaler également l'achat de trois tubes photoélectriques à cathodes multialcalines semi-transparentes, de fabrication japonaise, dont les propriétés sont intéressantes pour la photométrie de précision. La qualité de ces trois tubes a été contrôlée avant leur envoi à Sèvres grâce à l'obligeance de l'Electrotechnical Laboratory.

Rayons X et γ

Travaux préliminaires en vue de la détermination de l'exposition dans un faisceau de rayons γ émis par une source de ^{60}Co (A. Allisy, M.-T. Niatel*, A. M. Roux*, M. Boutillon*, D. Carnet)

Le Groupe de travail pour la mesure des rayons X et γ a décidé, lors de sa dernière réunion (mai 1965), qu'une comparaison des mesures d'exposition (^{60}Co) serait organisée entre l'Institut de Métrologie D.I. Mendéléév, le National Bureau of Standards et le Bureau International des Poids et Mesures. Cette comparaison devant être réalisée par circulation d'une source de ^{60}Co , le Conseil National de Recherches du Canada a mis à la disposition du Bureau International en avril 1966 deux sources cylindriques d'environ 1 Ci (diamètre 1 mm, hauteur 1 mm) protégées par une capsule en acier inoxydable. Une de ces sources a été montée dans le château de plomb du Bureau International (Rapport 1965, p. 55) pour effectuer des mesures préliminaires sur l'accumulation des électrons en fonction de l'épaisseur de la paroi frontale d'une chambre d'ionisation placée dans un champ d'induction magnétique axial. Parallèlement, des évaluations théoriques de cette accumulation ont été faites. Des calculs de certains coefficients de correction utilisés dans la mesure de l'exposition de photons de 1,17 et 1,33 MeV ont

également été effectués. Une étude théorique et expérimentale du rayonnement diffusé provenant du système de collimation du château de plomb du B.I.P.M. a été effectuée.

Détermination de l'équilibre électronique dans un champ d'induction magnétique (M.-T. Niatel, D. Carnet)*

La source de ^{60}Co du N.R.C., montée dans le château de plomb du B.I.P.M., a été utilisée pour des mesures d'ionisation en présence d'un champ d'induction magnétique (voir Rapport 1965, p. 52 au sujet des précédents travaux de M. Boutillon). Au centre du solénoïde de 1 m est placée une chambre cylindrique C (diamètre extérieur = 11,5 cm, diamètre intérieur = 9,4 cm, épaisseur = 2 cm). Les parois extérieures de la chambre sont portées à une tension de 250 V; les faces externes perpendiculaires au faisceau de rayonnement sont en polytéréphtalate d'éthylène de 20 μm rendu conducteur à l'aide d'un dépôt de graphite, ainsi que l'électrode collectrice circulaire (diamètre = 7,3 cm) placée au milieu de l'intervalle de 2 cm qui sépare ces faces. Le diamètre du faisceau de photons rencontrant la chambre est de 24 mm.

Dans une première étude, en ajoutant 5 mm de métacrylate de méthyle à l'avant et à l'arrière de la chambre pour assurer l'équilibre électronique, on a mesuré la variation du courant d'ionisation en fonction de l'induction magnétique. Une induction de 0,18 T, qui correspond à un courant de 40 A dans la bobine, est encore insuffisante pour rendre négligeables les pertes d'électrons qui peuvent être évaluées à quelques 10^{-2} dans ce cas. Ces résultats sont du même ordre que ceux obtenus précédemment par M. Boutillon.

D'autre part, afin d'étudier l'accumulation des électrons en présence d'un champ d'induction magnétique, le dispositif indiqué sur la figure 12 a été réalisé. A la sortie du collimateur, le faisceau de rayons γ issu de la

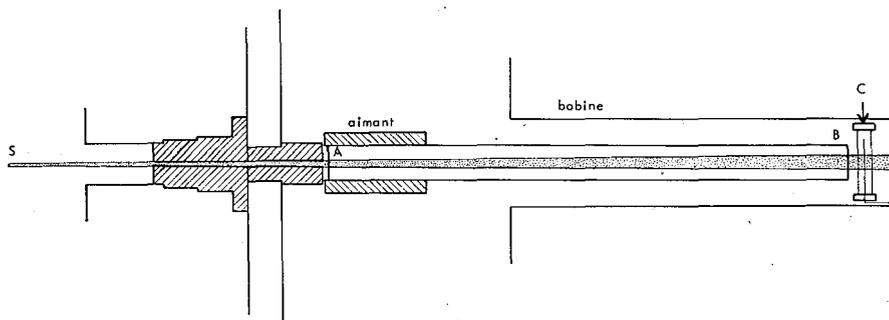


Fig. 12. — Dispositif pour l'étude de l'équilibre électronique.

source S pénètre par une fenêtre de polytéréphtalate d'éthylène dans un tuyau cylindrique (diamètre = 5 cm, longueur \approx 80 cm) de même axe que le faisceau et dans lequel on fait le vide pour supprimer la production des électrons sur toute cette longueur. Du côté source (extrémité A) un aimant permanent produisant une induction magnétique d'environ 0,12 T, perpendiculaire à l'axe, dévie les électrons produits avant l'entrée du tuyau

pour qu'ils ne puissent atteindre *B*. Après la fenêtre de sortie (polytéréphtalate d'éthylène de 50 μm) se trouve la chambre d'ionisation *C* décrite ci-dessus. On peut ainsi étudier, en présence du champ d'induction magnétique, la croissance du courant d'ionisation en fonction de l'épaisseur de matière traversée entre *B* et *C*, et ceci en partant d'une épaisseur quasi nulle. Pour cela, on ajoute entre *B* et *C* des disques de méthacrylate de méthyle de 0,6 ou 0,9 mm d'épaisseur. En *A* sont placés les disques inutilisés en *B* de manière que l'épaisseur totale traversée par le faisceau de photons reste la même. Les résultats obtenus sont indiqués à la figure 13. Cette courbe montre que la présence du champ d'induction magnétique ne modifie pas de manière appréciable l'accumulation des électrons. Ces résultats expérimentaux sont en excellent accord avec les calculs théoriques effectués par A. Allisy.

Évaluation théorique des corrections dues au transport des électrons dans les chambres d'ionisation (A. Allisy)

L. V. Spencer (*Phys. Rev.*, **98**, 1955, p. 1597 et N.B.S. Monograph 1, 1959) a donné une solution de l'équation de transport des électrons par la méthode des moments en admettant un ralentissement continu. Ses résultats ont été utilisés pour déterminer l'origine moyenne des électrons Compton

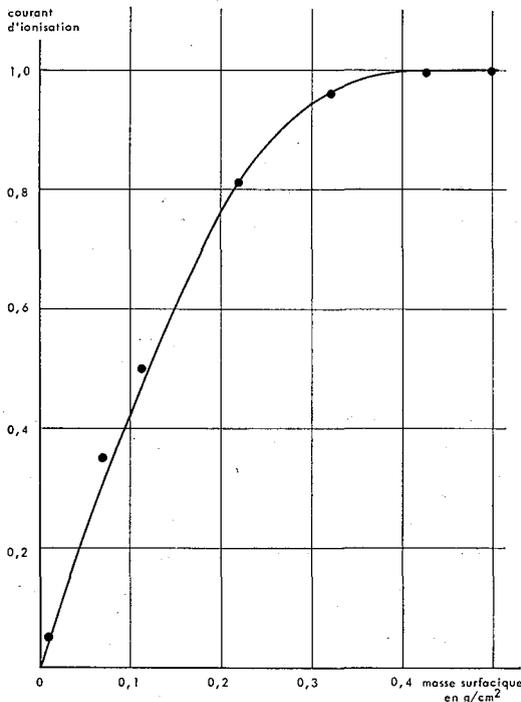


Fig. 13. — Variation du courant d'ionisation avec l'épaisseur de matière traversée en présence d'un champ d'induction magnétique (la contribution de la face arrière de la chambre d'ionisation a été déduite et une correction d'atténuation des photons a été effectuée).

— courbe théorique (polystyrène); • résultats expérimentaux (méthacrylate de méthyle).

Le courant maximal est pris pour unité.

libérés dans une chambre à parois d'air par un pinceau de photons d'une source de ^{60}Co . Le résultat comporte une erreur par excès puisque l'on admet que tous les électrons sont émis le long de l'axe du faisceau de rayons γ . Une estimation très approchée a montré que l'influence de la répartition angulaire initiale des électrons Compton n'est pas très importante. Si \bar{r} est le parcours moyen des électrons de la distribution Compton, l'origine moyenne peut s'écrire $\bar{x} \cdot \bar{r}$, avec $\bar{x} = 0,38$ pour le carbone, 0,36 pour l'air et 0,28 pour l'aluminium. La diversité de ces valeurs met en évidence l'influence assez grande de la diffusion des électrons. En utilisant ces hypothèses on a déterminé la courbe d'équilibre électronique dans le polystyrène (fig. 13). L'accord avec les résultats expérimentaux obtenus avec du méthacrylate de méthyle est bon, compte tenu des approximations faites.

Correction d'humidité pour une chambre d'ionisation à parois d'air (M.-T. Niatel*, A. Brosed*)

La présence d'humidité dans l'air modifie le courant collecté dans une chambre d'ionisation. Théoriquement, on peut prévoir que le courant diminue quand l'humidité augmente et que la correction qui en résulte est de l'ordre de quelques 10^{-3} (Barnard *et al.*, N.P.L. 1960). Une étude expérimentale est actuellement en cours pour tenter de vérifier ces valeurs théoriques. Une chambre à plaques parallèles, construite spécialement pour cette étude, a été placée dans une cuve étanche. Pour abaisser l'humidité, on fait passer l'air de la cuve dans un piège refroidi par un mélange de glace carbonique et d'alcool méthylique. Pour augmenter l'humidité, on place un récipient contenant de l'eau à l'intérieur de la cuve. Quand l'humidité relative h varie de 20 à 90 %, on constate que le courant d'ionisation diminue d'environ $3,5 \times 10^{-3}$ (les calculs prévoient une diminution de 5×10^{-3}). D'autres investigations sont actuellement poursuivies au voisinage de $h = 0$.

Étude du rayonnement diffusé provenant du système de collimation des sources intenses de ^{60}Co (A. M. Roux*)

Cette étude a été faite avec le spectromètre γ précédemment décrit (Rapport 1965, p. 60). Le collimateur en plomb, placé sur le château de plomb du B.I.P.M. renfermant la source de ^{60}Co , a une longueur de 11 cm et le diamètre du trou définissant le faisceau de rayonnement est de 8 mm. La source de ^{60}Co se trouve à 11 cm de ce collimateur et à 1,50 m du détecteur. Les conditions géométriques sont telles que ce collimateur n'intercepte pas le faisceau primaire arrivant sur le détecteur, celui-ci étant délimité par le diaphragme en plomb placé devant le détecteur. Ces conditions correspondent à celles de la chambre d'ionisation absolue qui sera utilisée lors des futures mesures d'exposition.

Une première série de mesures a été effectuée avec une source de 200 μCi de même géométrie que la source de 1 Ci du N.R.C. : les spectres, relevés lorsque la source est placée dans le château de plomb muni du collimateur décrit, ont été comparés avec ceux de cette même source placée dans l'air. Pour cette comparaison, on élevait de 1 m le détecteur, sa protection et son diaphragme, ainsi que la source, ce qui donnait deux positions de mesure : en position basse le détecteur était aligné avec la source située dans

la protection de plomb; en position haute il était aligné avec la source située dans l'air.

Ces mesures n'ont pas permis de mettre en évidence une contribution due au rayonnement diffusé par ce collimateur. Les écarts observés entre les deux positions de mesure ne sont pas significatifs: ils sont du même ordre que ceux observés lors de mesures de reproductibilité effectuées en relevant tout au long d'une journée le spectre de la source de ^{60}Co placée dans l'air.

Une deuxième série de mesures a été effectuée avec une source plus intense (2 mCi, même géométrie), de façon à avoir une meilleure précision. Deux autres collimateurs ont été construits; leur longueur est la même que celle du précédent mais leurs diamètres sont plus grands (30 et 40 mm). Les spectres de rayonnement arrivant sur le détecteur ont été comparés les uns aux autres, dans chacun de ces trois systèmes de collimation. Les écarts observés par rapport au collimateur de 40 mm de diamètre ont été tracés en fonction du carré du diamètre des collimateurs. L'extrapolation à un diamètre nul permet d'estimer le rayonnement diffusé dû au collimateur de 8 mm. On confirme ainsi que, dans l'angle solide de mesure, cette contribution est faible et de l'ordre de 0,01 à 0,02 % de la fluence du rayonnement primaire arrivant sur le détecteur. Dans les conditions géométriques où les mesures ont été faites, le détecteur ne voit en effet que le rayonnement diffusé émis dans un très petit angle par les bords du collimateur.

Toutes ces mesures ont été faites en contrôlant les évolutions dans le fonctionnement des appareils de mesure: la droite d'étalonnage du spectromètre est relevée à l'aide du générateur d'impulsions avant et après chaque enregistrement de spectre. Les mesures sont ensuite corrigées pour tenir compte des évolutions observées. Des calculs estimant la contribution du rayonnement diffusé produit par les collimateurs de 8 et 40 mm de diamètre, dans les conditions géométriques de l'expérience, ont été effectués. Le principe de ces calculs est celui utilisé par Cormack et Johns (*British. J. Rad.*, XXXI, 1958, p. 497).

Les résultats théoriques ainsi obtenus ont été comparés avec les résultats expérimentaux et sont rassemblés dans le tableau ci-dessous donnant la contribution relative due au rayonnement diffusé par les collimateurs par rapport à la fluence du rayonnement primaire.

Diamètre du collimateur	Résultats	
	théoriques	expérimentaux
8 mm	$0,15 \times 10^{-3}$	$0,2 \times 10^{-3}$
40 mm	$4,5 \times 10^{-3}$	5×10^{-3}

Aucun rayonnement diffusé par la tige supportant la source dans le château de plomb du B.I.P.M. n'a pu être mis en évidence. La reproductibilité du positionnement de la source a été vérifiée avec succès.

Préparation de la comparaison des étalons nationaux d'exposition de rayons X de faible énergie (M. Boutillon*, A. Brosed*, D. Carnet)

Une comparaison doit avoir lieu entre les chambres d'ionisation étalons du N.B.S., du N.R.C. et du B.I.P.M. en septembre-octobre 1966, pour les

trois rayonnements suivants :

- A) 10 kV filtration totale 3 mm Be + 50 cm air
- B) 30 kV filtration totale 3 mm Be + 50 cm air + 0,2 mm Al
- C) 50 kV filtration totale 3 mm Be + 50 cm air + 4 mm Al.

Des mesures ont été faites pour déterminer les couches de demi-atténuation (CDA) et l'atténuation par l'air de ces rayonnements. Les résultats sont consignés dans le tableau suivant :

Rayonnement	1 ^e CDA	2 ^e CDA	Atténuation par l'air
A	≈ 36 μm Al	≈ 42 μm Al	$1,77 \times 10^{-3}$ /mm d'air
B	0,18, mm Al	0,31 ₈ mm Al	$0,42 \times 10^{-3}$ »
C	2,25, mm Al	2,83, mm Al	$0,04_8 \times 10^{-3}$ »

Des mesures similaires ont été également faites pour des rayonnements voisins des rayonnements de référence, afin d'estimer la variation de la qualité du rayonnement en fonction de différents paramètres.

Le rayonnement A a été particulièrement étudié. Il s'est avéré que le rayonnement A du B.I.P.M. était assimilable au rayonnement 10 kV, filtration totale 2,2 mm Be + 50 cm air, utilisé au N.B.S. : les deux rayonnements donnent la même courbe d'atténuation par l'air et la même transmission par des filtres d'aluminium de 25 μm d'épaisseur. L'écart entre les filtrations de béryllium utilisées pour ces deux rayonnements peut s'expliquer par la différence de qualité du béryllium employé dans les deux laboratoires.

Les dimensions principales de la chambre d'ionisation du B.I.P.M. sont les suivantes :

largeur de la plaque collectrice	1,546 ₈ cm
espacement des plaques.....	7 cm
hauteur de la plaque collectrice.....	7,1 cm
distance entre le diaphragme et le centre du volume collecteur. .	$l = 10$ cm

Lors de la mesure de l'exposition avec cet étalon, différentes corrections sont à appliquer, notamment :

- la correction de contribution des photons diffusés, estimée d'après les résultats de V. Ritz, A. Allisy et A. M. Roux;
- la correction de saturation que nous avons déterminée expérimentalement; elle est de l'ordre de 1 à 2×10^{-3} suivant le rayonnement;
- la correction d'atténuation par l'air sur la longueur l .

Cette dernière correction, importante à 10 kV, est faite expérimentalement en installant entre le tube à rayons X et le diaphragme de la chambre d'ionisation un tuyau de longueur bien connue, rempli d'air sous pression variable. Nous ajustons cette pression de manière à conserver toujours 59,4 mg/cm² d'air (équivalant à 50 cm d'air à 20 °C sous 10⁵ N/m²) entre la fenêtre du tube à rayons X et le centre du volume collecteur.

Différentes améliorations ont été apportées à la chambre d'ionisation :

- La planéité de la plaque haute tension a été soigneusement vérifiée.
- Le diaphragme, initialement à 15 cm du centre du volume de mesure, a été rapproché de 5 cm afin de diminuer la correction de l'atténuation par l'air sur la longueur l . Cette modification a apporté une augmentation de

la réponse de la chambre de $0,9 \times 10^{-3}$, probablement due à la diffusion des rayons X par le diaphragme.

— Le système de garde du champ électrique collecteur a été entièrement refait afin d'assurer une meilleure homogénéité du champ électrique (fig. 14 et 15).

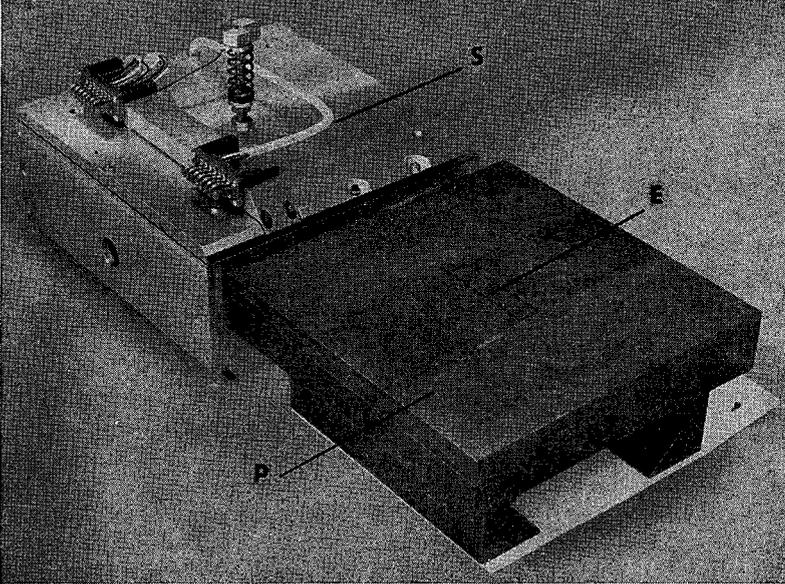


Fig. 14. — Vue de la chambre d'ionisation étalon du B.I.P.M. pour la mesure de rayons X de faible énergie.

E, Électrode de mesure et sa plaque de garde *P*; *S*, support de la plaque haute tension et du système de garde (*S* recouvre normalement *E*).

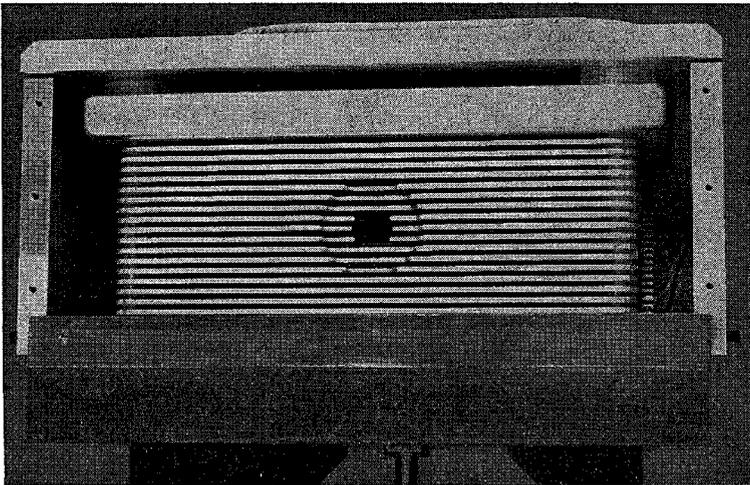


Fig. 15. — Vue frontale de la chambre d'ionisation étalon du B.I.P.M. pour la mesure de rayons X de faible énergie.

La face avant du support *S* est enlevée.

Afin de contrôler le bon fonctionnement de la chambre d'ionisation pour les rayons X de faible énergie, nous l'avons comparée à notre chambre étalon utilisée pour la mesure des rayonnements X d'énergie moyenne (60-200 kV). Les résultats sont consignés dans le tableau suivant.

Date	Rayonnement	$\frac{X \text{ (étalon 60-200 kV)}}{X \text{ (étalon 10-50 kV)}}$
20.6.1966	B	1,001 ₅
9.8.1966	C	0,999 ₅
23.8.1966		0,998 ₅
29.8.1966		0,997 ₉
		0,998 ₈

L'accord entre les deux chambres d'ionisation est satisfaisant.

Radionucléides

Comparaisons internationales de radionucléides (A. Rytz)

Le fait que l'Agence Internationale de l'Énergie Atomique organise à Vienne un « Colloque sur la normalisation des radionucléides », à la fin duquel est prévue une *table ronde* où nos comparaisons de ^{60}Co , ^{241}Am , $^{90}\text{Sr} + ^{90}\text{Y}$ et ^{54}Mn seront discutées, paraissait une raison suffisante pour attendre le résultat de ces discussions avant de rédiger les rapports finaux des deux dernières comparaisons. Tous les documents importants ont été reproduits et mis à la disposition des quatre présentateurs désignés par l'Agence sur notre proposition. Ce n'est qu'après la discussion des résultats de la comparaison du $^{90}\text{Sr} + ^{90}\text{Y}$ que l'organisation de la prochaine comparaison pourra commencer car elle devra être basée sur l'expérience acquise. C'est pourquoi aucune comparaison internationale n'a été mise en œuvre pendant l'année écoulée.

Les petits flacons en polythène, parfois appelés « pycnomètres », qui jouent un rôle important dans la préparation des sources n'ont pu être remplacés, car la société anglaise qui les avait fournis a cessé de les fabriquer. Après de vaines tentatives pour trouver un fournisseur en France, nous avons adressé une circulaire avec questionnaire aux participants réguliers à nos comparaisons, en demandant entre autres renseignements l'adresse de leur fournisseur. Les réponses ont révélé un vif intérêt parmi un nombre considérable de laboratoires se trouvant dans une situation semblable. En outre, nous avons appris l'adresse d'une société canadienne qui est à même de fournir un type de flacon bien adapté à cette fin et à des conditions acceptables. Les résultats de l'enquête ont été diffusés par une seconde circulaire.

Étalonnage d'une solution de ^{54}Mn par comptage par coïncidences $4\pi X$, e(CP)- γ ; une méthode simple pour évaluer la correction dépendant du schéma de désintégration (C.E. Granados, A. Rytz, C. Colas, C. Veyradier)*

La variation de l'efficacité du compteur proportionnel nécessaire à la détermination de cette correction est obtenue par l'emploi alterné de deux gaz différents. La méthode est applicable à d'autres éléments à capture d'électrons suivie d'émission γ , même en présence d'une contamination par un émetteur β pur.

Ces expériences, commencées tout de suite après la comparaison inter-

nationale du ^{54}Mn , ont été complétées par la mesure de sources contaminées artificiellement. Elles ont été publiées dans *Metrologia* (voir p. 75).

Étalonnage du $^{90}\text{Sr} + ^{90}\text{Y}$ à l'aide d'une séparation chimique (A. Rytz, C. Colas, C. Veyradier)

Ces expériences, entreprises immédiatement après la comparaison internationale de ces deux radionucléides en filiation (février 1964), ont été poursuivies avec des techniques plus perfectionnées. Beaucoup de soin a été apporté à l'élaboration de la meilleure façon de calculer l'activité massique et d'évaluer son incertitude. Cette méthode d'étalonnage compliquée et longue n'est pas utile dans des travaux de routine. Son intérêt réside plutôt dans le fait qu'on peut étalonner cet émetteur β pur sans avoir recours à une extrapolation et à l'aide d'un seul compteur proportionnel.

Une communication sera présentée au colloque de l'Agence Internationale de l'Énergie Atomique à Vienne.

Étalonnage d'émetteurs β purs par la méthode du traceur (F. Sagastibelza*, C. Colas, C. Veyradier, A. Rytz)

Les difficultés considérables rencontrées dans l'étalonnage du ^{35}S lors de la comparaison internationale en 1962 avaient été à l'origine d'une suggestion faite au Groupe de travail pour la mesure des radionucléides, dans le but d'effectuer une nouvelle comparaison de ce radionucléide mais en utilisant la méthode du traceur (^{60}Co). Bien que cette comparaison ne soit pas encore inscrite à notre programme, nous avons choisi l'étude des conditions expérimentales d'un tel étalonnage comme sujet de recherche pour le stage de Mr Sagastibelza. Les expériences portant sur le ^{35}S principalement, mais aussi sur le $^{90}\text{Sr} + ^{90}\text{Y}$ et le ^{63}Ni , demandaient la préparation d'environ 200 sources et plus de 1 000 films de VYNS dorés; elles ont conduit aux principaux résultats suivants :

a. La fonction d'efficacité, c'est-à-dire la relation existant entre les efficacités β du compteur pour l'émetteur β pur et pour le traceur, est une droite, quels que soient l'auto-absorption ou la répartition et le rapport des deux activités contenues dans la source. La pente de cette droite est à peu près égale au rapport entre les énergies β moyennes du traceur et de l'émetteur β pur.

b. L'extrapolation de cette droite, dans le cas du ^{35}S , ne conduit pas à la valeur vraie de l'activité, en général. Cette aberration, positive ou négative, peut être considérable et dépend de la distribution des deux activités dans la masse de la source. Même dans le cas où les deux radionucléides sont incorporés dans le même composé chimique, ce qui a été obtenu par un mélange dans une proportion à peu près stœchiométrique des deux substances, la distribution des deux radionucléides ne semble pas équivalente par rapport à l'efficacité β . Il semble beaucoup plus important d'avoir une répartition équivalente que d'utiliser un traceur ayant un spectre β voisin de celui de l'émetteur β pur.

c. La méthode du traceur n'est applicable que lorsqu'on peut préparer des sources à faible auto-absorption. On peut alors utiliser l'extension de cette méthode, découverte par Baerg, et qui consiste à faire varier les efficacités au moyen d'absorbeurs extérieurs à la source.

Perfectionnement de la partie électronique de l'ensemble II de comptage 4π β (CP)- γ (P. Bréonce)

La ligne à retard définissant le temps de résolution a été remplacée par un dispositif beaucoup moins encombrant, et qui peut être changé facilement si l'on veut modifier le temps de résolution des coïncidences.

La voie β de cet ensemble II a été équipée d'un égaliseur de retard pour réduire au minimum les pertes de coïncidences vraies dues aux variations du délai relatif entre les deux voies de comptage.

La forme de l'impulsion, qui se présente à l'entrée du discriminateur de l'amplificateur « Franklin », introduit une incertitude du temps de déclenchement de l'ordre de $0,5 \mu\text{s}$. Cette incertitude est due au fait que la pente de la montée dépend de la hauteur d'impulsion ou, plus exactement, du degré de saturation. Le principe de fonctionnement de l'égaliseur (fig. 16 a) consiste à

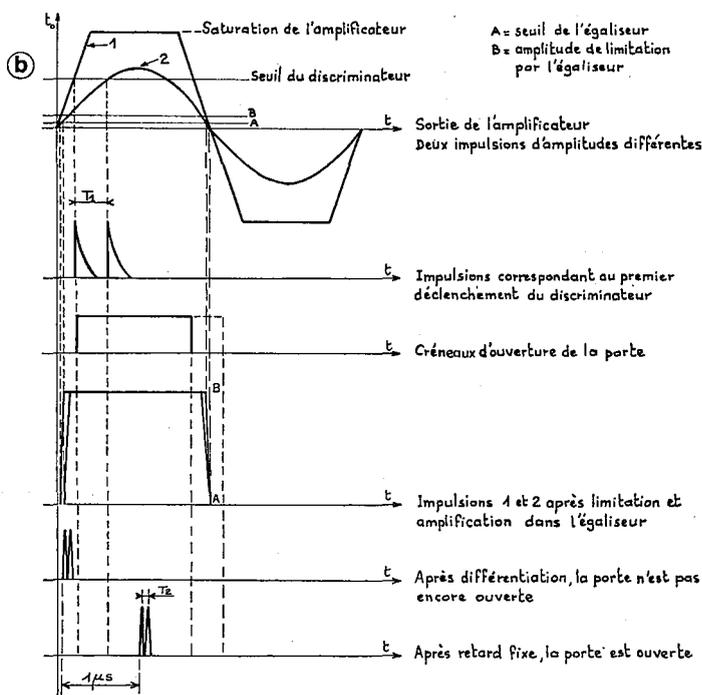
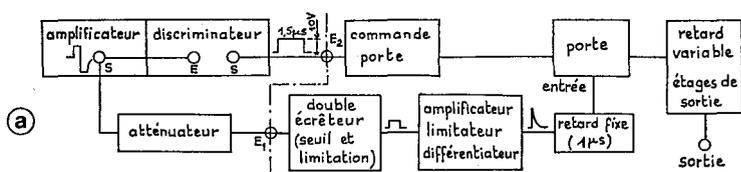


Fig. 16. — Égalisation des retards sur la voie β .

a) Schéma de principe de l'égaliseur.

b) Diagramme des signaux.

séparer les deux informations, temps d'arrivée et amplitude. Le temps d'arrivée de chaque impulsion sortant de l'amplificateur et dépassant le bruit de fond donne lieu à une impulsion de forme appropriée et retardée d'une microseconde. Pendant ce délai, le discriminateur décide si l'impulsion originale est suffisamment haute. Si oui, l'impulsion originale ouvre une porte qui laisse passer l'impulsion retardée ne contenant que l'information sur le temps d'arrivée. Dans le cas contraire, la porte reste fermée et l'impulsion ne passe pas.

La figure 16 a et b montre le schéma de principe et un schéma des différents signaux. Les fluctuations de retard sont diminuées dans la proportion de T_1/T_2 qui est de l'ordre de 5 à 10. La signification de T_1 et T_2 est donnée directement par la figure 16 b. L'utilité de l'égaliseur est démontrée par la figure 17, dans laquelle sont représentées les courbes d'équilibrage avec et sans égaliseur.

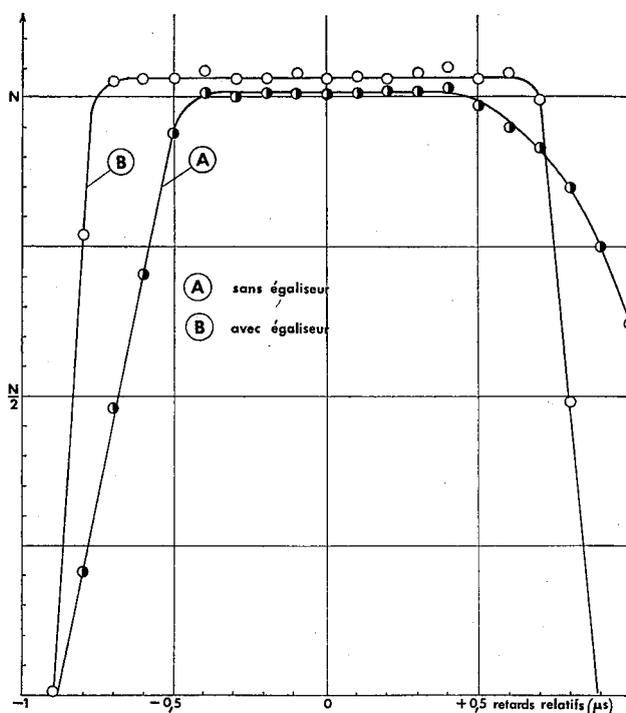


Fig. 17. — Égalisation des retards sur la voie β .

Effet produit par l'égaliseur sur la courbe d'équilibrage (ensemble II de comptage $4\pi\beta$ (CP)- γ).

Étude sur la contamination possible du pycnomètre utilisé pour ajouter un agent mouillant à des sources radioactives (C. Colas)

Les flacons (« pycnomètres ») en polythène utilisés pour préparer les sources conviennent particulièrement pour ajouter l'agent mouillant à la goutte de solution radioactive déposée déjà sur le support. Cependant, cette opération peut éventuellement donner lieu à une contamination du pycno-

mètre renfermant l'agent mouillant, car il faut l'approcher suffisamment de la goutte radioactive afin d'éviter les éclaboussures. Une étude soignée des différentes façons d'ajouter les gouttes d'agent mouillant a montré qu'avec la technique habituelle on peut être raisonnablement sûr qu'il n'y a pas de contamination ni de transfert d'activité d'une source à l'autre.

Sources étalons de ^{60}Co (C. Veyradier, C. Colas, A. Rytz)

La méthode de comptage par coïncidences $4\pi\beta(\text{CP})-\gamma$ peut être considérée comme absolue et susceptible de fournir une haute exactitude. Néanmoins, l'écart-type d'une série de mesures est toujours plus grand que celui qui est calculé d'après les seules fluctuations statistiques. Pour contrôler la fidélité des mesures nous avons choisi, comme étalons de maintien d'activité, quatre sources de ^{60}Co de très haute qualité; ces sources ont été mesurées régulièrement depuis le mois de mars 1963. L'analyse des résultats obtenus donne des renseignements très intéressants qui peuvent être formulés comme suit. La différence entre deux mesures quelconques de la même source, ramenées à une date commune, est inférieure à 0,30 % avec une probabilité de 95 %. La part de l'écart purement statistique est de 0,25 %. Ces chiffres s'appliquent aux mesures faites depuis l'installation (septembre 1964) de la Section dans ses nouveaux laboratoires. Les fluctuations que nous déduisons des mesures faites dans les laboratoires provisoires sont deux fois plus grandes. Les valeurs de la période du ^{60}Co déduites de 17 mesures dans les anciens laboratoires (a) et de 10 mesures dans les nouveaux laboratoires (n) sont :

$$T_{1/2}^{(a)} = 5,300 \pm 0,035 \text{ ans} \quad \text{et} \quad T_{1/2}^{(n)} = 5,236 \pm 0,017 \text{ ans.}$$

La valeur généralement adoptée est $T_{1/2} = 5,263 \pm 0,003$ ans. En outre, on se souviendra d'un écart limite de 0,34 % (avec 95 % de probabilité) entre les mesures des deux laboratoires pilotes lors de la comparaison de sources solides de ^{60}Co (C.C.E.M.R.I., 5^e session, 1964, p. 81). On peut conclure que la stabilité de l'ensemble II de comptage avec lequel ces mesures ont été effectuées donne des résultats parfaitement reproductibles. En ce qui concerne les valeurs de la période, il n'apparaît pas clairement si la différence par rapport à la valeur trouvée dans la littérature est réelle ou s'il s'agit d'erreurs systématiques.

Ces sources étalons ont été préparées par électrolyse au Bureau Central de Mesures Nucléaires d'Euratom lors de la comparaison internationale de sources solides. Après trois ans, elles sont encore en très bon état et semblent pouvoir servir encore pendant plusieurs années.

Nous avons préparé un grand nombre de sources suivant le même procédé. Quatre d'entre elles ont été expédiées, après plusieurs mesures et épreuves de robustesse, au Deutsches Amt für Messwesen und Warenprüfung à Berlin. Elles sont toutes arrivées en bon état et ont servi à étudier le fonctionnement d'un ensemble de comptage d'une construction un peu différente.

Spectrométrie α (A. Rytz)

Faisant suite à une proposition de Mr Siegbahn (C.C.E.M.R.I., 5^e session, 1964, p. 15), ce nouveau sujet de recherche a été inscrit au programme du groupe des radionucléides.

Au cours du Congrès International de Physique Nucléaire (Paris, 1964), les participants à un colloque de spectrographie α ont émis le vœu qu'une commission soit constituée afin de rendre uniformes les différentes mesures d'énergie α . Nous avons convoqué cette commission qui doit se réunir fin septembre 1966 au Bureau International.

Pour qu'une contribution substantielle à la solution de ces problèmes importants puisse être apportée, nous avons élaboré un projet de spectromètre magnétique semi-circulaire. La pièce la plus importante, un électroaimant d'une masse de 8 500 kg, est en voie de construction. Il pourra produire un champ très homogène de 0,6 à 1 T sur une surface semi-circulaire de 65 cm de rayon, dans un entrefer de 7 cm. Nous comptons pouvoir mesurer l'énergie cinétique de groupes de particules α entre 2,3 et 10,8 MeV à environ $\pm 0,5$ keV près. Le début des expériences est prévu pour le printemps 1967 et nous aurons, à partir d'octobre 1966, la collaboration d'un stagiaire de l'Institut de Physique de l'Université d'Uppsala.

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

Mesures comparatives internationales du taux d'émission de la source de neutrons Ra-Be (α, n) N° 200-1 du N.R.C.

Le rapport définitif de la comparaison internationale des mesures du taux d'émission de la source de neutrons Ra-Be (α, n) du Conseil National de Recherches, effectuées de janvier 1962 à mars 1965 par dix laboratoires participants, a été rédigé et distribué à ces laboratoires pour commentaires avant publication. L'écart maximal entre les résultats est de 3 %. L'erreur totale estimée par les laboratoires varie entre $\pm 0,7$ et $\pm 1,7$ %. Toutes les mesures sont compatibles avec la moyenne arithmétique donnant pour le taux d'émission :

$$Q = (3,269 \pm 0,03) \times 10^6 \text{ neutrons.s}^{-1} \text{ (janvier 1966).}$$

La méthode de mesure par ralentissement et capture des neutrons émis par la source plongée dans une solution de sulfate de manganèse et mesure de l'activité du ^{56}Mn est considérée par tous les laboratoires comme susceptible de la meilleure précision. La mesure a bénéficié des progrès réalisés par la comparaison internationale des mesures d'activité des sources solides de ^{60}Co . Un effort particulier a été fait pour la reproductibilité de la mesure d'activité de la solution de sulfate de manganèse au moyen d'un cristal scintillant. Les corrections de pertes de neutrons rapides par réaction (n, p) et (n, α) sur l'oxygène et de pertes de neutrons hors de la solution sont mieux connues grâce aux travaux publiés.

Expérimentation sur une source de neutrons D (d, n) ^3He

Nous avons poursuivi l'étude de la source de neutrons formée par accélération à 100 keV de deutons projetés sur une feuille d'aluminium dans laquelle le faisceau fixe superficiellement du deutérium constituant la cible de la réaction $\text{D}(d, n) ^3\text{He}$ (Rapport 1965, p. 64).

a. *Distribution angulaire des neutrons détectés par proton de recul au moyen d'un scintillateur hydrogéné.* — L'efficacité du détecteur pour les neutrons de 2,53 MeV émis à 78° de la direction du faisceau de deutons est

mesurée par le rapport du nombre de coïncidences neutron-³He au nombre de particules ³He détectées à 90° par une jonction au silicium à barrière de surface; l'efficacité ϵ_α pour les neutrons émis dans les différentes directions α , et dont l'énergie est comprise entre 2,19 MeV et 2,78 MeV, est déterminée par la relation

$$\epsilon_\alpha = \epsilon_\alpha(0) \frac{E_{n,\alpha} - E_p}{E_{n,\alpha}}$$

où $\epsilon_\alpha(0)$ est l'efficacité du détecteur calculée d'après la section efficace de diffusion (n, p) et le nombre de noyaux H par cm² du détecteur, et en supposant que tous les protons de recul sont détectés;

$E_{n,\alpha}$ est l'énergie des neutrons dans la direction α ;

E_p est l'énergie de seuil des protons de recul détectés;

E_p est obtenu en appliquant la relation ci-dessus à la direction de 78° correspondant à la coïncidence neutron-³He.

La distribution angulaire des neutrons dans le système du centre de masse est de la forme

$$N(\Phi) = a \cos^2 \Phi + b.$$

Nous déterminons le facteur d'anisotropie $A_n = \frac{a}{b}$ de cette distribution.

Ce travail expérimental a fait l'objet d'une publication dans *Nuclear Instr. and Methods* (voir p. 75).

b. Distribution angulaire des particules chargées ³He, ³H et ¹H des deux réactions compétitives D(d, n) ³He et D(d, p) ³H. — Dans une chambre à cible de 334 mm de diamètre, la cible est placée au centre; son plan est orientable par rapport au faisceau de deutons; la détection des particules chargées s'effectue avec une jonction au silicium dans les directions comprises entre 60 et 155°.

Par la mesure de la distribution angulaire des particules ³He nous avons ainsi une deuxième méthode de détermination du facteur d'anisotropie A_n . D'autre part, de la distribution angulaire des particules ³H et ¹H on détermine le facteur d'anisotropie A_p de la réaction D(d, p) ³H. Cette détermination, qui nécessite encore de nouvelles mesures, semble indiquer que pour une énergie initiale des deutons de 100 keV, l'énergie moyenne des deutons calculée comme étant de 70 keV d'après la section efficace de chacune des réactions, la perte d'énergie supposée linéaire des deutons dans la feuille d'aluminium et la constitution de la cible, serait plus voisine de 60 keV ainsi que le montre le tableau ci-dessous.

Facteurs d'anisotropie des distributions angulaires

		Réaction D(d, n) ³ He	
par détection de		³ He	¹ n
calculée pour	$E_D = 70 \text{ keV}$	0,79 ± 0,03	0,75 ± 0,02
	$E_D = 60 \text{ keV}$	0,73	0,74
		Réaction D(d, p) ³ H	
par détection de		³ H	¹ H
calculée pour	$E_D = 70 \text{ keV}$	0,46 ± 0,02	0,42 ± 0,02
	$E_D = 60 \text{ keV}$	0,42	0,40

c. Vérification expérimentale du calcul de l'efficacité du détecteur de neutrons.

— Deux nouveaux porte-cibles permettant la détection ^3He à 90° et à 150° de la direction du faisceau de deutons ont été construits. Une nouvelle série de mesures de distribution angulaire des neutrons a été effectuée avec chacun de ces dispositifs. Par la détection ^3He à 150° nous avons mesuré par les coïncidences ^3He -neutron, comme avec le dispositif à 90° , l'efficacité du scintillateur hydrogéné pour des neutrons de 2,75 MeV émis dans la direction à 24° . Cette mesure est en bon accord avec le calcul de l'efficacité déduite de la mesure effectuée dans la direction à 78° sur les neutrons de 2,53 MeV.

d. Mesure de fluence des neutrons de 2,53 MeV et 2,75 MeV. — La fluence de neutrons dans la direction d'émission correspondant à la détection ^3He rapportée à l'unité d'angle solide dans le système du centre de masse peut se déterminer soit par comptage total des particules ^3He émises dans un angle solide déterminé, soit par comptage des neutrons détectés par le scintillateur hydrogéné dont on a mesuré l'efficacité par les coïncidences neutron- ^3He . Ces deux mesures étaient loin d'être concordantes et nous avons longtemps recherché les erreurs systématiques dans chacune des méthodes de mesure. Dans l'état actuel de nos mesures l'écart est de l'ordre de 1 à 2 %; il est compatible avec les erreurs de mesure et l'incertitude dans l'estimation de la proportion (2,3 %) des neutrons diffusés par le porte-cible.

Un exposé sur nos mesures de fluence d'une source de neutrons D (d, n) ^3He sera présenté à la Conférence « Radiation Measurement in Nuclear Power » (Berkeley, Grande-Bretagne, septembre 1966).

Mesures comparatives internationales de densité de flux de neutrons thermiques effectuées dans les empilements étalons des laboratoires nationaux

Le Groupe de travail des mesures neutroniques a organisé, sous l'égide du B.I.P.M., une comparaison internationale des mesures de densité de flux de neutrons thermiques effectuées dans les empilements étalons des laboratoires nationaux. Cette comparaison a lieu entre onze laboratoires participants : chaque laboratoire distribue à deux ou trois autres laboratoires des feuilles d'or pour être irradiées dans leur empilement étalon avec et sans protection de cadmium ; le laboratoire distributeur mesure l'activité du ^{198}Au et détermine ainsi la densité de flux, suivant la convention de Westcott, pour un spectre de neutrons thermiques dont l'énergie maximale est déterminée par l'absorption des neutrons dans un écran de cadmium de 1 mm d'épaisseur. Chaque laboratoire pourra comparer sa mesure à celle de tout autre laboratoire en se référant à un laboratoire intermédiaire commun. Les résultats, qui doivent parvenir au Bureau International avant le 31 décembre 1966, seront analysés par E. J. Axton (N.P.L.) et R. S. Caswell (N.B.S.). Le Bureau International n'étant pas encore équipé d'un empilement étalon pour la mesure de densité de flux de neutrons thermiques, nous ne participons pas à cette comparaison internationale.

Travaux en liaison avec des organismes internationaux et nationaux

Je continue à m'occuper du projet de la 3^e édition du Vocabulaire International de l'Éclairage, en tant que président du Comité d'Experts E-1.1. de la Commission Internationale de l'Éclairage (C. I. E.) ; il est prévu que ce Vocabu-

laire sera commun à cette Commission et à la Commission Electrotechnique Internationale (C.E.I.). Une réunion restreinte a eu lieu à Sèvres le 25 et le 26 juillet 1966, et j'ai assisté à la réunion du Comité d'Experts E-2.2 à Bruxelles du 15 au 17 mars 1966 pour assurer la coordination avec mon Comité. H. Moreau continue son rôle de secrétaire dans ce travail, et il a consacré une part importante de son temps à l'établissement du premier projet trilingue de ce Vocabulaire qui a été soumis pour enquête auprès des Comités nationaux de la C.I.E. et de la C.E.I. en avril 1966.

Le Bureau a également apporté sa contribution à certains travaux de l'I.S.O./TC 12 et de l'Association Française de Normalisation.

Dans le domaine des radiations ionisantes, A. Allisy a participé à titre de membre et comme représentant du Bureau aux travaux des Commissions suivantes :

— Comité pour la mesure des doses absorbées produites par des photons de 0,6 à 100 MeV (Commission Internationale des Unités et Mesures des Radiations Ionisantes (I.C.R.U.), Manchester, 3-5 septembre 1965).

— Commission I.C.R.U., à Fiuggi (Italie), du 5 au 12 septembre 1965, à Rome du 19 au 22 septembre 1965 et à Cortina du 27 juin au 1^{er} juillet 1966.

— Commission Mixte de Radioactivité appliquée, à Vienne (Autriche), le 19 novembre 1965.

— Comité *ad hoc* de l'I.C.R.U. sur les concepts et mesures aux énergies de 1 à 100 MeV (photons et électrons), à Toronto du 24 au 29 janvier 1966.

— Congrès international de la Radiation Research Society à Cortina, du 20 au 24 juin 1966.

Documentation et Système Métrique (H. Moreau)

Parmi les demandes de renseignements, officielles ou privées, auxquelles le Bureau est amené à répondre sur des questions d'unités, d'étalons, etc., je dois signaler plus spécialement les renseignements fournis au Pakistan qui a décidé d'adopter prochainement les mesures métriques, et à la Ford Motor Company (U.S.A.) dans le cadre de la préparation d'un programme en vue de favoriser l'introduction des mesures métriques dans cette importante société américaine.

Publications du Bureau (H. Moreau)

Les deux publications suivantes sont sorties de presse depuis octobre 1965 :

1^o *Comité Consultatif de Thermométrie*, 7^e session (1964), avec les Rapports des Groupes de travail I et II et 19 annexes.

2^o *Procès-Verbaux des séances du Comité International des Poids et Mesures*, tome 33 (54^e session, octobre 1965).

Le mémoire sur les Kilogrammes prototypes du Bureau et les Kilogrammes nationaux doit paraître prochainement. Les comptes rendus des dernières sessions des Comités Consultatifs de Photométrie et d'Électricité sont en cours d'impression ou en préparation.

Publications extérieures

CARRÉ (P.), Installation et utilisation du comparateur photoélectrique et interférentiel du Bureau International des Poids et Mesures, *Metrologia*, 2, N° 1, 1966, p. 13-23.

GRANADOS (C. E.) et RYTZ (A.), Standardization of a ^{54}Mn solution by $4\pi\text{X}$, e(PC)- γ coincidence counting; a simple method of evaluating the decay scheme correction, *Metrologia*, 2, N° 2; 1966, p. 90-92.

NAGGIAR (V.), LAFAYE (L.) et BRÉONCE (P.), Distribution angulaire d'une source de neutrons D(d, n) ^3He en cible épaisse pour deutons de 100 keV, *Nuclear Instr. and Methods*, 41, N° 1, 1966, p. 77-83.

HALL (J. A.), Fifty years of temperature measurement, *J. Sci. Instr.*, 43, 1966, p. 541-547.

Exposés

Le 4 juillet 1966, A. Allisy a fait une conférence au Centre d'Études Nucléaires de Bologne sur « Certains problèmes posés par la mesure de l'exposition de photons de 1 MeV ».

D'octobre 1965 à mars 1966, A. Allisy a fait un Cours de dosimétrie d'une trentaine de leçons à l'Institut National des Sciences et Techniques Nucléaires, à Saclay. Ce cours a porté plus spécialement sur la description et la mesure des champs de rayonnements ionisants.

Le 10 février 1966, P. Carré a fait au Bureau International un exposé sur les principes de l'utilisation des calculateurs électroniques.

Le 7 décembre 1965, au Laboratoire A. Cotton à Meudon, et le 17 mai 1966, au Bureau International, A. Sakuma a fait un exposé sur l'état d'avancement de ses propres travaux.

Le 30 mars 1966, J. A. Hall a présenté à la Physics Exhibition, Londres, une conférence sur le sujet « Fifty years of temperature measurement ».

Le 4 janvier 1966, au Bureau International, H. Moreau a présenté devant un groupe d'ingénieurs étrangers, dans le cadre d'un stage de normalisation organisé par l'Association Française de Normalisation, un exposé sur le sujet suivant « Le Bureau International des Poids et Mesures et ses activités ».

Voyages, visites et stages du personnel

Dans la deuxième semaine de septembre 1965, j'ai assisté au Congrès d'Amsterdam en l'honneur du centenaire de la naissance de Pieter Zeeman, où j'ai pu rencontrer d'éminents physiciens venus de plusieurs pays.

Invité à y faire une conférence le 18 février 1966, j'ai visité les laboratoires, en rapide expansion, de l'Université de Grenoble, et le laboratoire de recherches nucléaires voisin.

J'ai passé deux semaines en Amérique du Nord, d'abord à Boulder, Colorado, où se tenait la Conférence sur les mesures électromagnétiques de précision, à laquelle j'ai eu l'honneur de prononcer la « keynote address » devant un auditoire international; puis à Ottawa aux laboratoires du Conseil National de Recherches, enfin aux laboratoires du National Bureau of Standards à Washington et à Gaithersburg. Inutile d'insister sur l'utilité bien connue d'un tel voyage, que j'avais cru bon d'ajourner auparavant à

cause de mes occupations à Sèvres, particulièrement pendant la création de la section des radiations ionisantes.

J'ai prévu une visite analogue d'environ deux semaines à Moscou et Leningrad en septembre 1966.

J'ai visité avec Mr de Boer l'Institut voor Kernfysisch Onderzoek d'Amsterdam le 7 juillet 1966 pour y voir les moyens de calcul électronique employés dans ce laboratoire, dont l'importance est comparable à celle du Bureau International.

Le 10 décembre 1965, A. Allisy a été convoqué comme expert par le Service de biologie de la Direction générale de recherche et enseignement d'Euratom, à Bruxelles.

A. Allisy a participé du 20 au 24 juin 1966 au Congrès International de la Radiation Research Society, à Cortina.

Le 5 juillet 1966, A. Allisy a visité le Laboratoire du Centre d'Études Nucléaires d'Ispira, où il a eu l'occasion de prendre des contacts en vue d'une collaboration future avec le Centre Européen de Traitement des Informations Scientifiques.

P. Carré a participé à Grenoble, du 31 mai au 3 juin 1966, aux Journées d'études sur le traitement à distance de l'information et l'utilisation des calculateurs en temps réel et en temps partagé. Ces journées d'études étaient organisées par l'Association Française d'Informatique et de Recherche Opérationnelle.

A. Rytz et R. Czerwonka ont suivi chacun un cours de cinq jours de programmation « Fortran » à l'Institut Blaise Pascal à Paris, l'un du 22 au 26 novembre 1965, l'autre du 27 septembre au 1^{er} octobre 1965.

Visites et stages au Bureau International

Les visites au Bureau International d'étudiants d'Universités et de personnalités de divers pays sont trop nombreuses pour pouvoir être toutes citées. Mentionnons celles de :

Mr Watson de la Société américaine Spectra-Physics (19 octobre 1965).

Mr Rifat Sami Ertekin, Directeur du Service des Poids et Mesures de Turquie (12 et 22 novembre 1965).

Mr Frich, Professeur de spectroscopie à Leningrad (20 janvier 1966).

Mr Rouppert, Ingénieur au Bureau National des Mesures de Pologne (31 janvier et 11 février 1966).

Mr Giroux, du Centre d'Études Nucléaires de Grenoble, qui s'est initié du 20 au 22 avril 1966, dans le groupe des rayons X, à l'étalonnage de condensateurs.

Mr Thompson, de la Central Electricity Generating Board, Berkeley, Grande-Bretagne, qui a visité la section des radiations ionisantes (4 et 5 mai 1966).

Mr Strain, Président de la Société américaine d'appareils de mesure ESI, (11 mai 1966).

Mr E. Kerö, de l'Agence Internationale de l'Énergie Atomique, qui a visité notre laboratoire des radionucléides (16 mai 1966) et discuté des questions d'électronique.

Mr Arri, Ingénieur à l'Istituto Elettrotecnico Nazionale Galileo Ferraris, Turin (17 mai 1966).

Mr Bouillon, Professeur à l'Université Laval de Québec (12 juin 1966).

Mr Ekelöf, Professeur à la Chalmers University of Technology à Göteborg (12 juillet 1966).

Mr Barnes, Chef de la section des radiations ionisantes du National Physical Laboratory de Grande-Bretagne, qui a pris contact le 28 juillet 1966 avec les physiciens de la section correspondante du Bureau International.

Les stages de plus ou moins longue durée ont également été nombreux cette année.

Mr G. Farouk Abouzakhm, du National Physical Laboratory for Metrology du Caire, a effectué un stage d'un an (septembre 1965 à août 1966), dans la section d'interférométrie.

Mr A. I. Kartachev, de l'Institut de Métrologie D. I. Mendéléev de Leningrad, est resté au Bureau International pendant les mois d'octobre et novembre 1965 et a activement participé aux travaux de la section d'interférométrie.

Mr M. Duhamel, de l'Institut Géographique National, Paris, a aimablement été mis à la disposition de notre section de gravimétrie depuis la fin du mois d'octobre 1965.

Mlle M.-T. Niatel, chargée de recherche, et Mme M. Boutillon, attachée de recherche à l'Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale (Paris), et Mlle A. M. Roux, physicienne au Service Central de Protection contre les Rayonnements Ionisants (Paris), ont pris une part active au travail du Groupe de rayons X; les résultats de leurs travaux sont décrits dans ce rapport.

Mr Judine, physicien de l'Institut de Métrologie D. I. Mendéléev de Leningrad, a travaillé, en octobre et novembre 1965, dans le groupe des rayons X où il s'est plus particulièrement intéressé à la mesure automatique des courants d'ionisation. Il a par ailleurs pris une part très active à toutes les discussions scientifiques qui ont eu lieu au sein de la section des radiations ionisantes.

Mr Brosed, de la Junta de Energia Nuclear, Madrid, est en stage dans la section des radiations ionisantes depuis le 1^{er} février 1966. Il a pris une part très active à la préparation de la comparaison internationale de mesures d'exposition des rayons X de faible énergie. Parallèlement, il a commencé à s'initier à la théorie des chambres à cavité en vue d'un travail qu'il doit effectuer sur ce sujet.

Mr E. Kowalski, de l'Institut de Physique Appliquée de l'Université de Berne, a séjourné les 9 et 10 novembre 1966 dans les laboratoires des radiations ionisantes et a fait un exposé sur l'étalonnage de radionucléides par une méthode à coïncidences avec très faible efficacité des compteurs. Son collègue, Mr Th. Binkert, est resté huit jours en novembre 1965 pour s'initier à nos techniques de préparation de films et de sources dont il a emporté plusieurs exemplaires.

Mr C. E. Granados, de la Junta de Energia Nuclear, est revenu à Sèvres pour discuter, du 15 au 17 novembre 1966, la forme finale d'une publication commune.

Mr J. W. Müller, de l'Institut de Physique de l'Université de Zurich, a fait un stage de quatre semaines (24 janvier au 18 février 1966) dans la section des radiations ionisantes et a participé activement aux expériences en cours.

Mr F. Sagastibelza a terminé son stage d'un peu plus d'un an, commencé en juillet 1965. Il a effectué une longue série d'expériences sur l'application de la méthode du traceur en vue d'établir les bases d'une éventuelle comparaison internationale future du ^{35}S par cette méthode. Pendant ce séjour, il a suivi le Cours de dosimétrie fait par A. Allisy à l'Institut National des Sciences et Techniques Nucléaires.

Enfin, Mr J. Aten, étudiant en physique à l'Université d'Amsterdam, a passé le mois de juillet 1966 dans nos laboratoires des radiations ionisantes et a assisté à diverses expériences et manipulations.

CERTIFICATS. NOTES D'ÉTUDE

Pendant la période du 1^{er} septembre 1965 au 31 août 1966
44 Certificats et 2 Notes d'étude ont été délivrés.

CERTIFICATS

1965

N°		
23.	Étalon de 10 ohms, N° E2/540-541/95 (addition)	Bundesamt für Eich- und Vermessungs- wesen, Wien.
24.	Quatre piles étalons, N°s 7375, 7376, 57044 et T	Le Matériel Electro-chimique, Paris.
25.	Trois étalons d'intensité lumineuse, N°s A0-10, A0-11 et A0-12 (Tc 2854 °K) ...	Office National des Mesures, Budapest.
26.	Fil de 4 m, N° 607	National Standards Laboratory, Chippendale.
27.	Pile étalon, N° 397 392	Office National des Mesures, Budapest.
28.	Deux piles étalons, N°s 347 902 A et B (addition)	Id.
29.	Trois fils de 12 m, N°s 1, 42 et 193	Institut Géographique National, Paris.
30.	Mètre en silice fondue, N° 53	Deutsches Geodätisches Forschungs- institut, München.
31.	Trois fils de 24 m, N°s 89, 90 et 91 (addition)	Netherlands Geodetic Commission, Delft.
32.	Trois fils de 24 m, N°s 585, 586 et 587 (addition)	Id.
33.	Quatre piles étalons, N°s 1, 2, 3 et 4 (addition)	Manufacture Belge de Lampes et de Matériel Electronique, Bruxelles.

1965 (suite)

N°		
34.	Deux étalons de 1 ohm, N°s 1 617 922 et 134 900 MF 01 (addition)	Société Anonyme Belge de Constructions Aéronautiques, Bruxelles.
35.	Etalon de 0,1 ohm, N° 134 899 MF 01	Id.
36.	Quatre piles étalons, N°s 378 257 A et B, 378 322 et 378 351 (addition)	Id.
37.	Mètre prototype, N° 6 C (addition)	Roumanie.

1966

1.	Trois étalons de 1 ohm, N°s 647, 648 et 649	Bureau National des Mesures, Varsovie.
2.	Quatre piles étalons, Nos 1014, 1015, 2093 et 2094	Id.
3.	Deux fils de 24 m, N°s 510 et 511 (addition)	Deutsches Geodätisches Forschungsinstitut, München.
4.	Dix étalons d'intensité lumineuse, N°s 101 à 105 (Tc 2042 °K), N°s 121 à 125 (Tc 2353 °K)	Service de la Métrologie, Bruxelles.
5.	Cinq étalons de flux lumineux, N°s 21 à 25 (Tc 2788 °K)	Id.
6.	Huit étalons de flux lumineux, N°s 11, 12, 14, 15 (Tc 2353 °K), N°s 30, 33, 36, 37 (Tc 2788 °K) (addition)	Id.
7.	Pile étalon, N° 7414	Le Matériel Electro-chimique, Paris.
8.	Six piles étalons, Nos 7393, 7394, 7410, 7412, 7413 et 7415	Institut National des Tests Industriels, Stockholm.
9.	Pile étalon, N° 7416	Le Matériel Electro-chimique, Paris.
10.	Deux fils de 24 m, N°s 60 et 61 ; fil de 8 m, N° 59 (addition)	Electricité de France, Paris.
11.	Fil de 24 m, N° 72 (addition)	Id.
12.	Fil de 8 m, N° 1222 (addition)	Id.
13.	Ruban de 4 m en invar, N° 257 (addition) ..	Id.
14.	Ruban de 4 m en invar, N° 083	Id.
15.	Ruban de 24 m en invar, N° 10058 (addition)	Norske Justervesen, Oslo.
16.	Fil de 24 m, N° 1207 (addition)	Société Française de Stéréotopographie, Paris.
17.	Fil de 24 m, N° 1314 (addition)	Id.
18.	Kilogramme en acier inoxydable, N° 63	Népal.
19.	Kilogramme en acier inoxydable, N° 10 (addition)	Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen, Wien.
20.	Deux calibres étalons de 40 et 80 mm	Id.

1966 (suite)

N°

- | | |
|--|---|
| 21. Micromètre objectif "Reichert" | Urad pro Normalizaci, Praha. |
| 22. Micromètre objectif "Zeiss" | Id. |
| 23. Deux piles étalons, N°s L-379 990 A et B
(addition) | Id. |
| 24. Pile étalon, N° 1 401 492 | Id. |
| 25. Trois thermomètres S.U.C.R.P., N°s 165,
167 et 168 | Id. |
| 26. Série de masses en platine de 500 à 1 mg .. | Id. |
| 27. Quatre thermomètres Prolabo, N°s 126 à
129 | Bureau National des Mesures,
Varsovie. |
| 28. Quatre calibres étalons en acier, de 5,
10, 50, 90 mm | Office National des Mesures,
Budapest. |
| 29. Huit calibres étalons en acier, de 90,
125, 150, 175, 200, 300, 400 et 500 mm ... | Id. |

NOTES D'ETUDE

1965

- | | |
|--|---|
| 2. Quatre thermomètres à mercure | Société Anonyme Belge de Construc-
tions Aéronautiques, Bruxelles. |
|--|---|

1966

- | | |
|----------------------------------|--|
| 1. Cale en acier de 256 mm | Laboratoire Central des Industries
Electriques, Fontenay-aux-Roses. |
|----------------------------------|--|

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 1965.

Compte I. — Fonds ordinaires

RECETTES

	francs-or
Actif au 1 ^{er} janvier 1965.....	410 584,04
Recettes de l'exercice.....	1 099 339,50
Total.....	<u>1 509 923,54</u>

DÉPENSES

	francs-or
Dépenses de fonctionnement.....	1 132 760,21
Différences de change.....	3 879,22
Versement au compte « Remboursements aux États ».....	17 640,00
ACTIF AU 31 DÉCEMBRE 1965.....	355 644,11
Total.....	<u>1 509 923,54</u>

DÉTAIL DES RECETTES

	francs-or
Versements de contributions :	
au titre de l'exercice 1965.....	963 190,00
au titre des exercices antérieurs.....	84 938,00
au titre de l'exercice 1966.....	16 458,00
	} 1 064 586,00
Intérêts des fonds.....	15 813,68
Taxes de vérification.....	16 897,09
Recettes diverses.....	2 042,73
Total.....	<u>1 099 339,50</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.....	542 529,02	650 000	107 470,98	—
2. Allocations familiales.....	41 239,98	44 000	2 760,02	—
3. Sécurité sociale.....	11 037,45	12 000	962,55	—
4. Assurance-accidents.....	4 203,66	4 000	—	203,66
5. Caisse de Retraites.....	60 000,00	60 000	—	—
B. Dépenses d'exploitation :				
1. Bâtiments (entretien).....	121 663,39	130 000	8 336,61	—
2. Mobilier.....	2 896,35	6 000	3 103,65	—
3. Laboratoire et atelier.....	89 442,76	80 000	—	9 442,76
4. Chauffage, eau, énergie électrique.....	42 514,71	60 000	17 485,29	—
5. Assurances.....	3 039,47	5 000	1 960,53	—
6. Impressions et publications.....	19 733,51	38 000	18 266,49	—
7. Frais de bureau.....	17 946,06	26 000	8 053,94	—
8. Voyages.....	6 188,51	10 000	3 811,49	—
9. Bureau du Comité.....	9 000,00	9 000	—	—
C. Dépenses d'investissement :				
1. Laboratoire.....	122 113,20	80 000	—	42 113,20
2. Atelier.....	5 625,55	26 000	20 374,45	—
3. Bibliothèque.....	9 315,72	9 000	—	315,72
D. Frais divers et imprévus :				
	24 270,87	65 000	40 729,13	—
Totaux.....	1 132 760,21	1 314 000	233 315,13	52 075,34

Compte II. — Caisse de Retraites

RECETTES

Actif au 1 ^{er} janvier 1965.....	francs-or 59 021,37
Intérêts des fonds.....	959,06
Retenues sur les traitements.....	19 911,34
Virement du Compte I.....	60 000,00
Total.....	139 891,77

DÉPENSES

Pensions servies.....	francs-or 61 288,38
ACTIF AU 31 DÉCEMBRE 1965.....	78 603,39
Total.....	139 891,77

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

Ce compte n'a enregistré en 1965 aucun mouvement en recette ou en dépense. Comme au 1^{er} janvier 1965, il se présente ainsi :

ACTIF AU 31 DÉCEMBRE 1965.....	francs-or <u>8 663,59</u>
--------------------------------	------------------------------

Compte IV. — Laboratoire pour les radiations ionisantes

RECETTES

Actif au 1 ^{er} janvier 1965.....	francs-or 425 966,89
Recettes de l'exercice.....	<u>646 340,41</u>
Total.....	<u>1 072 307,30</u>

DÉPENSES

Dépenses de l'exercice.....	francs-or 489 837,34
ACTIF AU 31 DÉCEMBRE 1965.....	<u>582 469,96</u>
Total.....	<u>1 072 307,30</u>

DÉTAIL DES RECETTES

Versements de contributions exceptionnelles :		francs-or
au titre de la première dotation.....	25 110,00	} 632 530,00
» de la deuxième »	43 527,00	
» de la troisième »	563 893,00	
Intérêts des fonds		<u>13 810,41</u>
Total.....		<u>646 340,41</u>

DÉTAIL DES DÉPENSES

Bâtiments et abords.....	francs-or 375 202,67
Équipement scientifique de base.....	108 369,23
Équipement de bureau.....	<u>6 265,44</u>
Total.....	<u>489 837,34</u>

Bilan

AU 31 DÉCEMBRE 1965

	francs-or
Compte I « Fonds ordinaires ».....	355 644,11
Compte II « Caisse de Retraites ».....	78 603,39
Compte III « Fonds spécial pour l'amélioration du matériel scientifique ».....	8 663,59
Compte IV « Laboratoire pour les radiations ionisantes ».....	582 469,96
ACTIF NET.....	<u>1 025 381,05</u>

Cet actif se décompose comme suit :

a. Les fonds déposés en banque :

	francs-or
1° En monnaie française.....	122 507,20
2° En monnaie américaine U.S.A.....	610 800,28
3° En monnaie suisse.....	274 174,19
4° En monnaie britannique.....	34 667,03

b. Les espèces en caisse.....	10 858,48
Total.....	<u>1 053 007,18</u>

A déduire :

Provision pour remboursements aux États.....	25 140,00	}	27 626,13
Créditeurs divers.....	2 486,13		
ACTIF NET.....			<u>1 025 381,05</u>

INDEX

- Accélération due à la pesanteur
détermination absolue en cours, 17, 43
proposition de créer un groupe d'étude, 25
- Accord de siège, poursuite des négociations, 23
- Avenir du B.I.P.M., terrain, 26
- Avertissement historique, 5
- Balances
Rueprecht N° 1, 16, 43; N° 2 (révision), 43
- Bâtiments, 23, 27
cour (réfection), 29
Grand Pavillon (bureaux), 28;
central téléphonique, remplacement, 29
- Observatoire (aménagement couloir de ronde en sous-sol, laboratoire photographie, bureaux, chauffage, couverture), 28; mur de soutènement, stabilisation, étude en cours, 23, 29
- Petit Pavillon (appartement fonction), 29
- Budget 1967, 23, 24
- Caisse de Retraites, étude nouveau règlement, augmentation cotisations du personnel, 13
- Certificats, Notes d'étude, 79
- Colorimétrie, 19
- Comités Consultatifs, 13, 18
- Définition Seconde: travaux Commission 1 U.R.S.I., discussion sur nouvelle définition seconde, 20; présidence (H. Barrell), 22
- Électricité, 18; présidence (F. J. Lehany), 18
- Groupes de travail 13
étalons d'énergie α , création et composition, 22
thermométrie, réunions de Moscou et Leningrad, 19
- Photométrie, 19
- Thermométrie: température thermodynamique, E.I.P.T., 19, 20; nouveau membre (M. Colomina), 20
- Radiations Ionisantes, étalons d'énergie α (réunion commission), 22
- Unités, 23
nominations (A. G. McNish, P. Vigoureux), 23; date 1^{re} réunion, 23
- Comité International, 7
bureau du, activités, 12
décès (T. Isnardi), 12
démissions (H. Barrell, P. K. Kichlu, 12; G. Bourdoun, 11)
élections (H. Niewodniczanski, J. V. Dunworth), 12
invitation de Mr Novikov à quelques séances, 12
membre honoraire (H. Barrell), 12
Rapport du Secrétaire, 12
- Commission Administrative, 11; rapport, 23
- Comparaisons internationales
densité de flux de neutrons thermiques, 73
étalons de capacité électrique au mica de 0,1 μ F, 58
de faible valeur (10 pF), 58
éclairage énergétique, 19
instruments de mesure dans le domaine des radiofréquences, 58
radionucléides, 66
source neutrons Ra-Be (α , n) N° 200-1 N.R.C., taux d'émission, 71
- Comparateur photoélectrique et interférentiel, améliorations et modifications, 30
- Comptes, 14, 82
- Conférence Générale 13^e
date, 12, 14
préparation, 25
traductions simultanées (langue espagnole), 13
- Convention du Mètre (Uruguay), 14
- Cotisations des États, enquête, 13, 14
- Détecteur d'incendie, 23
- Dépôt des Prototypes métriques, visite, 18

- Documentation, 74
 Dotation du B.I.P.M., 13, 23
- Échelle Internationale Pratique de Température, 20
- Électricité
 aménagements divers de la section, 54
 Comité Consultatif, 18
 diodes de Zener, dispositif de transfert à, 57
 étalons, 17, 54
 comparaisons (*voir* à Comparaisons internationales)
 piles : étude spéciale de, 57; groupe de référence du B.I.P.M., 57
 résistance en métal pur (Pt, Pd), 55
 grandeurs aux radiofréquences, état des comparaisons, 58
 matériel, 54
- Étalons
 électriques (*voir* Électricité)
 longueur, 16
 à bouts : calibres, Mètre en silice fondue (N° 53), 34
 à traits (*voir* fils, Mètres, règles, réglettes); micromètres sur verre, 32
 masse (*voir* Kilogrammes, masses)
 Exposés du personnel du B.I.P.M., 75
- Fils géodésiques, 36
- Gravimétrie (mesure absolue de g en cours) 17, 43
- Groupes de travail (*voir* Comités Consultatifs)
- Interférométrie, 36
 laser stabilisé, 42
 monochromatisation interférentielle, 42
 profil spectral 6 radiations Kr 86, étude dissymétrie, 36
 réglage miroirs d'un trièdre, 42
 Invar, dépression, 36
- Kilogrammes (N°s 10 et 63), 43
 Krypton 86, profil spectral 6 radiations, étude dissymétrie, 36
- Laboratoires (*voir* Bâtiments)
 Laser stabilisé, 42
 Longueurs, 16, 30
- Manobarmètre interférentiel, 49
 Masses, 16, 43
 Mesures neutroniques, 71
 densité de flux de neutrons thermiques, comparaison internationale, 73
 sources de neutrons
- Ra-Be (α , n) N° 200-1 N.R.C., comparaison internationale, 71
 D(d, n) ^3He , étude, 71
 Mètres prototypes en Pt-Ir du B.I.P.M. (I 1, T 4), 31
 nationaux (N°s 3 C, 35), 31
 Mètre en silice fondue (N° 53), 34
 Monochromatisation interférentielle, 42
- Neutrons, sources (*voir* Mesures neutroniques)
- Ordinateur, 23
 Organismes internationaux et nationaux. travaux en liaison avec, 73
- Personnel du B.I.P.M., 9, 13, 23, 27
 engagements, 27
 exposés, 75
 nomination (P. Giacomo), 27
 voyages, visites et stages, 75
- Photométrie, 17, 59
 Comité Consultatif, 19
- Publications
 du Bureau, 25, 74
 extérieures, 75
- Radiations ionisantes, 17 (*voir* Mesures neutroniques, Radionucléides, Rayons X et γ)
 Comité Consultatif, 22
- Radionucléides, 66
 ^{60}Co , sources étalons, 70
 comparaisons internationales, 66
 émetteurs β purs, étalonnage par méthode du traceur, 67
 ensemble comptage $4\pi\beta(\text{CP})-\gamma$, perfectionnement, 68
 ^{54}Mn , étalonnage solution par comptage coïncidences $4\pi\text{X}$, e(CP)- γ , correction, 66
 « pycnomètres » (fournisseur), 66; contamination possible, 69
 spectrométrie α , 70
 $^{90}\text{Sr} + ^{90}\text{Y}$, étalonnage par séparation chimique, 67
- Rapport du Directeur, 16, 25, 27
- Rayons X et γ , 59
 chambres d'ionisation, corrections, 61, 62; préparation comparaison internationale, 63
 équilibre électronique dans champ d'induction magnétique, 60
 exposition dans faisceau rayons émis par ^{60}Co , détermination de I , 59
 source ^{60}Co , étude rayonnement diffusé, 62
- Règles étalons de 1 m (N° 8614), 32
 Réglettes de 100 mm (N°s 4, 68), 32; de 200 mm (N°s 711, 712, 10 663), 33

Seconde (*voir* Comités Consultatifs)
Silice vitreuse, coefficient de dilatation
(arrêt des expériences), 49
Système Métrique, 74

Thermométrie, 17, 46
Comité Consultatif, 19
fours à grande uniformité de t , 47
Groupes de travail, 19
température thermodynamique point
Au, travaux préliminaires, 47
thermomètres à mercure, comparaison,
46; en quartz fondu, 46

Travaux du B.I.P.M. (extension à de
nouvelles sections et aux étalons
secondaires), 13, 15
Travaux et Mémoires B.I.P.M., arrêt
de la collection, 25

Unités (*voir* Comités Consultatifs)

Visites et stages au B.I.P.M., 76
Voyages, visites et stages, personnel
du B.I.P.M., 75

TABLE DES MATIÈRES

COMITÉ INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES

55^e Session (Octobre 1966)

	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, 4-6 octobre 1966	11
Ouverture de la session; quorum	11
Constitution de la Commission Administrative	11
Invitation faite à Mr Novikov d'assister à quelques séances du Comité	12
<i>Rapport du Secrétaire du Comité</i> (Membres du Comité International: décès de T. Isnardi; démissions de H. Barrell, nommé membre honoraire, et de P. K. Kichlu; élections de H. Niewodniczanski et de J. V. Dunworth. Activités du bureau du Comité International: préparation de la 13 ^e Conférence Générale; question des traductions simultanées; étude d'une nouvelle répartition de la dotation; dotations à demander à la Conférence. Personnel supérieur du Bureau International; nomination de P. Giacomo. Réunions des Comités Consultatifs et des Groupes de travail. États adhérents à la Convention du Mètre: exclusion de l'Uruguay. Indications financières)	12
Discussion sur le mode de répartition de la dotation et sur l'extension des travaux du Bureau vers les étalons secondaires	14
<i>Rapport du Directeur du Bureau</i> [voir détails plus loin]. Exposé du directeur sur les principes qui guident le Bureau dans ses principales activités	16
Visite du dépôt des Prototypes métriques	18
<i>Travaux des Comités Consultatifs et des Groupes de travail; composition et réunions futures.</i>	
Comité Consultatif d'Électricité (Nomination de F. J. Lehany comme président; état des comparaisons d'appareils de mesure en haute fréquence)	18
Comité Consultatif de Photométrie (Écarts entre les étalons nationaux de la candela; définition de la candela; travaux du Groupe de travail de la radiométrie absolue; extension des activités du Comité Consultatif à certains aspects de la colorimétrie)	19

Comité Consultatif de Thermométrie (Réunions des Groupes de travail à Moscou et Leningrad en septembre 1966; révision en cours de l'E.I.P.T.; nomination de M. Colomina comme membre spécialiste)	19
Comité Consultatif pour la Définition de la Seconde (Compte rendu des renseignements recueillis par H. Barrell à la Commission 1 de l'U.R.S.I. (Munich, septembre 1966); le C.C.D.S. délibèrera par correspondance sur une nouvelle définition de la seconde; nomination de H. Barrell comme président du Comité Consultatif) ...	20
Comité Consultatif pour les Étalons de Mesure des Radiations Ionisantes (Réunion du Groupe de travail sur les mesures neutroniques; réunion d'une commission de spécialistes de la mesure absolue des énergies de désintégrations α ; approbation de la transformation de cette commission en « Groupe de travail pour les étalons d'énergie α » et de sa composition)	22
Comité Consultatif des Unités (Première session en avril 1967; désignation de deux nouveaux membres)	23
Rapport de la Commission Administrative (Examen des chapitres « Personnel » et « Bâtiments » du Rapport du directeur; approbation de la proposition de louer un ordonnateur; approbation des comptes 1965, de l'exécution du budget 1966, et du budget 1967; augmentation de la cotisation du personnel à la Caisse de Retraites; accord de siège; dotations à demander à la Treizième Conférence Générale)	23
Approbation du Rapport précédent et du budget pour 1967'	24
Préparation de la Treizième Conférence Générale	25
<i>Questions diverses.</i>	
Rapport du directeur: envoi aux membres du Comité quatre semaines avant la session	25
Cessation de la publication <i>Travaux et Mémoires du B.I.P.M.</i>	25
Proposition de constitution d'un Groupe d'étude pour s'occuper de la valeur absolue de l'accélération due à la pesanteur; discussion de cette proposition.	25
Nécessité de prévoir la réservation d'un terrain en cas d'extension future du Bureau et d'abandon du Pavillon de Breteuil	26
Rapport du Directeur sur l'activité et la gestion du Bureau International (1^{er} septembre 1965 — 1^{er} septembre 1966).	27
I. — PERSONNEL. — (Engagements: J. Fournier, J. Hostache, J. Milobedzki)	27
II. — BÂTIMENTS. — Laboratoire pour la section des radiations ionisantes (Réceptions définitives des travaux; paiements des soldes des mémoires). Observatoire (Aménagement du couloir de ronde en sous-sol; modification du chauffage central; réfection du laboratoire de photographie; aménagement de deux bureaux au premier étage; réfection de gouttières et de descentes des eaux pluviales). Grand Pavillon (Réfection du vestibule d'entrée). Petit pavillon (Aménagement d'une salle d'eau; travaux de peinture). Service généraux et dépendances (Installation d'un nouveau central téléphonique. Remise en état de la cour du Pavillon de Breteuil) ...	27
III. — INSTRUMENTS ET TRAVAUX	29
<i>Remarques générales</i>	29
<i>Longueurs.</i> — Comparateur photoélectrique et interférentiel (Améliorations; révision par la S.G.I.P.). Mètres prototypes (N ^{os} 3C (Danemark), 35 (Rép. Arabe Unie), I 1 et T 4 (Bureau International)). Étalons à traits (Décimètre N ^o 68; Règle N ^o 8614; micromètres objectifs sur verre; Décimètre N ^o 4; Réglettes de 200 mm N ^o 10 663, N ^o 711 et N ^o 712). Étalons à bouts (Cale en acier de 256 mm; calibres; nouvelle mesure du Mètre en silice fondue N ^o 53). Base et fils géodésiques; dépression de l'invar	30
<i>Interférométrie.</i> — Étude de la dissymétrie du profil spectral de quelques radiations du krypton 86 (visibilité, phase, profil). Monochromatisation interférentielle. Réglage des miroirs d'un trièdre. Laser stabilisé	36

<i>Masses.</i> — Balances Rueprecht N° 1 et N° 2. Études courantes (Kilogrammes N° 10 et N° 63)	43
<i>Gravimétrie.</i> — Détermination absolue de g (Source lumineuse; synchronisation des franges achromatiques et du maximum des éclairs; chronographe électronique; séquenceur; table stabilisée. Matériel acquis ou construit)	43
<i>Thermométrie.</i> — Thermomètres à mercure (Comparaison des thermomètres étalons à mercure du Bureau à un thermomètre à résistance de platine; thermomètres en quartz fondu; études courantes). Température thermodynamique du point de l'or (Expériences préliminaires). Fours à grande uniformité de température. Coefficient de dilatation de la silice vitreuse (Abandon de cette étude qui est poursuivie par le N.R.C. à Ottawa en collaboration avec l'Institut d'Optique à Paris). Préparation de cellules à point triple de l'eau	46
<i>Manométrie.</i> — Mise en fonctionnement du nouveau manoharomètre interférentiel; résultats des premiers essais (Stabilité de la console; suspension antivibratoire; vide limite; étalonnage et température de la règle; uniformité de température du mercure; température de l'azote; stabilité du zéro; surface de référence du zéro; déplacement du chariot; précision des mesures)	49
<i>Électricité.</i> — Matériel, étalons et aménagements divers (Renouvellement du matériel et rénovation de certains appareils; premier équipement du Bureau International en vue de comparaisons internationales d'étalons de capacité de faible valeur). Étalons de résistance en métal pur (Pt et Pd). Dispositif à diodes de Zener (Mesures avec le montage réalisé à la P.T.B.). Étude spéciale de piles étalons. Piles étalons (Groupe de référence du Bureau International). Comparaisons internationales (Étalons nationaux de résistance et de force électromotrice; étalons de capacité au mica de 0,1 μ F; étalons de capacité de faible valeur; comparaisons dans le domaine des radiofréquences). Études courantes	54
<i>Photométrie.</i> — (Études courantes. Achat de 42 lampes et de 3 tubes photoélectriques à cathodes multicalcines semi-transparentes)	59
<i>Rayons X et γ.</i> — Travaux préliminaires en vue de la détermination de l'exposition dans un faisceau de rayons γ émis par une source de ^{60}Co . Détermination de l'équilibre électronique dans un champ d'induction magnétique. Évaluation théorique des corrections dues au transport des électrons dans les chambres d'ionisation. Correction d'humidité pour une chambre d'ionisation à parois d'air. Étude du rayonnement diffusé provenant du système de collimation des sources intenses de ^{60}Co . Préparation de la comparaison des étalons nationaux d'exposition de rayons X de faible énergie	59
<i>Radionucléides.</i> — Comparaisons internationales de radionucléides (Préparation du Colloque de Vienne; fournisseur de « pycnomètres » en polythène). Étalonnage d'une solution de ^{54}Mn par comptage par coïncidences $4\pi\text{X}$, e(CP)- γ (Méthode d'évaluation de la correction dépendant du schéma de désintégration). Étalonnage du $^{90}\text{Sr} + ^{90}\text{Y}$ à l'aide d'une séparation chimique. Étalonnage d'émetteurs β purs par la méthode du traceur. Perfectionnement de la partie électronique de l'ensemble II de comptage $4\pi\beta$ (CP)- γ . Étude sur la contamination possible du pycnomètre utilisé pour ajouter un agent mouillant à des sources radioactives. Sources étalons de ^{60}Co (Étude statistique de résultats). Spectrométrie α et préparation de l'équipement pour mesures absolues d'énergie α .	66
<i>Mesures neutroniques.</i> — Mesures comparatives internationales du taux d'émission de la source de neutrons Ra-Be (α , n) N° 200-1 du N.R.C. Expérimentation sur une source de neutrons D(d, n) ^3He (Distribution angulaire des neutrons détectés par proton de recul au moyen d'un scintillateur hydrogéné; distribution angulaire des particules	

chargées ^3He , ^3H et ^1H des deux réactions compétitives $\text{D}(\text{d}, \text{n})^3\text{He}$ et $\text{D}(\text{d}, \text{p})^3\text{H}$; vérification expérimentale du calcul de l'efficacité du détecteur de neutrons; mesure de fluence des neutrons de 2,53 MeV et 2,75 MeV). Mesures comparatives internationales de densité de flux de neutrons thermiques effectuées dans les empilements étalons des laboratoires nationaux	71
Travaux en liaison avec des organismes internationaux et nationaux	73
Documentation et Système Métrique.....	74
Publications du Bureau	74
Publications extérieures	75
Exposés	75
Voyages, visites et stages du personnel	75
Visites et stages au Bureau International	76
Certificats. Notes d'étude	79
IV. — COMPTES, — (I. Fonds ordinaires. II. Caisse de Retraites. III. Fonds spécial pour l'amélioration du matériel scientifique. IV. Laboratoire pour les radiations ionisantes. Bilan)	82
INDEX	87