

COMITÉ INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES

PROCÈS - VERBAUX

DES SÉANCES

2^e SÉRIE — TOME 40

61^e SESSION — 1972
(17-18 octobre)



BUREAU INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES

Pavillon de Breteuil, F 92310 SÈVRES, France

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

NOTICE HISTORIQUE

Les organes de la Convention du Mètre Le Bureau International, le Comité International et la Conférence Générale des Poids et Mesures

Le Bureau International des Poids et Mesures (B.I.P.M.) 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 (43 520 m²) 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 du *Comité International des Poids et Mesures* (C.I.P.M.), placé lui-même sous l'autorité de la *Conférence Générale des Poids et Mesures* (C.G.P.M.).

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 International d'Unités (SI), forme moderne 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 étalons métrologiques en relation avec ces grandeurs, les activités du Bureau International ont été étendues aux étalons de mesure électriques (1927), photométriques (1937) et des rayonnements ionisants (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 rayonnements ionisants.

Une trentaine de physiciens ou techniciens travaillent dans les laboratoires du Bureau International; ils font des recherches métrologiques ainsi que des mesures dont les résultats sont consignés dans des certificats portant sur des étalons des grandeurs ci-dessus. Le budget annuel du Bureau International est de l'ordre de 3 000 000 de francs-or, soit environ 1 000 000 de dollars U.S.

⁽¹⁾ Au 31 décembre 1972, quarante et un États sont membres de cette Convention : Afrique du Sud, Allemagne, Amérique (É.-U. d'), Argentine (Rép.), Australie, Autriche, Belgique, Brésil, Bulgarie, Cameroun, Canada, Chii, Corée, Danemark, Dominicaine (Rép.), Espagne, Finlande, France, Hongrie, Inde, Indonésiste, Irlande, Italie, Japon, Mexique, Norvège, Pays-Bas, Pologne, Portugal, République Arabe Unie, Roumanie, Royaume-Uni, Suède, Suisse, Tchecoslovaquie, Thaïlande, Turquie, U.R.S.S., Uruguay, Venezuela, 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, qui peuvent créer des « Groupes de travail » temporaires ou permanents pour l'étude de sujets particuliers, 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 de chacun des grands Laboratoires de métrologie et des Instituts spécialisés dont la liste est établie par le Comité International, de membres individuels désignés également par le Comité International et d'un représentant du Bureau International. Ces Comités tiennent leurs sessions à des intervalles irréguliers; ils sont actuellement au nombre de sept :

1. Le *Comité Consultatif d'Électricité* (C.C.E.), créé en 1927.
2. Le *Comité Consultatif de Pholométrie et Radiométrie* (C.C.P.R.), nouveau nom donné en 1971 au *Comité Consultatif de Photométrie* (C.C.P.) créé en 1933 (de 1930 à 1933 le Comité précédent (C.C.E.) s'est occupé des questions de photométrie).
3. Le *Comité Consultatif de Thermométrie* (C.C.T.), créé en 1937.
4. Le *Comité Consultatif pour la Définition du Mètre* (C.C.D.M.), créé en 1952.
5. Le *Comité Consultatif pour la Définition de la Seconde* (C.C.D.S.), créé en 1956.
6. Le *Comité Consultatif pour les Étalons de Mesure des Rayonnements Ionisants* (C.C.E.M.R.I.), créé en 1958. Depuis 1969 ce Comité Consultatif est constitué de quatre sections : Section I (Rayons X et γ , électrons), Section II (Mesure des radionucléides), Section III (Mesures neuromiques), Section IV (Étalons d'énergie α).
7. Le *Comité Consultatif des Unités* (C.C.U.), 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*;
- *Recueil de Travaux du Bureau International des Poids et Mesures* (ce Recueil rassemble les articles publiés dans des revues et ouvrages scientifiques et techniques, ainsi que certains travaux publiés sous forme de rapports multilingues).

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 (SI) dans le monde.

La collection des *Travaux et Mémoires du Bureau International des Poids et Mesures* (22 tomes publiés de 1881 à 1966) a été arrêtée en 1966 par décision du Comité International.

Depuis 1965 la revue internationale *Metrologia*, éditée 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 organes de la Convention du Mètre.

LISTE DES MEMBRES

DU

COMITÉ INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES

AU 18 OCTOBRE 1972

Président

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

Vice-Président

2. J. V. DUNWORTH, Directeur du National Physical Laboratory, *Teddington*, Middlesex (Grande-Bretagne).

Secrétaire

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

Membres

4. E. AMBLER, Directeur de l'Institute for Basic Standards, National Bureau of Standards, *Washington* D.C. 20234.
5. L. CINTRA DO PRADO, Professeur à l'Université, Alameda Rocha Azevedo 1274 (Apt. 71), *São Paulo*, S.P.-01410.
6. E. DJAKOV, Directeur de l'Institut d'Électronique, Académie des Sciences de Bulgarie, *Sofia* 13.
7. P. HONTI, Vice-Président de l'Office National des Mesures, Némets-völgyi ut. 37-39, *Budapest* XII.
8. B. M. ISSAËV, Vice-Président du Comité d'État des Normes du Conseil des Ministres de l'U.R.S.S., Leninski prosp. 9 b, *Moscou* M-49.

9. F. J. LENANY, Chef de la Division of Applied Physics, National Standards Laboratory, University Grounds, City Road, *Chippendale*, N.S.W. 2008 (Australie).
 10. A. MARÉCHAL, Directeur Général de l'Institut d'Optique, 3-5 boulevard Pasteur, 75015 *Paris*.
 11. A. PERLSTAIN, Directeur du Bureau Fédéral des Poids et Mesures, Lindenweg 24, 3084 *Wabern* (Suisse).
 12. H. PRESTON-THOMAS, Sous-Directeur de la Division de Physique du Conseil National de Recherches, *Ottawa* K1A OS1.
 13. M. SANDOVAL VALLARTA, Membre de la Commission Nationale de l'Énergie Nucléaire, Insurgentes Sur 1079, *Mexico* 18, D. F.
 14. K. SIEGBAHN, Directeur de l'Institut de Physique, Box 530, 75121 *Uppsala* 1 (Suède).
 15. U. STRIIE, Président de la Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Bundesallee 100, 33 *Braunschweig*.
 16. J. STULLA-GÖRZ, Ancien Président du Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen, Gentzgasse 3, 1180 *Wien*.
 17. Y. TOMONAGA, Président de la Japan Society for the Promotion of Machine Industry, 1-1-12 Hachimano-cho, Higashikurume-City, *Tokyo*.
 18. A. R. VERMA, Directeur du National Physical Laboratory of India, Hillside Road, *New Delhi* 12.
- Membres honoraires*
1. A. V. ASTRIN, Consultant Director, National Bureau of Standards, *Washington* D.C. 20234.
 2. G. D. BOURDOUN, Institut de Métrologie, Chaire de Métrologie, Vadkovski per. 3 a, Stankin, *Moscou* A-55.
 3. L. M. BRANSCOMB, Old Orchard Road, *Armonk*, N.Y. 10504.
 4. L. DE BROGLIE, de l'Académie Française, Secrétaire Perpétuel de l'Académie des Sciences, 94 rue Perronet, 92200 *Neuilly-sur-Seine*.
 5. N. A. ESSERMAN, 2/29 A Stawell Street, *Kew*, Victoria 3101.
 6. R. H. FIELD, 32 Hightgate Gardens, *St. Michael* (Barbados, B.W.I.).
 7. L. E. HOWLETT, 51 Southern Drive, *Ottawa* 1, Ontario.
 8. M. KERSTEN, Ancien Président de la Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Bundesallee 100, 33 *Braunschweig*.
 9. M. SIEGBAHN, Directeur du Nobelinstitutet för Fysik, *Stockholm* 50.
 10. R. VIEWEG, Membre du Conseil de la Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Dachsbeweg 6, 61 *Darmstadt* *.

* Le Bureau International des Poids et Mesures a appris avec un profond regret le décès de R. VIEWEG survenu le 20 octobre 1972.

LISTE DU PERSONNEL

DU

BUREAU INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES

AU 1^{er} JANVIER 1973

Directeur : J. Terrien

Sous-Directeur : P. Giacomo

LABORATOIRES

Physiciens Chercheurs principaux

A. Allisy, P. Carré, A. Rytz.

Physiciens et Métrologistes

G. Ledere, A. Sakuma, J. Hamon,
J. Bonhoure, J. W. Müller,
V. D. Huynh, T. Witt, D. Gorman,
G. Girard, J.-M. Chartier.

Techniciens et Calculateurs

P. Bréonce, L. Lafaye, J. Hostache,
C. Colas, D. Carnet, F. Lesueur,
C. Veyradier, C. Garreau,
M^{me} J. Coarasa, D. Avrons,
R. Pello, D. Bournaud, M^{me} R. Czerwonka,
M^{me} J.-M. Chartier.

Mécaniciens

R. Michard, G. Bouthin, C. Gilbert,
J. Leroux, J. Dias, D. Rotrou,
F. Perez.

ADMINISTRATION ET SERVICES

Métrologiste rédacteur

H. Moreau.

Administrateur

A. Jeannin.

Secrétaires

M^{lles} J. Monproft, D. Guégan.
M^{mes} B. Petit, A. Delfour.
M^{me} G. Pedrilli (contractuelle).

Gardiens

A. Monbrun, 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; approbation de l'ordre du jour.
2. Membres honoraires.
3. Rapport du Secrétaire du Comité.
4. Centenaire de la Convention du Mètre en 1975 et date de la 15^e C.G.P.M.
5. Comités Consultatifs (rapports, activités; composition, réunions futures).
6. Rapport du directeur; travaux du B.I.P.M.
7. Questions administratives.
8. Visite du Dépôt des prototypes métriques.
9. Système gravimétrique de Potsdam.
10. Masses volumiques de l'eau et de l'air.
11. Questions diverses.

COMITÉ INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES

61^e SESSION (OCTOBRE 1972)

PROCÈS-VERBAUX DES SÉANCES

TENUES A SÈVRES

Présidence de Mr J. M. OTERO

Le Comité International s'est réuni pour sa 61^e session les mardi 17 et mercredi 18 octobre 1972. Il a tenu quatre séances au Pavillon de Breteuil.

Étaient présents : MM. AMBLER, CINTRÁ DO PRADO, DJAKOV, DUNWORTH, HONTI, ISSAËV, LEHANY, MARÉCHAL, OTERO, PERLSTAIN, PRESTON-THOMAS, SANDOVAL VALIARTA, SIEGBAHN, STILLE, STULLA-GÖTZ, TERRIEN (directeur du Bureau International) et GIACOMO (sous-directeur).

Interprètes : MM. Oboukhov et Vigoureux.

Excusés : MM. DE BOER, TOMONAGA.

Absent : Mr VERMA.

Secrétaire : Mlle Monprofit.

1. Ouverture de la session; quorum; approbation de l'ordre du jour

Le *Président* ouvre la séance en souhaitant la bienvenue aux membres du Comité. Il constate que le quorum est atteint et que par conséquent le Comité peut délibérer valablement. Il salue en particulier Mr Ambler, nouveau membre du Comité, dont la collaboration sera particulièrement précieuse puisqu'il est le directeur de l'Institute for Basic Standards du National Bureau of Standards.

Mr *Ambler* remercie le *Président* et les membres du Comité de leur accueil.

Le *Président* transmet au Comité les excuses qu'il a reçues de MM. Tomonaga et de Boer, tous deux empêchés d'assister à cette 61^e session. Seules des raisons impérieuses n'ont pas permis à Mr de Boer de se déplacer à son grand regret, car il s'intéresse de très près aux affaires

du Comité, comme il l'a toujours montré. En l'absence de Mr de Boer, Mr Giacomo est prié de le remplacer au cours de la session.

L'ordre du jour proposé est adopté (p. 10).

2. Membres honoraires

Le *Président* rappelle le décès, survenu le 16 février 1972, de H. Barrell, membre honoraire, qui a présidé les travaux du Comité Consultatif pour la Définition de la Seconde à une époque importante où celui-ci préparait la nouvelle définition de la seconde. H. Barrell a fait une longue carrière au National Physical Laboratory, où il travaillait encore quinze jours avant sa disparition brutale.

Le *Président* propose ensuite au Comité l'élection de Mr Branscomb comme membre honoraire. Ayant quitté la direction du National Bureau of Standards pour devenir Chief Scientist et Vice-Président de la Société I.B.M., Mr Branscomb a jugé nécessaire de donner sa démission de membre du Comité International afin de laisser un siège à une personnalité du N.B.S., mais il continue de s'intéresser à l'activité du Comité. Il s'était révélé particulièrement actif au sein de notre Comité, qui avait pu apprécier son autorité éclairée. C'est en reconnaissance de ces qualités que le *Président* propose de le nommer membre honoraire. Cette proposition est adoptée à l'unanimité.

Mr Giacomo donne lecture du rapport établi par Mr de Boer, secrétaire du Comité.

3. Rapport du Secrétaire du Comité

(1^{er} octobre 1971 — 17 octobre 1972)

1. Membres du Comité International

Démission. — Mr L. M. Branscomb, dans une lettre datée du 10 avril 1972, a estimé qu'il devait se retirer du Comité International, parce qu'il quittait ses fonctions de directeur du National Bureau of Standards et qu'il prenait ensuite des fonctions en dehors des institutions gouvernementales des Etats-Unis d'Amérique.

Election. — A la suite d'un vote par correspondance à scrutin secret, Mr E. Ambler, directeur de l'Institute for Basic Standards du National Bureau of Standards, a été élu le 22 juin 1972.

2. *Réunions de Comités Consultatifs et d'un Groupe de travail.* — Les quatre sections du Comité Consultatif pour les Etalons de Mesure des Rayonnements Ionisants ont tenu session en 1972 au Pavillon de Breteuil :

Section I (Rayons X et γ), sous la présidence de Mr W. A. Jennings (3-5 mai);
Section II (Radionucléides), sous la présidence de Mr P. J. Campion (5-7 septembre);
Section III (Mesures neutroniques), sous la présidence de Mr R. S. Caswell (5-7 avril);
Section IV (Etalons d'énergie α), sous la présidence de Mr K. Siegbahn (20-22 mars).

Le Comité Consultatif pour la Définition de la Seconde a tenu sa 6^e session sous la présidence de Mr J. V. Dunworth (6-8 juillet 1972).

Le Comité Consultatif d'Électricité a tenu sa 13^e session, sous la présidence de Mr F. J. Leahy (12-13 octobre 1972), précédée par la réunion du Groupe de travail pour les grands aux radiofréquences (10-11 octobre).

3. *Bureau du Comité International.* — Les principales questions dont le bureau du Comité a eu à s'occuper concernent :

- l'emploi des monnaies nationales utilisées par quelques États pour le paiement d'une partie de leur contribution;
- la révision des salaires du personnel du Bureau International;
- la célébration du centenaire de la Convention du Mètre;
- la préparation de la session d'octobre 1972 du Comité International.

4. *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.

	1969	1970	1971	1972
Fonds ordinaires	1 339 611,32	1 509 404,64	1 705 698,88	1 917 679,20
Caisse de retraites	188 335,92	249 714,20	287 973,41	368 624,28
Fonds spécial pour l'amélioration du matériel scientifique.....	8 663,59	8 663,59	8 663,59	21 763,59
Totaux	1 536 610,83	1 767 782,43	2 002 335,88	2 308 067,02

Le point 4 de ce rapport fait apparaître une augmentation de l'actif; elle est parallèle à l'augmentation du budget. Cet actif ne représente que huit à neuf mois de trésorerie; il est destiné à pallier des retards éventuels de paiement de contributions.

Ce rapport n'entraîne aucun commentaire particulier.

4. Centenaire de la Convention du Mètre en 1975 et date de la 15^e Conférence Générale des Poids et Mesures

Le Bureau International des Poids et Mesures, créé par la Convention du Mètre en 1875, est la plus ancienne des organisations scientifiques internationales et doit célébrer en 1975 le centenaire de sa fondation. C'est donc un événement très important. Le *Président se* plaint, à cette occasion, à rendre hommage aux fondateurs du Bureau International dont l'œuvre s'est montrée à l'épreuve du temps.

Mr *Cintra do Prado* souligne qu'en 1875, c'était la première fois que des États se sont associés pour créer et entretenir un organisme permanent international assurant un service d'intérêt mondial.

Mr *Terrien* indique qu'il a eu l'occasion de s'entretenir avec le Président de la République Française, Mr Pompidou, et qu'il a ainsi pu lui parler du centenaire de la Convention du Mètre. Le Président de la République a exprimé son accord pour que le Gouvernement français organise quelques manifestations à l'occasion de ce centenaire, et il a demandé au Ministère des Affaires Étrangères de préparer un projet de programme. Ce projet, qui est encore à l'étude, envisage les manifestations suivantes :

- Réception par le Ministre des Affaires Étrangères (ou au Palais de l'Élysée ?).
- Émission d'un timbre-poste.
- « Flamme » de cachets d'oblitération des affranchissements postaux.

- Production d'un film cinématographique sur le B.I.P.M.
- Publication par le B.I.P.M. d'un ouvrage imprimé.
- Exposition au Palais de la Découverte, ou à la Bibliothèque Nationale, ou à l'Hôtel des Monnaies, ou aux Archives Nationales.
- Lecture d'un court texte et commentaires (15 à 30 minutes) dans toutes les écoles de France.
- Constitution d'un Comité de coordination des manifestations comprenant le Ministère des Affaires Étrangères, quelques autres ministères, l'Académie des Sciences de Paris, le Bureau National de Métrologie, le Service des Instruments de Mesure et le B.I.P.M.
- Frappe d'une médaille commémorative.

Il ne s'agit pas là d'un projet définitif. Le *Président* tient beaucoup à la frappe d'une médaille qui serait distribuée aux délégués à la 15^e C.G.P.M. et à quelques personnalités.

En ce qui concerne la publication d'un ouvrage par le Bureau International, Mr *Terrien* considère que cet ouvrage devrait faire suite au volume publié pour le cinquantienaire du B.I.P.M.

Mr *Stille* demande si ce volume traiterait de la métrologie en général ou serait essentiellement axé sur le Bureau International. D'après Mr *Terrien*, il s'agirait avant tout du Bureau International. Une exposition devrait être organisée pour faire apparaître ce qu'est la métrologie et sa raison d'être.

Pour Mr *Marchal* il faut que ce soit là l'occasion de faire le bilan du rôle du B.I.P.M. Il convient de montrer, en particulier aux jeunes, l'importance scientifique de la métrologie et ses répercussions dans l'activité économique des différents pays. Mr *Marchal* souhaiterait que l'exposition ait lieu au Palais de la Découverte; c'est d'après lui l'endroit le plus approprié. Le *Président* prie Mr *Terrien* de transmettre cette opinion au Gouvernement français.

Il convient de choisir des maintenant les dates de la célébration du centenaire et de la 15^e C.G.P.M., ces deux dates devant être de préférence voisines. Traditionnellement la C.G.P.M. se réunit en octobre, mais la Convention du Mètre a été signée le 20 mai 1875. On peut donc hésiter entre les mois de mai et d'octobre.

Mr *Stille* est plutôt favorable à retenir la date anniversaire de la signature de la Convention du Mètre. La Conférence Générale aurait donc lieu en mai.

Mr *Ambler* demande si l'on retiendra la date exacte du 20 mai. A quelques jours près, répond Mr *Terrien*. Il faut en effet voir avec les

autorités françaises et les diverses organisations, telles que l'Académie des Sciences, les possibilités de leur calendrier.

Le *Président* conclut qu'il faut exprimer auprès du Gouvernement français et des autres pays membres de la Convention du Mètre le vœu du C.I.P.M. que la célébration du centenaire de la Convention du Mètre et la 15^e C.G.P.M. aient lieu en mai 1975.

Mr *Terrien* envisage que les cérémonies de célébration durent deux jours, et qu'aussitôt après la C.G.P.M. proprement dite pourrait se réunir. La première journée de célébration pourrait comprendre une séance solennelle au Ministère des Affaires Étrangères, au cours de laquelle seraient prononcés les discours de hautes personnalités, et l'après-midi une séance un peu plus scientifique, qui pourrait avoir lieu par exemple à l'Académie des Sciences de Paris. Mr *Terrien* rappelle que pour le cinquantième de la Convention du Mètre, l'Académie des Sciences avait organisé une séance spéciale au Palais de l'Institut. Pour la deuxième journée, on peut envisager une réception au Pavillon de Breteuil avec visite des laboratoires. La troisième journée, la C.G.P.M. commencerait ses travaux habituels.

Pour Mr *Terrien* la célébration de ce centenaire devrait revêtir deux aspects : d'une part des manifestations internationales qui auraient lieu à Paris, parce que la C.G.P.M. se réunit à Paris et que le B.I.P.M. est proche de Paris; d'autre part, sous la responsabilité de chaque Gouvernement et sur le plan national, des manifestations commémorant le centenaire de la signature de la Convention du Mètre.

Le C.I.P.M. pourrait fournir des suggestions aux Gouvernements en écrivant aux Ambassades; il pourrait à titre d'exemple indiquer les manifestations prévues en France. Il devrait s'efforcer de coordonner ces manifestations dans les différents pays. Mr *Terrien* fait remarquer que cette note d'information ne peut être envoyée immédiatement aux Ambassades; il est préférable d'attendre que la France ait préparé un programme sur le plan national.

Le *Président* souligne la coïncidence entre le centenaire de la Convention du Mètre et la généralisation de l'emploi du Système Métrique (SI) dans le monde anglo-saxon, tant au Royaume-Uni qu'aux États-Unis d'Amérique. C'est le moment où la Convention du Mètre devient vraiment universelle. Le *Président* demande à Mr *Ambler* de préciser quelle est la situation, à l'heure actuelle, aux États-Unis, à l'égard de l'emploi des mesures métriques.

Mr *Ambler* répond que des projets de lois sont en ce moment en discussion au Congrès. Les lois qui seront adoptées suivront vraisemblablement les recommandations du « Metric Study Group » : d'ici à dix ans les États-Unis utiliseront essentiellement, mais pas exclusivement, les mesures métriques; le changement devra être volontaire. Les lois seront vraisemblablement votées avant 1975.

On constate que dans leur grande majorité les autres pays qui utilisaient les unités du système impérial britannique ont déjà adopté le système métrique, notamment l'Australie, l'Afrique du Sud, le Canada, l'Inde, l'Irlande, la Nouvelle-Zélande.

Mr *Terrien* signale qu'une autre organisation internationale célébrera son centenaire un an avant le B.I.P.M., c'est l'Union Postale Universelle. Il a pris contact avec cette organisation. Dans ses préparatifs, le congrès de l'Union Postale Universelle prévoit une somme totale des dépenses autorisées pour cette célébration. Il est peut-être prématuré maintenant pour le C.I.P.M. de fixer un budget pour le centenaire de la Convention du Mètre avant de savoir exactement ce que fera le Gouvernement français.

L'Union Postale Universelle a précisé que l'émission de timbres commémoratifs se fait sous la seule responsabilité des administrations nationales.

En ce qui concerne la publication d'un ouvrage par le B.I.P.M., Mr *Djakov* souhaiterait que cet ouvrage soit terminé dès 1974, afin que tous les pays membres puissent l'avoir à disposition pour préparer eux-mêmes des manifestations sur le plan national. Mr *Issaev* appuie cette demande.

Mr *Sandoval Vallarta* suggère que ce livre explicatif sur le rôle du Bureau International soit envoyé par l'entremise des Ambassades en même temps que la note dans laquelle le C.I.P.M. ferait des suggestions pour que chaque État membre fasse quelque chose sur le plan national à l'occasion de ce centenaire.

Mr *Stille* craint qu'il ne soit déjà trop tard pour procéder de cette façon; il semble en effet difficile de publier un tel volume en quelques semaines. Mr *Terrien* suggère d'envoyer aux Ambassades une notice qui résumera l'essentiel, à défaut du volume en question.

5. Comités Consultatifs : Rapports, activités; composition, réunions futures

Sur l'invitation du *Président*, les présidents des Comités Consultatifs présentent le rapport de leur Comité respectif en dégageant plus particulièrement les points qui ont soulevé des discussions.

Définition de la Seconde. — Le C.C.D.S. a tenu sa 6^e session en juillet 1972 sous la présidence de Mr Dunworth (Rapport p. 106). Il s'est essentiellement occupé de l'établissement de l'échelle de Temps Atomique International (TAI) comme conséquence des Résolutions 1 et 2 adoptées par la 14^e Conférence Générale en octobre 1971. Les travaux sont poursuivis en liaison étroite avec le Bureau International de l'Heure (B.I.H.) dont le directeur, Mr Guinot, a présenté à cette session du C.C.D.S. un rapport sur l'établissement de l'échelle de TAI.

La méthode utilisée par le B.I.H. pour l'élaboration du Temps Atomique International a pour but d'assurer la continuité de l'échelle plutôt que l'exactitude de la réalisation de l'unité SI. Dans l'état actuel, on peut toutefois estimer que la seconde du TAI ne présente par rapport à l'unité SI aucun écart systématique significatif. Des étalons de fréquence à jet de césium plus précis, actuellement en cours de réalisation, permettront peut-être dans l'avenir d'ajuster l'unité de TAI.

La question a été soulevée d'un calendrier de TAI analogue au calendrier de Temps Universel. Ce problème doit être étudié en liaison avec les organisations intéressées, en particulier l'Union Astronomique Internationale.

Le C.C.D.S. a pris note de l'acceptation très générale du Temps Universel Coordonné (TUC) comme base du temps légal; cela pourrait sans doute servir de base à une résolution future de la C.G.P.M.

A ce sujet, Mr Terrien porte à la connaissance du Comité la recommandation I.4 faite par l'Union Radioscientifique Internationale (U.R.S.I.), lors de sa 17^e Assemblée Générale (Varsovie, Août 1972), qui « recommande d'inviter le C.I.P.M. et la C.G.P.M. à recommander l'adoption du système TUC comme base pour la diffusion des signaux horaires dans les pays adhérant à la Convention du Mètre. »

Sur proposition de Mr Guinot, le C.C.D.S. a demandé que le B.I.H. reçoive des informations sur les indications des différentes horloges individuelles et non pas seulement sur l'échelle de temps atomique de chaque laboratoire. Une recommandation à cet effet a été adoptée par le C.C.D.S. (Recommandation S 1 (1972), p. 117).

Mr Ambler informe le Comité que le N.B.S. sera très heureux de coopérer avec le B.I.H. en fournissant tous les renseignements concernant les horloges individuelles. Il demande des précisions sur l'algorithme ALGOS, dont Mr Guinot parle dans son rapport; cet algorithme est décrit dans un document présenté à la « Conference on Precision Electromagnetic Measurements » (Boulder, 26-29 juin 1972).

Le *Président* souligne que, pour la première fois, le Bureau International a chargé un autre organisme d'une tâche qui lui a été confiée par la C.G.P.M. La Recommandation S 1 (1972) est discutée dans le détail.

Mr Terrien rappelle que le C.C.D.S. a reçu du Comité International la mission d'étudier la question de l'établissement d'une échelle de temps fondée sur la définition atomique de la seconde et les arrangements nécessaires en liaison avec le Bureau International de l'Heure. De son côté, le C.I.P.M. a reçu de la C.G.P.M. deux missions: 1^o donner une définition du TAI; 2^o prendre les mesures nécessaires pour que les compétences scientifiques et les moyens existants soient utilisés au mieux pour la réalisation d'une échelle de TAI propre à satisfaire les besoins

des utilisateurs. Dans ce but, le C.I.P.M. a été autorisé par la C.G.P.M. à conclure avec le B.I.H. les arrangements nécessaires pour la réalisation de l'échelle de TAI à définir par le C.I.P.M.

En exécution de ces résolutions, le C.I.P.M. a approuvé dès 1970 une définition du TAI proposée par le C.C.D.S. [*Process-Verbaux C.I.P.M.*, 38, 1970, p. 110, Recommandation S 2 (1970)], et il a demandé au C.C.D.S. d'examiner avec le directeur du B.I.H. les actions à entreprendre pour réaliser effectivement l'échelle de TAI. La conclusion du C.C.D.S. est que si le directeur du B.I.H. recevait plus d'informations sur les horloges individuelles, il pourrait améliorer ce qui a été fait jusqu'ici.

Si le C.I.P.M. charge le directeur du B.I.H. de l'établissement de l'échelle de TAI, il doit lui laisser la responsabilité administrative de faire ce travail. Par exemple, ce n'est pas au C.I.P.M., ni au directeur du B.I.P.M. de décider quelles seront les horloges dont les résultats seront retenus ou non pour être utilisés dans l'algorithme.

Mr *Dunworth* précise que la Recommandation S 1 (1972) a été longuement discutée au C.C.D.S. Des discussions préliminaires avaient déjà eu lieu à l'occasion de la C.P.E.M., à Boulder, entre le directeur du B.I.H. et plusieurs membres du C.C.D.S. Il semble nécessaire de laisser au B.I.H. l'initiative de solliciter les résultats auprès des organismes compétents, pour que ces résultats lui parviennent sous la forme la plus utilisable.

La Recommandation S 1 (1972) du C.C.D.S. est approuvée. Toutefois, les membres du Comité tiennent à ce que soient bien précisés les rapports entre le B.I.H. et le C.I.P.M. : en ce qui concerne le TAI, le directeur du B.I.H. travaille en accord avec le C.C.D.S. et ce travail, comme tous ceux qui sont entrepris ou poursuivis en exécution des décisions de la C.G.P.M., est exécuté sous la responsabilité du C.I.P.M., en liaison dans le cas présent avec le comité de direction du B.I.H. dont le sous-directeur du B.I.P.M. fait partie.

Électricité et Groupe de travail pour les grandeurs aux radiofréquences. — Le C.C.E. et son Groupe de travail pour les grandeurs aux radiofréquences se sont réunis sous la présidence de Mr *Lehany* quelques jours avant la présente session du C.I.P.M. Les rapports de ces deux réunions n'étant pas encore approuvés par les participants, Mr *Lehany* ne donne connaissance que des rapports provisoires (voir les rapports définitifs p. 96).

L'attention des membres du Comité est attirée sur les Recommandations GT-RF 1 et 2 (1972) du Groupe de travail; les participants étaient très préoccupés de la lenteur des comparaisons internationales et du nombre élevé d'accidents subis par les instruments voyageurs, rendant inutilisables en totalité certaines comparaisons. Cela tient peut-être à la façon dont les comparaisons ont été menées jusqu'ici. A la lumière de l'expérience acquise et malgré le surcroît de travail incombant au laboratoire pilote, les participants ont exprimé une nette préférence pour qu'à l'avenir les comparaisons soient du type « en étoile »; c'est-

à-dire que les instruments reviennent au laboratoire pilote chaque fois qu'ils ont été mesurés dans un ou à la rigueur dans deux laboratoires (comparaison du type « en pétale »). En effet, cela permettrait au laboratoire pilote de déceler sans retard toute anomalie, toute détérioration d'instrument et par conséquent d'éviter du travail inutile : avec des comparaisons strictement circulaires, anomalie ou détérioration ne se révéleraient qu'en fin de circuit.

La Recommandation GT-RF 1 (1972) du Groupe de travail a essentiellement pour but d'établir l'état d'avancement des mesures et d'encourager les laboratoires, en particulier ceux qui n'avaient pu prendre part aux comparaisons déjà faites, à tirer profit des résultats obtenus. L'expérience a également montré qu'il était nécessaire de revenir sur ce qui avait été décidé en 1968; selon la Recommandation GT-RF 2 (1972), chaque laboratoire ne devra communiquer ses résultats qu'au B.I.P.M. et à ceux des laboratoires qui ont déjà terminé leurs mesures. Le Groupe de travail a par ailleurs dressé la liste des comparaisons à effectuer dans l'avenir.

Mr *Terrien* souligne le grand intérêt manifesté par les membres du Groupe de travail pour les comparaisons, passées et futures, dans le domaine des radiofréquences. Ce sont là des travaux importants pour la métrologie dans ce domaine particulièrement difficile.

Au Comité Consultatif d'Électricité (C.C.E.) la discussion a porté sur la prochaine comparaison internationale des étalons représentatifs du volt et de l'ohm. Après la comparaison internationale précédente (1970), des mesures supplémentaires faites sur des étalons de force électromotrice contenus dans des enceintes thermorégulées ont donné de petites différences pouvant atteindre $0,5 \mu\text{V}$. Les raisons de ces différences n'ont pu jusqu'ici être élucidées. Il convient donc que les laboratoires continuent, comme par le passé, d'envoyer au B.I.P.M. pour la comparaison internationale des étalons nus en même temps que, s'ils le souhaitent, des étalons enfermés dans des enceintes thermorégulées. Il serait en outre souhaitable, lorsqu'on emploiera de telles enceintes, de s'assurer de la concordance des températures indiquées par les thermomètres utilisés dans les différents laboratoires; en effet, la mesure des températures pourrait être la source de différences encore inexplicables. Plusieurs laboratoires ont exprimé le vœu que le B.I.P.M. fasse des comparaisons d'étalons de $10\,000 \Omega$ en même temps que celles des résistances de 1Ω . Le B.I.P.M. a accepté de le faire.

Il a été également demandé de poursuivre les comparaisons d'étalons de capacité de 10 pF , pour permettre aux laboratoires de comparer leurs condensateurs calculables.

Le C.C.E. a également abordé le problème des déterminations absolues du volt et de l'ohm; des expériences sont en cours dans plusieurs laboratoires mais aucun résultat nouveau n'a été obtenu qui puisse être discuté dès maintenant.

Le C.C.E. enfin a discuté des expériences utilisant l'effet Josephson. Il est souhaitable d'essayer d'établir une relation entre $V_{69\text{-mI}}$ et les réalisations du volt utilisant l'effet Josephson. Il n'appartient pas au C.I.P.M. de fixer la valeur de la constante $2e/h$. Cette responsabilité incombe à l'U.I.P.P.A. et à CODATA (Committee on Data for Science and Technology). Le C.C.E. n'a pas estimé non plus pouvoir dès maintenant recommander l'utilisation de cette constante; il s'est contenté d'une déclaration sur ce point (Déclaration E-72, p. 100). Plusieurs laboratoires ont cependant manifesté l'intention d'utiliser l'effet Josephson pour leur réalisation du volt, sur la base de la déclaration adoptée. A ce sujet, Mr *Stille* signale la recommandation I.5 de la 17^e Assemblée Générale de l'U.R.S.I. (Varsovie, Août 1972) incitant les laboratoires à effectuer, en coopération avec le B.I.P.M., des comparaisons internationales des réalisations du volt obtenues à l'aide de l'effet Josephson.

Rayonnements Ionisants. — Les quatre Sections du C.C.E.M.R.I. ont tenu chacune une réunion en 1972.

Mr *Siegbahn*, président de la Section IV (*Étalons d'énergie α*) qui s'est réunie en mars 1972 (Rapport p. 137), rappelle dans quelles conditions les travaux ont commencé en 1964; il y avait alors un sentiment général qu'il manquait des étalons d'énergie analogues à ceux dont on dispose en spectrométrie optique par exemple. Un groupe fut constitué pour étudier ce problème. La tâche était tout à fait dans l'esprit du rôle du B.I.P.M. qui était par ailleurs bien placé pour effectuer avec la meilleure exactitude les mesures de longueur et de champ magnétique nécessaires. Le B.I.P.M. a acquis depuis l'équipement approprié; les résultats obtenus ont été excellents. Bien des spécialistes ont été surpris de l'exactitude des mesures et Mr *Siegbahn* estime que ce fut là un emploi judicieux des moyens mis à la disposition du B.I.P.M.

Mr *Terrien* rend compte ensuite des travaux des trois autres Sections. La Section I (*Mesure des rayons X et γ*) s'est réunie en mai 1972 sous la présidence de Mr Jennings (Rapport p. 119).

Le B.I.P.M. devra organiser des comparaisons périodiques d'étalons d'exposition pour les rayons X (tensions d'alimentation entre 10 et 250 kV) et pour les rayons γ du ^{60}Co , afin que toutes les mesures soient raccordées à un même jeu d'étalons stables, ceux du B.I.P.M. Les modalités de ces comparaisons ont été convenues; elles se feront au moyen de chambres d'ionisation à parois d'air entre 10 et 50 kV. Pour les autres énergies il faut encore choisir les instruments de transfert. On s'est mis d'accord sur les qualités des rayonnements X, c'est-à-dire sur leur composition spectrale, définies par les tensions et par les filtres interposés sur le rayonnement à la sortie de la source. On a choisi des qualités de rayonnement intéressant la thérapie. Ce programme pourra être mis en application dans un délai d'environ un an.

Le deuxième sujet discuté par la Section I a été l'amélioration de

l'uniformité des mesures de doses absorbées; pour le moment on en est à des études préliminaires.

Il a été rendu compte également d'une expérience intéressante pour contrôler la relation entre l'activité d'une pastille de ^{60}Co et l'exposition produite dans des conditions spécifiées. Les mesures d'activité ont été faites au N.B.S. par calorimétrie et au B.I.P.M. par comptage de particules avec un bon accord. L'exposition calculée est bien égale à l'exposition mesurée dans les limites de l'incertitude des constantes impliquées, environ 1 %.

La Section II (*Mesure des radionucléides*) s'est réunie en septembre 1972 sous la présidence de Mr Campion (Rapport p. 128).

A la suite d'une recommandation antérieure, le B.I.P.M. avait organisé une enquête auprès d'un grand nombre de laboratoires. Cette enquête a abouti à la distribution de sources solides et de solutions étalonnées au B.I.P.M., et à l'organisation de stages au B.I.P.M. et dans divers laboratoires nationaux.

A la précédente réunion (1970) on avait décidé d'étudier séparément les divers problèmes qui se posaient dans la métrologie des radionucléides. Chaque participant avait été chargé d'étudier un problème particulier. Des rapports ont été présentés. Ils ont permis de dégager les principales difficultés qui entravent les progrès de ces mesures.

Tous les laboratoires ont estimé qu'il était désirable que le Bureau International construise une chambre d'ionisation de référence permettant de contrôler l'uniformité des mesures, sinon leur exactitude. Mr Ambler appuie ce projet.

Il n'a pas été décidé de grande comparaison d'activité de radionucléides.

La Section III (*Mesures neutroniques*) s'est réunie en avril 1972 sous la présidence de Mr Caswell (Rapport p. 131).

On peut distinguer trois types de mesures neutroniques. 1^o Les mesures de sources de neutrons que l'on étalonne d'après le nombre de neutrons émis divisé par le temps; 2^o les mesures de flux surfacique de neutrons thermique; 3^o les mesures de flux surfacique de neutrons monocinétiques. C'est principalement ce dernier type de mesures qui a retenu l'attention de la Section III. On a convenu qu'il faut choisir des instruments de transfert appropriés pour comparer les résultats des mesures, ces instruments devant être aussi indépendants que possible de l'énergie des neutrons et pas trop sensibles au rayonnement γ , et l'on s'est mis d'accord sur les travaux préliminaires qui sont nécessaires. On a choisi les trois valeurs d'énergie sur lesquelles on va travailler. Les comparaisons pourraient commencer à la fin de 1972. Le B.I.P.M. a accepté la mission de les organiser et d'analyser les résultats.

Après cet exposé des travaux des quatre Sections du C.C.E.M.R.I., Mr Terrien note que la collaboration internationale est très active dans

ces domaines et que le B.I.P.M. a un rôle à jouer dans ces activités pour qu'elles aient une pleine efficacité. On a noté en particulier que les étalons d'exposition du B.I.P.M. ont été estimés les plus stables et que les laboratoires nationaux insistent pour que le B.I.P.M. se charge de contrôler les mesures d'activité de radionucléides divers au moyen d'une chambre d'ionisation. Dans ces conditions, il n'est pas certain que le personnel et le budget du laboratoire des rayonnements ionisants du B.I.P.M. puissent être maintenus sans un léger accroissement.

Le Comité International approuve finalement les conclusions des rapports des trois Comités Consultatifs (C.C.D.S., C.C.E. et C.C.E.M.R.I.).

Photométrie et Radiométrie. — Mr Terrien rappelle qu'à sa 7^e session (septembre 1971), le C.C.P. (maintenant C.C.P.R.) avait estimé « qu'il y aurait intérêt à utiliser dorénavant pour $V(\lambda)$ les valeurs $\bar{y}(\lambda)$ de 1 en 1 nm qui figurent dans le document de la Commission Internationale de l'Éclairage : « Colorimetry; Official Recommendation » (Publication CIE No 15, 1971) ». En accord avec Mr Maréchal, président du C.C.P.R., Mr Terrien soumet donc au C.I.P.M. un projet de recommandation pour l'emploi de cette nouvelle table des efficacités lumineuses relatives spectrales en vision photopique [$V(\lambda)$]. Ce projet de recommandation est adopté à l'unanimité (*Recommendation 1* (CI-1972), p. 29).

Sur la demande de Mr Cintra do Prado la table des valeurs de $V(\lambda)$ [$= \bar{y}(\lambda)$] est reproduite dans ce volume (Annexe 1, p. 145).

Thermométrie. — Mr Preston-Thomas, président du C.C.T., expose brièvement la situation des travaux du C.C.T. depuis sa 9^e session (juillet 1971). Il rappelle les directions dans lesquelles le C.C.T. travaille entre deux sessions. Il ne pense pas que les préliminaires à un changement de l'E.I.P.T.-1968 soient discutés avant 1974, année au cours de laquelle se tiendra vraisemblablement la 10^e session du C.C.T. Une nouvelle échelle de température ne saurait être introduite avant une dizaine d'années, mais l'édition actuelle pourrait être amendée comme le fut en 1960 l'édition de 1948.

Composition et réunions futures des Comités Consultatifs

Définition du Mètre. — Le Président estime qu'il est nécessaire de convoquer le C.C.D.M. en juin 1973. Mr Dunworth insiste lui aussi pour que le C.C.D.M. se réunisse avant l'Assemblée Générale de l'Union Astronomique Internationale qui doit se tenir en août 1973 en Australie. En effet, il se peut que lors de cette Assemblée Générale il y ait des pressions pour demander une nouvelle définition du mètre, par exemple en utilisant la vitesse de la lumière. Il est donc important que le C.C.D.M. se réunisse au préalable pour faire le point sur l'état d'avancement des travaux dans ces domaines et se prononcer sur l'opportunité d'introduire des changements ou non.

Il est donc décidé que le C.C.D.M. tiendra sa 5^e session en juin 1973

Photométrie et Radiométrie. — Le *Président* fait part du décès de G. A. W. Rutgers (Pays-Bas) qui était l'un des membres nominativement désignés au C.C.P.R.

Il propose par ailleurs d'ajouter Mr K. Yoshie à la liste des experts nominativement désignés. Mr Yoshie, qui vient de quitter l'Electrotechnical Laboratory (E.T.L., Japon), travaille maintenant dans une université à Tokyo et toujours sur des questions se rapportant à la photométrie; il avait l'habitude de représenter l'E.T.L. aux réunions du C.C.P.R., mais c'est l'E.T.L. qui figure sur la liste des membres du C.C.P.R. Mr Yoshie a aussi un rôle actif en tant que vice-président de la C.I.E. Il semble donc que, pour conserver sa participation active aux travaux du C.C.P.R., il soit opportun de le nommer comme expert. Cette proposition est adoptée à l'unanimité.

Le C.C.P.R. n'envisage pas de se réunir dans un proche avenir.

6. Rapport du directeur; travaux du B.I.P.M.

Mr *Terrien* résume brièvement son rapport annuel sur l'activité et la gestion du Bureau International (p. 31).

Mr Giacomo et les physiciens du B.I.P.M. donnent ensuite quelques détails sur les travaux effectués ou en cours et répondent aux questions posées par divers membres du Comité. Les exposés et commentaires sont complétés par une visite des laboratoires.

Le *Président* et le Comité expriment leur satisfaction pour la qualité des travaux accomplis.

7. Questions administratives

Les questions administratives étaient jusqu'à maintenant discutées au préalable au sein d'une « Commission Administrative », puis soumises à l'ensemble du Comité International; en fait, la Commission Administrative rassemblait depuis plusieurs années tous les membres du Comité. Il a paru préférable, à partir de cette session, de supprimer la Commission Administrative et de traiter les questions directement en séance plénière du C.I.P.M.

1. *Personnel.* — Retraite: Le *Président* demande au Comité de recevoir Mr R. Hanocq, mécanicien principal, qui vient de prendre sa retraite cette année, 46 ans après son entrée au B.I.P.M. Mr Hanocq a en particulier été chargé du polissage et de l'ajustage des étalons de masse en platine iridié, travail de précision et de minutage qu'il a toujours exécuté parfaitement. En 1970, il est allé au N.B.S. assister au démontage de la balance NBS-2 qu'il a remontée lui-même au B.I.P.M. Au cours de sa longue carrière il a su faire apprécier ses qualités de soin et de patience et son amour constant du travail bien fait.

Le *Président* remet à Mr Hanocq un Diplôme en remerciement de ses nombreuses années de travail au B.I.P.M. et lui souhaite une retraite longue et heureuse qu'il a bien méritée.

Nomination: Mr *Terrien* propose la nomination de Mr V. D. Huynh au grade d'adjoint. Il rappelle que depuis le 1^{er} février 1970 Mr Huynh fait partie du personnel du B.I.P.M. où il travaillait déjà comme stagiaire depuis octobre 1966. Il a maintenant des responsabilités analogues à celles de MM. Rytz et Müller, mais il n'a pas

le titre d'adjoint. Après un vote à scrutin secret, Mr Huynh est nommé adjoint à l'unanimité.

2. *Traitements du personnel.* — Le *Président* présente la question de la révision de la grille des salaires du personnel du B. I. P. M. Lors de la session d'octobre 1971, la Commission Administrative avait chargé le bureau du Comité d'étudier un relevé-moment global des salaires et de prendre éventuellement les mesures nécessaires en cas d'urgence. Le bureau du Comité n'a pas modifié les salaires en cours d'année, mais il a étudié le projet soumis au Comité à cette session.

Mr *Terrien* rappelle que les salaires sont calculés à partir d'une grille établie en points-or et de l'indice des prix en France, indices fournis par l'Institut National de la Statistique et des Etudes Économiques. Dans le relevement qui est proposé on a voulu rétablir la coïncidence avec le niveau des salaires en France; on a voulu aussi resserrer l'éventail des salaires comme c'est la tendance à l'heure actuelle en France et ailleurs. Le personnel a déjà connaissance de ce projet et se déclare satisfait s'il est adopté. Aucun avis contraire n'étant exprimé, le projet de relevement des salaires est adopté.

3. *Caisse de prêts.* — Mr *Terrien* présente ensuite le projet d'une « Caisse de prêts au personnel ». Dans la plupart des établissements privés et pour les fonctionnaires français, il existe des dispositions qui permettent de faire bénéficier le personnel de prêts pour des dépenses exceptionnelles, par exemple pour l'achat d'un logement. Un projet a été établi et présenté au bureau du Comité. Les détails ne sont pas encore définitivement mis au point, mais le Comité pourrait donner l'autorisation à son bureau de mettre ce projet en vigueur d'après les indications suivantes : le fonds de roulement de cette Caisse recevrait pour l'alimenter un montant de 1 % de la dotation du B. I. P. M.; une commission serait chargée d'examiner les demandes de prêts; le plafond serait par exemple de 15 000 francs français pour l'achat d'un logement; les remboursements seraient prélevés chaque mois à raison de 10 % ou moins du traitement mensuel; le capital décès constituerait une garantie.

MM. *Perlain* et *Marchal* trouvent le plafond de 15 000 francs français trop bas pour l'achat d'un logement.

Le *Président* pense que l'on peut laisser au bureau du Comité la liberté de régler cette question selon les directives données.

4. *Contributions réglées partiellement en monnaies non convertibles.* — Le *Président* aborde la question de l'utilisation des monnaies non convertibles. Mr *Terrien* précise que, sur les 41 États qui contribuent au financement et à l'entretien du B. I. P. M., trois (la Hongrie, la Pologne et l'U.R.S.S.) paient la partie autorisée de leur contribution en monnaie nationale, non convertible, et posent de ce fait au B. I. P. M. un problème difficile.

En Hongrie, le B. I. P. M. possède une somme déposée dans une banque à Budapest sur un compte bloqué. Mr Honti a pu aider le B. I. P. M. à utiliser une partie de ces fonds pour payer des voyages à Budapest; une commande de lampes d'éclairage à Tungsram est en cours.

En Pologne, où le B. I. P. M. a également un compte, on a pu payer un voyage et commander un banc de tour; ce banc vient d'arriver en France.

Avec l'U.R.S.S. la question est plus complexe; il y a eu des échanges de correspondance, mais aucune information concrète ne peut encore être donnée sur l'utilisation future des contributions de l'U.R.S.S. en monnaie nationale.

5. *Bâtiments.* — Mr *Terrien* signale que de grosses dépenses ont été faites pour moderniser le chauffage. L'utilisation du mazout avait été éliminée pour des raisons de pollution de l'air. Le gaz pour le chauffage étant vendu à un tarif presque aussi avantageux que celui du mazout, on a choisi de remplacer le charbon par le gaz; cela a entraîné la pose de nouvelles canalisations, heureusement prise en charge à l'extérieur du B. I. P. M. par Gaz de France, et quelques changements dans l'installation des chaudières qui sont pratiquement remises à neut.

Le ravalement du Pavillon de Breteuil proprement dit est terminé. Le précédent ravalement n'avait pas été satisfaisant; les travaux qui viennent de s'achever devraient être pour une durée assez grande. Les autres dépenses de bâtiments concernent l'aménagement des locaux des laboratoires afin d'avoir plus d'espace disponible et afin d'améliorer les conditions des mesures, par exemple dans la salle des balances pour améliorer la protection thermique.

6. *Exercice 1971.* — Le *Président* donne lecture du rapport de l'expert-comptable qui a vérifié les comptes de l'exercice 1971. Ces comptes sont approuvés par le Comité qui donne quittance au directeur et à l'administrateur du Bureau International.

7. *Budget du B.I.P.M. pour 1973.* — Le budget pour 1973 a été préparé sur la base de la dotation votée par la 14^e C.G.P.M. pour l'année 1973. Dans les dépenses il a été tenu compte de l'élévation des salaires. Il faut dans l'exécution du budget conserver une certaine prudence, pour parler à d'éventuelles défaillances dans les recettes. En effet, comme on peut le remarquer sur les chiffres donnés pour 1971, les recettes prévues sont supérieures aux recettes effectives; cela provient de retards dans les versements de contributions.

Mr *Stille* craint que les sommes prévues pour les voyages ne soient pas suffisantes. Il insiste sur l'utilité des voyages. Si besoin est, on pourrait affecter à ce poste des sommes prises sur le poste « Frais divers et imprévus ».

Mr *Terrin* partage le point de vue de Mr *Stille*. Les voyages du directeur et des principaux physiciens sont très bénéfiques; ils augmentent l'efficacité des travaux faits au B.I.P.M. et surtout de la collaboration avec les autres laboratoires. Ils sont importants aussi pour éviter des malentendus dans les unions internationales; il faut informer ces dernières de ce qui se passe au Comité International et à la Conférence Générale, les résolutions prises par les organismes de la Convention du Mètre n'étant pas toujours assez connues; il est donc essentiel que le B.I.P.M. soit représenté aux assemblées générales des unions internationales. Les sommes inscrites au budget ne représentent toutefois pas la totalité des dépenses de voyage, certaines dépenses étant prises en charge par d'autres organismes. Par exemple, le directeur du B.I.P.M. est l'un des membres du personnel qui voyage le plus; comme il est de nationalité française, il arrive que l'Académie des Sciences de Paris lui rembourse tout ou partie de certains frais de déplacements. En 1973 il prévoit de se rendre en Australie pour assister à l'Assemblée Générale de l'U.A.I.; ce voyage donnera lieu à une dépense assez élevée.

Le Comité adopte finalement le budget suivant pour 1973.

Budget pour 1973		
RECETTES		
Contributions des États		Francs-or
Intérêts des fonds		3 357 000
Taxes de vérification		25 000
Remboursements des taxes sur les achats		5 000
		120 000
Total		3 507 000
DÉPENSES		
<i>A. Dépenses de personnel:</i>		
1. Traitements	1 480 000	
2. Allocations familiales	80 000	
3. Sécurité sociale	92 000	1 814 000
4. Assurance-accidents	14 000	
5. Caisse de Retraites	148 000	
<i>B. Dépenses de fonctionnement:</i>		
1. Bâtements (entretien)	200 000	
2. Mobilier	5 000	
3. Laboratoires et ateliers	380 000	
4. Chauffage, eau, énergie électrique	95 000	
5. Assurances	4 000	830 000
6. Impressions et publications	45 000	
7. Frais de bureau	48 000	
8. Voyages	40 000	
9. Bureau du Comité	13 000	

C. *Dépenses d'investissement :*

1. Laboratoires	460 000
2. Atelier de mécanique	30 000
3. Atelier d'électronique	28 000
4. Bibliothèque	32 000
D. <i>Frais divers et imprévus</i>	168 000
E. <i>Utilisation de monnaies non convertibles</i>	145 000
Total	3 507 000

8. *Visite du Dépôt des Prototypes métriques*

Avant la visite du Dépôt des Prototypes, le Comité s'est rendu à l'Observatoire pour y visiter la nouvelle salle des balances dans laquelle est installée en particulier la balance NBS-2. Cette visite a eu lieu en présence de Mr Malloy, représentant l'Attaché Scientifique auprès de l'Ambassade des États-Unis en France. Au nom du Comité et du Bureau International, le *Président* a demandé à Mr Malloy de transmettre aux autorités américaines ses remerciements pour le don de cette balance, qui permettra d'améliorer encore la précision de la vérification des étalons de masse de tous les pays du monde.

Les membres du Comité se dirigèrent ensuite vers le Dépôt des Prototypes.

Procès-Verbal

Le 18 octobre 1972, à 15 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 à Paris et que Mr M. Le Moëll avait apportée, celle enfin dont le Président du Comité International a la garde.

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

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

Température actuelle	19,5 °C
— maximale	23,0
— minimale	19,0
État hygrométrique	88 %

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

Le Directeur
du Bureau,
J. TERRIEN

Le Conservateur
des Archives de France,
M. LE MOËLL

Le Président
du Comité,
J. M. OTERO

9. *Système gravimétrique de Potsdam*

Mr Terrien rappelle que la 11^e C.G.P.M. (1960) avait demandé au C.I.P.M. de réviser et corriger le système gravimétrique de Potsdam.

En 1968, le Comité International a adopté une résolution qui fixe à $1,4 \times 10^{-4}$ m/s² la correction à appliquer au système original de Potsdam pour obtenir la valeur de g avec une approximation d'un millièmes. Cela avait été décidé en accord avec le Vœu No 22 adopté en 1967 par l'Association Internationale de Géodésie. Plus récemment, l'Union Géodésique et Géophysique Internationale (Moscou, 1971) a adopté la Résolution No 11 à la suite d'une étude approfondie des mesures relatives et des mesures absolues les plus récentes. Un « Réseau Gravimétrique International Unifié 1971 » (International Gravity Standardization Net, IGSN-71) a été constitué; il comprend une longue liste des valeurs de g dans chacune des stations avec une exactitude de 1×10^{-7} . Ce réseau sera surveillé et remis à jour de façon permanente, afin d'y incorporer les mesures nouvelles, relatives ou absolues; on sait en effet qu'il existe sur le globe des lieux où la valeur de g varie de façon mesurable en quelques années. Ce réseau remplacera complètement le système de Potsdam dont le principe était totalement différent. Le nouveau système IGSN-71 s'appuie sur des mesures absolues en différents points du globe. La station A du B.I.P.M. est le seul point particulier où les mesures sont les plus précises et où les erreurs systématiques ont été étudiées le plus complètement; c'est un point de vérification des appareils transportables de mesure absolue.

En conséquence, la Résolution 1 (1968) du C.I.P.M. se trouve dépassée; c'est pourquoi le Comité adopte à l'unanimité une nouvelle recommandation (*Recommandation 2* (CI-1972), p. 29).

10. Masses volumiques de l'eau et de l'air

C'est un problème que le C.I.P.M. a déjà abordé dans le passé. Il s'agit de refaire des mesures de la masse volumique de l'eau en utilisant de l'eau ayant une composition isotopique bien connue. Les résultats dont on dispose actuellement sont fort anciens; ils proviennent de mesures faites avec une eau dont la composition ne peut plus être connue. Il serait utile de connaître les laboratoires nationaux susceptibles d'entreprendre de nouvelles mesures absolues. La dilatabilité thermique de l'eau devrait également être à nouveau étudiée.

Mr *Stille* informe le Comité que de telles mesures intéressent la P.T.B., mais qu'il ne peut pas pour l'instant envisager de les entreprendre étant donné qu'aucune augmentation du personnel de son laboratoire n'est prévue en 1973.

Pour Mr *Dunnworth*, il importe en premier lieu de bien voir quels sont les besoins dans ce domaine. Il a déjà étudié le problème dans son laboratoire (N.P.L.), mais aucune solution n'a été envisagée.

Mr *Lehany* fait part d'un projet en cours dans son laboratoire (N.S.I.) pour une mesure de la masse volumique de l'eau, en utilisant une sphère de silice. Les travaux s'effectueront en liaison avec les océanographes

et les spécialistes australiens en énergie atomique. Mr *Terrien* met à la disposition du N.S.I., si ce laboratoire le désire, une sphère en silice construite pour le B.I.P.M. il y a quelques années mais dont la forme et les dimensions n'ont pas été mesurées.

Un article de G. Girard et M. Ménaché, qui traite de la question de la masse volumique de l'eau en insistant sur la diversité des tables calculées à partir des expériences de Chappuis et de Thiesen, est remis aux membres du Comité.

Mr *Terrien* souligne que la question voisine de la masse volumique de l'air mériterait également une nouvelle étude. Les mesures de masse deviennent de plus en plus précises, il faut donc connaître avec plus de précision la poussée de l'air. Les mesures faites autrefois par A. Leduc sont publiées dans le Tome XVI (1917) des *Travaux et Mémoires du B.I.P.M.*

A cette occasion, Mr *Terrien* rend hommage aux travaux qui ont été faits jadis au B.I.P.M.; un bon nombre de données dont on se sert encore couramment datent de plus de cinquante ans et l'on n'a pas jugé nécessaire jusqu'ici de refaire les mesures.

11. Questions diverses

Kelvin et degré Celsius. — Mr *Terrien* transmet au Comité la remarque suivante. Dans les documents du B.I.P.M. il est dit que $1 \text{ K} = 1 \text{ }^\circ\text{C}$. Certains esprits logiques, trop logiques peut-être, en ont tiré la conclusion que l'on peut toujours remplacer $^\circ\text{C}$ par K; par exemple, lorsqu'on donne une table de températures, ils voudraient qu'on indique la température Celsius en kelvins. Mr *Terrien* pense que cela n'est pas dans les intentions du Comité Consultatif des Unités, ni du C.I.P.M.: en raison des usages, une telle pratique pourrait mener à des confusions. Il faudrait que les éditeurs de journaux scientifiques soient avertis qu'une température Celsius s'exprime toujours en degrés Celsius et non pas en kelvins.

Mr *Stille* souligne que la formulation adoptée dans la Résolution 3 de la 13^e C.G.P.M. (1967-1968) est assez vague; c'est ce qui conduit à la situation actuelle. C'est seulement l'intervalle de température qui peut être exprimé indifféremment en degrés Celsius ou en kelvins et non pas la température elle-même.

Mr *Terrien* se chargera de clarifier cette question auprès des éditeurs concernés.

Noms des unités dans les diverses langues. — Mr *Terrien* signale que le B.I.P.M. a déjà reçu pour information plusieurs traductions de la brochure « Le Système International d'Unités (SI) », en particulier en langue espagnole. En relation avec la Recommandation U 1 (1971) du Comité Consultatif des Unités, plusieurs personnalités se sont inquiétées de ce que, dans la langue espagnole, il ne semble pas y avoir accord

sur la traduction des noms de certaines unités; on rencontre par exemple *voltio* pour volt. Il ne semble pas logique que les noms des unités qui étaient à l'origine des noms propres soient modifiés d'une langue à l'autre; il se peut que la prononciation soit différente, mais la transcription ne devrait pas changer.

Mr *Otero* répond que cette question a été discutée par l'Académie des Sciences d'Espagne. Sa conclusion a été que pour tous les noms qui seraient introduits à l'avenir on veillerait à ce qu'ils ne soient pas modifiés, mais que pour les noms en usage depuis longtemps il serait extrêmement difficile de rectifier ceux qui sont consacrés par la tradition populaire.

Date de la 62^e session du C.I.P.M. — Le C.I.P.M. tiendra sa 62^e session au Pavillon de Breteuil les 2, 3 et 4 octobre 1973.

* * *

Le *Président* remercie les membres du Comité International de leur coopération qui a permis d'achever les travaux prévus en deux jours seulement. Mr *Lehany*, au nom de l'ensemble des membres, félicite le Président et le remercie de la façon courtoise et efficace avec laquelle il a dirigé les débats de cette 61^e session du C.I.P.M.

Recommandations adoptées par le C.I.P.M. à sa 61^e session

Efficacités lumineuses relatives spectrales en vision photopique [V(λ)]

RECOMMANDATION 1 (CI-1972)

Le Comité International des Poids et Mesures,

RECONNAISSANT l'autorité de la Commission Internationale de l'Éclairage (C.I.E.) dans la définition des grandeurs photométriques,

AYANT PRIS CONNAISSANCE de la table adoptée par la C.I.E. en 1971 donnant les valeurs des efficacités lumineuses relatives spectrales en vision photopique V(λ) à des longueurs d'onde échelonnées de 1 nm entre 360 et 830 nm avec leurs modalités d'emploi, et constaté que ces valeurs sont un perfectionnement des valeurs de 10 en 10 nm adoptées en 1933 par le Comité International des Poids et Mesures et antérieurement en 1924 par la C.I.E.,
RECOMMANDE l'emploi de cette nouvelle table V(λ) [voir Annexe 1 p. 145].

Réseau Gravimétrique International Unifié 1971 (IGSN-71)

RECOMMANDATION 2 (CI-1972)

Le Comité International des Poids et Mesures,

CONSIDÉRANT la Résolution 11 de la Onzième Conférence Générale des Poids et Mesures (1960) et la Résolution 1 (1968) du Comité International des Poids et Mesures relatives au Système gravimétrique de Potsdam,

AVANT PRIS CONNAISSANCE de la Résolution N° 11 adoptée en 1971 par l'Union Géodésique et Géophysique Internationale (U. G. G. I.) qui recommande l'adoption d'un « Réseau Gravimétrique International Unifié 1971 » (International Gravity Standardization Net 1971 [IGSN-71]), résultant d'une compensation d'un grand nombre de mesures relatives et absolues de l'accélération due à la pesanteur g en divers lieux du globe terrestre,

AVANT CONSTATÉ que les valeurs de g de ce réseau sont un perfectionnement des valeurs fondées sur l'ancien Système gravimétrique de Potsdam, U. G. G. I. et ses mises à jour ultérieures soient employées pour les besoins métrologiques.

RAPPORT DU DIRECTEUR

SUR L'ACTIVITÉ ET LA GESTION DU BUREAU INTERNATIONAL

(1^{er} octobre 1971 — 1^{er} octobre 1972)

I. — PERSONNEL

Remarques générales

Il y a peu de changement dans le personnel du B.I.P.M. Le recrutement espéré d'un physicien supplémentaire de niveau élevé est retardé malgré les recherches du directeur et de plusieurs membres du Comité; il faut tenir compte aussi de l'élévation du niveau des salaires, qui oblige à ralentir l'accroissement prévu de l'effectif du personnel (actuellement d'environ 50 personnes) afin de ne pas dépasser les possibilités budgétaires.

Th. WITT, qui a été engagé comme physicien le 1^{er} juillet 1971 et était resté en stage au N.B.S. pour préparer les expériences sur l'effet Josephson qu'il doit entreprendre au B.I.P.M., est arrivé le 1^{er} avril 1972.

J.-M. CHARTIER, précédemment technicien principal, a été promu au grade de métrologiste le 1^{er} janvier 1972.

Engagements

Daniel AVRONS a été engagé comme technicien électronicien le 1^{er} janvier 1972.

Fernando PEREZ a été engagé à titre d'essai le 1^{er} février 1972 et à titre définitif, à partir d'octobre 1972, comme mécanicien-électricien.

Départs

R. HANOCQ, mécanicien principal, s'est retiré le 30 juin 1972, pour prendre sa retraite, 46 ans après son entrée au B.I.P.M. Son travail était toujours remarquable par sa perfection; aussi lui confiait-on les tâches les plus délicates: polissage de métaux, tracé de traits sur des étalons de longueur, ajustage et polissage des étalons de masse en platine iridié et en acier inoxydable, entretien et réglage des balances de précision, etc. Il avait gagné la sympathie et l'estime de tous.

J. FOURNIER, technicien principal, a quitté son emploi sur sa demande le 31 janvier 1972.

II. — BÂTIMENTS

Observatoire

Les batteries d'accumulateurs, installées dans un local à l'entrée des combles, avaient cessé d'être utilisées pour les mesures photométriques où l'on emploie maintenant des alimentations stabilisées. Ces batteries ont été enlevées et le local a été divisé en deux pièces : l'une, d'une superficie de 7 m², a été aménagée et équipée pour la préparation des circuits imprimés; l'autre, de 11 m², sera utilisée suivant les besoins.

Grand Pavillon

La troisième et dernière partie du ravalement des façades, commencé en 1970 et poursuivi en 1971, a été exécutée d'avril à juillet 1972 sur la partie centrale de la façade donnant sur le jardin fleuriste, et sur les faces latérales de la partie supérieure du bâtiment. Le procédé adopté a été décrit dans le Rapport de 1970.

Sur la façade donnant sur le jardin fleuriste, on a aussi remplacé la gouttière de la partie circulaire au nord, et réparé au plâtre la corniche du fronton.

Chauffage

La chaufferie commune au Grand et au Petit Pavillon fonctionne au gaz depuis l'automne 1970.

Ce mode de chauffage ayant donné toute satisfaction par sa souplesse et sa propreté, la décision a été prise de substituer le gaz au charbon dans les chaufferies de l'Observatoire et du Laboratoire des Rayonnements Ionisants.

Après des pourparlers avec Gaz de France, cette entreprise de distribution a accepté de prendre à sa charge le remplacement, depuis la Grande Rue de Sèvres jusqu'au milieu de la cour, de l'ancienne canalisation d'amenée de gaz, insuffisante, par une nouvelle canalisation de 150 mm de diamètre correspondant à l'augmentation prévisible de la consommation de gaz.

Les travaux dont le financement incombe au Bureau International sont les suivants :

- prolongement de la canalisation précitée, sur une longueur de 140 m, à l'intérieur du domaine du Pavillon de Breteuil jusqu'au bâtiment principal des Rayonnements Ionisants;
- pose de deux branchements, l'un vers ce bâtiment, l'autre vers l'Observatoire;
- dans la chaufferie de l'Observatoire : remplacement des trois chaudières existantes, de puissances différentes, dont l'une était du reste hors d'usage, par deux chaudières identiques adaptées au gaz, avec le maintien des deux circuits de chauffage indépendants, l'un pour les salles de mesure, l'autre pour les bureaux;
- dans la chaufferie du bâtiment principal des Rayonnements Ionisants : adaptation des deux chaudières en service par la pose de brûleurs à gaz;

— installation dans ces deux chaufferies des dispositifs réglementaires de sécurité pour le chauffage au gaz.

Ces travaux, commencés en juin 1972, ont été terminés en septembre 1972.

III. — INSTRUMENTS ET TRAVAUX

Remarques générales

Les travaux ont été poursuivis normalement et avec succès dans tous les domaines; ces travaux sont surtout des comparaisons et certifications d'étalons, ou des perfectionnements destinés à améliorer l'exactitude des mesures.

— Plusieurs étalons de longueur à traits et à bouts ont été mesurés; le nouvel interféromètre Tsugami pour calibres à bouts plans jusqu'à 0,25 m donne de bons résultats.

— Les radiations de lasers stabilisés par absorption saturée sont appelées à jouer un rôle important; on a confirmé l'absence d'erreur systématique sur la longueur d'onde de la raie infrarouge du méthane qui a servi à une détermination beaucoup plus exacte de c , vitesse de la lumière, au N.B.S. (Boulder). On étudie les possibilités offertes par des raies d'absorption de l'iode, situées dans le visible.

— Les balances ont été remises en état de marche après la transfiguration des locaux, et les pesées sont faites maintenant avec une meilleure stabilité thermique et mécanique; la nouvelle balance donnée par le N.B.S. pourra montrer toutes ses qualités.

— Il est maintenant prouvé par nos mesures absolues que l'accélération due à la pesanteur subit des variations lentes superposées aux marées théoriques connues.

— L'étude pyrométrique des différences $t - t_{gs}$ entre 630 °C et 1 064 °C continue.

— Les mesures de force électromotrice ont été transférées dans la salle 4 aménagée à cet effet, avec plusieurs améliorations; l'équipement nécessaire à la mise en œuvre de l'effet Josephson progresse. Les certifi-cations et comparaisons d'étalons électriques sont nombreuses, soit pour divers pays, soit pour les laboratoires qui cherchent la plus haute précision dans la mesure de la constante physique $2e/h$ par effet Josephson.

— On a contrôlé et cherché à préciser la relation entre l'exposition du rayonnement γ et l'activité du cobalt 60; des études préliminaires préparent des mesures comparatives de dose absorbée. Des étalons d'activité de ^{60}Co sous forme de sources solides ont été distribués en réponse aux demandes suscitées par une large enquête du B.I.P.M.; on améliore la mesure de ces étalons et les théories statistiques applicables à ce genre de mesures. Les mesures d'étalons d'énergie α continuent; la préparation de sources émettrices convenables est importante; des progrès seront possibles avec un évaporateur donné par le Centre de Spectrométrie Nucléaire, Orsay. Des mesures comparatives portant sur des neutrons mono-cinétiques de diverses énergies seront organisées, et le B.I.P.M. s'y prépare notamment par un aménagement diminuant la diffusion par le sol.

— Afin d'étendre les possibilités de notre ordinateur I.B.M. 1130, nous l'avons équipé d'un canal pour l'entrée et la sortie de données à faible débit (maximum 10 000 caractères par seconde). Ce canal sera utilisé pour la lecture de bandes magnétiques (en cassettes) enregistrées dans nos salles de mesures. Il pourra également être utilisé pour l'enregistrement de telles bandes.

— Le dispositif de conditionnement d'air de la salle de l'ordinateur, devenu insuffisant en raison notamment de l'accroissement des durées de fonctionnement, a été remplacé par un climatiseur plus puissant.

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 signale une personne qui ne fait pas partie du personnel permanent 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 (*Procs-Verbaux C.I.P.M.*, **32**, 1964, p. 14).

Longueurs

Comparateur photoélectrique et interférentiel

Le comparateur photoélectrique et interférentiel a été utilisé de façon pratiquement permanente pour l'étalonnage et la détermination des équations de règles divisées ainsi que pour la mesure d'étalons à bouts de grande longueur : calibres de plus de 250 mm et étalons spéciaux pour la mesure de l'accélération due à la pesanteur. De brèves interruptions d'emploi ont toutefois été nécessaires pour assurer l'entretien de l'installation : conditionnement d'air, mécanisme de levage de la porte du caisson, étanché, polissage du revêtement intérieur en aluminium de ce caisson, ajustage des résistances des lignes de mesure pour le thermomètre à résistance de platine. Nous avons également pu effectuer une rapide comparaison entre les résultats fournis par le dispositif de comptage de franges installé sur le comparateur et ceux fournis par un ensemble commercial (Hewlett-Packard). Une concordance de 3×10^{-8} a été obtenue.

Étalons à traits (J. Hamon, P. Carré)

Au moyen du comparateur photoélectrique nous avons étudié les étalons suivants :

Mètre prototype N° 2 (Suisse)

Douze séries de mesures ont été effectuées sur ce prototype en platine iridié, retracé en 1971. Le résultat obtenu en 1972 est :

$$\text{N}^{\circ} 2 = 1 \text{ m} + 0,05 \mu\text{m} \text{ à } 20 \text{ }^{\circ}\text{C} \text{ (E.I.P.T.-1968)}.$$

Règles divisées

— *Règle* N° 16094 de 0,2 m en acier nickelé (B.I.P.M.), divisée en millimètres, le premier millimètre divisé en dixièmes de millimètre, le dernier centimètre divisé en demi-millimètres : étalonnage de toutes les subdivisions et équation de l'intervalle principal.

— *Règle* N° 15481 de 1 m en acier à 58 % Ni (Irlande) : étalonnage des décimètres, des centimètres du premier et du dernier décimètres, des millimètres du premier et du dernier centimètres, des dixièmes de

millimètre des deux millimètres supplémentaires et du millimètre 914-915; équations de l'intervalle principal et des millimètres supplémentaires.

— *Règle* N° OY 2222 de 1 m en acier à 58 % Ni (Afrique du Sud) : coefficient de dilatation, équation de l'intervalle principal, étalonnage des décimètres.

— *Règle* N° 4002 de 0,4 m en acier (Japon) : équation de l'intervalle principal et étalonnage des décimètres.

— *Règle* N° 10230 en invar (Organisation Européenne pour la Recherche Nucléaire); l'équation obtenue est :

$$N^{\circ} 10230 = 1 \text{ m} + 1 \text{ 111 nm à } 20 \text{ }^{\circ}\text{C (écart-type 18 nm)}.$$

Une mesure antérieure (1968) avait donné la valeur :

$$1 \text{ m} + 1 \text{ 168 nm à } 20 \text{ }^{\circ}\text{C (écart-type 26 nm)}.$$

— *Règle* N° 887 en acier (République Argentine) : coefficient de dilatation, étalonnage des décimètres, des centimètres du premier et du dernier décimètres et des millimètres du premier et du dernier centimètres; équation de l'intervalle principal.

— *Règle* N° 12924 en acier nickélé (B.I.P.M.): équation d'un intervalle de 788 mm (distance entre les traits 212 et 1000) en vue de la détermination des longueurs de deux nouveaux étalons de référence pour la mesure de l'accélération due à la pesanteur.

— *Règlette échantillon* de 50 mm en acier nickélé (Société Genevoise d'Instruments de Physique). Cette règlette, tracée par un nouveau procédé (traits « vibrés ») sur une surface remarquablement plane nous a été confiée par la S.I.P. pour examen. La définition des traits examinés au microscope visuel paraît excellente : bords bien nets et bien parallèles; avec les microscopes photoélectriques ils donnent un signal presque triangulaire. On a déterminé l'équation de l'intervalle principal et effectué l'étalonnage des traits de 5 en 5 mm dans les deux positions de la règlette et avec les deux microscopes. Les résultats sont satisfaisants, mais nous n'avons pas trouvé de méthode simple permettant de comparer directement les qualités métrologiques de ce nouveau type de tracé et celles de tracés plus anciens.

Étalons à bouts

Interféromètre Tsugami pour la mesure des calibres à bouts plans (J. Hamon)

L'appareil utilisé au B.I.P.M. pour la mesure interférentielle des calibres jusqu'à 100 mm de longueur était un interféromètre à franges de Fizeau construit en 1923 par la Société Jobin et Yvon d'après les plans de A. Péard. Cet excellent appareil a été en usage constant depuis son installation. Cependant, depuis quelques années, nous envisageons la construction d'un nouvel instrument que nous désirons être du type Michelson, pouvant mesurer jusqu'à 300 mm, et avec un réfractomètre incorporé. La Société japonaise Tsugami fabrique un interféromètre possédant à très peu près ces trois caractéristiques et qui, de plus, a fait ses preuves au National Research Laboratory of Metrology (Tokyo), où il a été conçu. Grâce à la compréhension et à l'aide du Gouvernement japonais et du fabricant lui-même, le B.I.P.M. a pu acquérir cet interféromètre qui, après essai, nous paraît répondre parfaitement à ce que nous en attendions.

Dans cet appareil, on peut mesurer directement des calibres jusqu'à 250 mm de longueur; neuf calibres peuvent éventuellement être placés verticalement sur un même plateau rotatif horizontal.

Pour déterminer l'indice de réfraction de l'air, on utilise un tube cylindrique de 200 mm de longueur, vide d'air, fermé à ses extrémités par deux glaces plan-parallèles largement débordantes; le tube est placé sur le plateau rotatif à côté des calibres; l'interféromètre permet de comparer les trajets optiques dans le vide et dans l'air entre les glaces terminales.

L'appareil est livré avec deux sources de lumière: une lampe à cadmium naturel et une lampe à mercure 198 sans électrodes refroidie par circulation d'eau. Un monochromateur à réseau permet d'isoler la radiation désirée.

La température des calibres est mesurée au moyen d'un thermomètre à mercure gradué en centièmes de kelvin et de thermocouples.

Quatre calibres en acier de 25, 50, 75 et 100 mm appartenant au B. I. P. M. ont été mesurés systématiquement, à titre d'essai, dans cet interféromètre Tsugami et dans notre ancien interféromètre à franges de Fizeau. Dans une première série de mesures (a), les calibres de 25 et 50 mm furent successivement mis en adhérence sur un plan de quartz « Precision Tsugami Works » (P. T. W.), ceux de 75 et 100 mm sur un plan d'acier P. T. W.; dans une seconde série de mesures (b) les quatre calibres furent mis successivement en adhérence sur un plan d'acier Johansson (C. E. J.). L'ensemble plan-calibre en adhérence était transféré d'un interféromètre à l'autre. L'écart-type de la valeur moyenne d'un calibre dans chacun des interféromètres est d'environ 0,005 μm . Les différences observées sont :

Calibre	Δ (Tsugami—Fizeau)	
	(a)	(b)
25 mm	— 0,004 μm	+ 0,008 μm
50	— 18	+ 8
75	— 11	+ 4
100	— 6	+ 3
Moyenne	— 0,010 μm	+ 0,006 μm
Calibre	$\Delta' [(a) - (b)]$	
	Tsugami	Fizeau
25 mm	— 0,031 μm	— 0,019 μm
50	— 51	— 25
75	— 22	— 7
100	— 45	— 36
Moyenne	— 0,037 μm	— 0,022 μm

Malgré leur allure systématique, les différences Δ entre les mesures effectuées au moyen des deux interféromètres ne peuvent pas être considérées comme significatives. En revanche, les calibres paraissent systématiquement plus courts lorsqu'ils sont en adhérence sur les plans P. T. W. que lorsqu'ils le sont sur un ancien plan C. E. J., et cela malgré les corrections de perte de phase. Il est probable que l'adhérence est meilleure

sur les plans P.T.W. dont l'état de surface est plus fin si l'on en juge par leur aspect plus brillant; la moyenne des Δ' ($\approx 0,03 \mu\text{m}$) paraît néanmoins un peu forte.

Un calibre de 250 mm appartenant au B.I.P.M. a ensuite été mesuré en position verticale dans l'interféromètre Tsugami et en position horizontale dans le comparateur photoélectrique. On a obtenu :

Comparateur photoélectrique
(calibre en position horizontale) : $250 \text{ mm} + 0,088 \mu\text{m} \pm 0,002 \mu\text{m}$
Interféromètre Tsugami
(calibre en position verticale) : $250 \text{ mm} + 0,074 \mu\text{m} \pm 0,017 \mu\text{m}$.

En appliquant la correction de compression, la valeur mesurée à l'interféromètre Tsugami devient : $250 \text{ mm} + 0,086 \mu\text{m}$. L'accord est excellent.

Étalons spéciaux pour la mesure de l'accélération due à la pesanteur
(J. Hamon, P. Carré)

Nous avons étudié deux nouveaux étalons en silice fondue de 813 mm (N° 3) et 763 mm (N° 4) environ, semblables à ceux qui sont déjà en service et qui ont été précédemment décrits (Rapport 1967, p. 36). Une première détermination approchée de leur longueur a été faite dans l'air à la pression atmosphérique, au moyen du comparateur photoélectrique, par comparaison à l'intervalle 212-1000 de la règle 12924 préalablement mesuré; une détermination plus précise a été obtenue au moyen de mesures interférentielles directes dans le même appareil.

Les étalons ont ensuite été mesurés sous vide, dans l'interféromètre de Michelson, avec la radiation étalon primaire et avec celle d'un laser à hélium-néon stabilisé et étalonné. Pour calculer la partie entière de l'ordre d'interférence nous avons admis pour la silice un coefficient de compressibilité linéique de $8,94 \times 10^{-12} \text{ N}^{-1} \text{ m}^2$. Les résultats ont été les suivants :

	N° 3	N° 4
Comparateur photoélectrique (<i>p</i> atmosphérique)	812 660,700 μm	763 110,972 μm
par comparaison à la règle N° 12924		
par mesure interférentielle	0,687	0,947
Interféromètre de Michelson (vide)	1,388	1,600

Pour rétablir la concordance parfaite des résultats, il suffirait d'admettre comme coefficients de compressibilité linéique les valeurs $8,51 \times 10^{-12} \text{ N}^{-1} \text{ m}^2$ pour l'étalon N° 3 et $8,44 \times 10^{-12} \text{ N}^{-1} \text{ m}^2$ pour l'étalon N° 4.

Études courantes (J. Hamon)

— Huit calibres à bouts plans en acier (Norvège) ont été mesurés. Cinq d'entre eux (125, 150, 175, 200 et 250 mm) ont été mesurés à l'aide de l'interféromètre Tsugami. Les trois autres (300, 400 et 500 mm) dépassaient les possibilités de cet appareil; ils ont été mesurés à l'aide du comparateur photoélectrique ainsi que le calibre de 250 mm à titre de contrôle; pour ce dernier on a obtenu :

Comparateur photoélectrique : 250 mm — $0,02 \mu\text{m}$ (écart-type $0,002 \mu\text{m}$);
Interféromètre Tsugami : 250 mm — $0,05 \mu\text{m}$ (écart-type $0,014 \mu\text{m}$).

(Ce dernier résultat tient compte de la correction de compressibilité.)

— Un calibre de 1 m (Urad pro Normalizaci, Prague) a été mesuré au moyen du comparateur photoélectrique.

Base géodésique (F. Lesueur, C. Garreau, G. Girard)

Fils et rubans géodésiques

Un ruban de 50 m a été étudié pour l'Afrique du Sud.

Pour l'Organisation Européenne pour la Recherche Nucléaire (C.E.R.N.) nous avons déterminé la dilatabilité de dix longueurs de 24 m prélevées sur 50 kg de fil géodésique préalablement soumis au traitement thermique habituel de stabilisation.

Livraison d'invar géodésique

Les commandes de grandes longueurs de fil géodésique sont toujours très nombreuses. En conséquence, nous avons effectué l'étuvage de 200 kg d'invar, constituant la 27^e livraison. Une douzaine de déterminations de coefficient de dilatation ont été nécessaires au cours de cette opération.

Interférométrie

Laser à $\lambda = 3,39 \mu\text{m}$ asservi sur une raie d'absorption saturée du méthane (J. Hamon, P. Giacomo)

Quelques mesures supplémentaires de cette longueur d'onde ont encore été faites; elles ne modifient pas le résultat moyen déjà publié (Rapport 1971, p. 33).

Une mesure analogue, effectuée au N.B.S. (Boulder) au moyen d'un interféromètre de Perot-Fabry, conduit à un résultat supérieur au nôtre de $1,2 \times 10^{-8}$. Cette différence, qui dépasse légèrement les incertitudes expérimentales, semble pouvoir être attribuée à la dissymétrie du profil spectral de la radiation étalon primaire. L'influence de cette dissymétrie est connue dans le cas des mesures à l'interféromètre de Michelson. Nous avons calculé cette influence sur les mesures avec un interféromètre de Perot-Fabry; le signe et l'ordre de grandeur de la différence sont bien conformes à ce que l'on peut prévoir. Des mesures complémentaires sur l'interféromètre utilisé au N.B.S. sont nécessaires pour une évaluation plus précise de cette différence.

Laser à $\lambda = 633 \text{ nm}$ asservi sur une raie d'absorption saturée de l'iode (P. Giacomo, J.-M. Chartier)

L'étude se poursuit en vue de construire des lasers de ce type, surtout afin de nous familiariser avec les problèmes posés par ce genre de sources.

Sur l'un des lasers à hélium-néon construits au B.I.P.M., nous avons d'abord essayé un asservissement sur le « Lamb-dip » d'émission à $\lambda = 633 \text{ nm}$. Cet asservissement a fonctionné correctement.

Nous avons ensuite adapté nos montures de cavités laser pour pouvoir y introduire une cellule à absorption contenant de la vapeur saturante d'iode; la pression de l'iode est réglable par la méthode du point froid.

Grâce à une cellule prêtée par le N.P.L. (MM. Rowley et Wallard), nous avons pu observer l'absorption saturée de l'iode 127 (fig. 1). Cela nous a permis d'étudier l'influence de nombreux paramètres sur le rapport

signal/bruit : type de tube laser: (Jodon, type CE-16; 7-1.5; Spectra-Physics, type 119; C. W. Radiations, type CW 300), conditions d'excitation, pression d'iode, modulation de la longueur de la cavité, chaîne de détection synchrone, vibrations mécaniques et acoustiques.

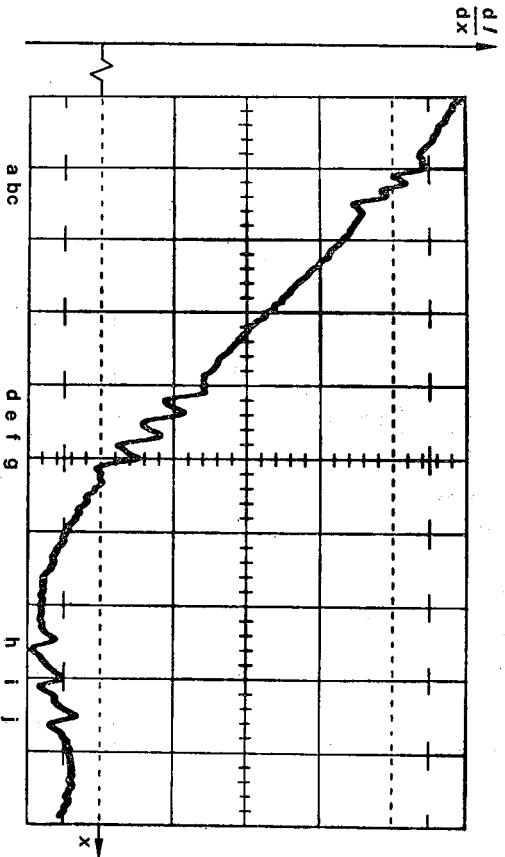


Fig. 1. — Absorption saturée de l'iode dans un laser ($\lambda = 633 \text{ nm}$).

La longueur x de la cavité varie lentement; elle est en outre modulée à 520 Hz avec une très faible amplitude.

Le signal obtenu par détection synchrone est proportionnel à la dérivée $\frac{dI}{dx}$ de

l'intensité I émise par le laser par rapport à la longueur x de la cavité. On distingue les crochets caractéristiques correspondant à dix composantes de structure hyperfine de la raie d'absorption de l'iode.

En utilisant des tubes en silice fournis par la Société OPTRO (Londres), nous avons construit une cuve à iode puis mis au point une technique de remplissage et nous avons pu observer l'absorption saturée.

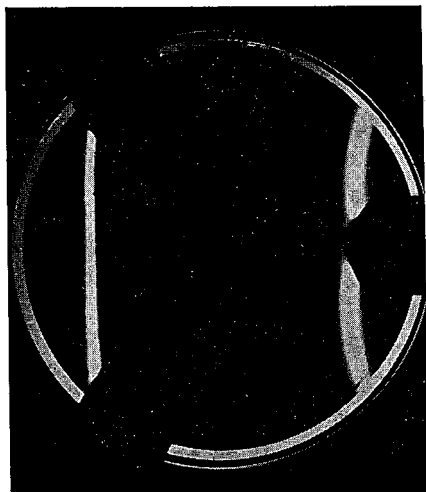
Des essais d'asservissement devraient pouvoir être entrepris dans les prochains mois.

Lampe à mercure 198 de l'interféro-mètre Tsugami (J. Hamon)

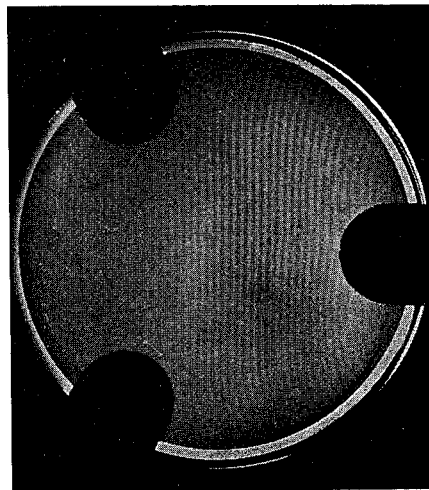
L'interféro-mètre Tsugami comprend ses propres sources monochromatiques : une lampe à cadmium naturel et une lampe à mercure 198 sans électrodes (General Electric Co.) refroidie à l'eau et contenant 2 mg de ^{199}Hg avec de l'argon sous une pression de $400 \text{ N}\cdot\text{m}^{-2}$ (3 mmHg). Nous avons mesuré à l'interféro-mètre de Michelson les longueurs d'onde dans le vide de quatre radiations de la lampe à mercure 198 (la seule que nous utilisons avec l'interféro-mètre Tsugami) par comparaison à celle de la radiation étalon primaire du krypton 86; nous avons obtenu :

0,579 226 850	μm
0,577 119 856	
0,546 227 082	
0,435 956 249	

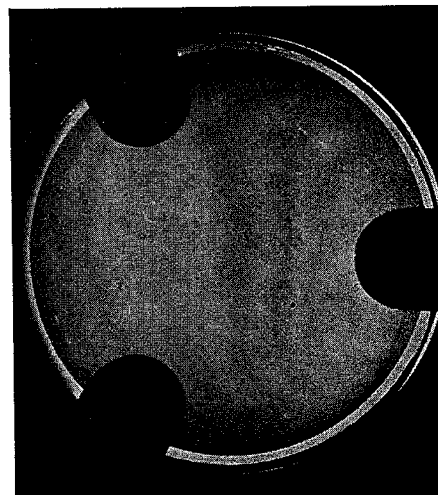
avec une incertitude estimée à quelques unités du dernier chiffre inscrit.



a



b



c

Fig. 2. — Étude de la planéité d'une paire de miroirs.

a) Franges à $\lambda/2$ obtenues avec la radiation verte du mercure.

b) Franges à $\lambda/66$ environ; même réglage qu'en *a*; spectre cannelé fourni par un étalon de Perot-Fabry auxiliaire.

c) Mêmes franges qu'en *b* après réglage du parallélisme; les défauts de l'ordre de $\lambda/50$ deviennent parfaitement évidents.

Étude de la planéité de miroirs (J. Hamon, P. Giacomo)

L'interférométrie exige des tolérances de plus en plus sévères sur la planéité des surfaces optiques. Or, il est difficile d'étudier la topographie de surfaces dont les défauts de planéité sont de l'ordre de $\lambda/50$ par exemple en observant les franges du coin d'air dont l'interfrange est $\lambda/2$ (fig. 2a).

En nous inspirant d'une méthode décrite par D. R. Herriot (*J.O.S.A.*, **51**, No 10, 1961, p. 1142-1145), nous avons essayé trois méthodes voisines permettant d'observer des franges dont l'interfrange peut être rendu aussi petit que $\lambda/100$; ces méthodes permettent d'examiner rapidement et finement la topographie du coin d'air entre deux surfaces prétendues planes.

Le principe de ces méthodes est le suivant. On constitue avec les deux lames à étudier, préalablement argentées avec un facteur de réflexion ρ élevé (0,97 ou 0,98), un coin d'air de faible épaisseur par interfosition de trois cales (nous utilisons du mylar d'épaisseur $e \approx 10 \mu\text{m}$). En lumière monochromatique, les franges du coin d'air sont très fines par rapport à l'interfrange $\left(\text{finesse } N = \frac{\pi\sqrt{e}}{1-\rho} \text{ de l'ordre de } 50 \text{ à } 100 \right)$. On éclaire

ce coin d'air avec une source de lumière blanche convenablement filtrée. Le filtre doit fournir un spectre cannelé, limité à une bande spectrale $\Delta\lambda$ (de l'ordre de 10 nm pour e de l'ordre de 10 μm) contenant k cannelures; k peut être compris utilement entre 10 et 50. Les longueurs d'onde correspondant aux différents cannelures du spectre forment plusieurs systèmes de franges du coin d'air, légèrement décalés les uns par rapport aux autres (fig. 2b et c). On choisit $\Delta\lambda$ de telle façon que les franges intermédiaires remplissent à peu près l'intervalle entre deux franges monochromatiques

$$\left(\Delta\lambda \approx \frac{\lambda^2}{2e} \right);$$

Le nombre k de franges intermédiaires que l'on peut juxtaposer dans l'intervalle est limité seulement par la finesse: $k < N/2$.

Le filtrage nécessaire est obtenu simplement à l'aide d'un filtre interférentiel ($\Delta\lambda$) et d'un interféromètre auxiliaire (spectre cannelé). On a pu utiliser indifféremment comme interféromètre auxiliaire un Michelson, un Perot-Fabry ou un interféromètre à polarisation. Les montages sont simples. Il faut seulement prendre garde aux défauts inévitables de l'interféromètre auxiliaire lui-même (défauts de planéité et de parallélisme des miroirs, effets d'inclinaison) qui demandent une étude soignée de la conjugaison des étendues géométriques. L'interféromètre à polarisation à champ compensé (deux lames de quartz parallèles à l'axe, croisées, séparées par une lame demi-onde à 45°, entre polariseur et analyseur) fournit une étendue géométrique suffisamment surabondante pour que les effets parasites (variations de longueur d'onde dans l'étendue utile) puissent être rendus négligeables; il est simple et parfaitement stable, mais il ne permet pas le réglage de l'espacement des franges intermédiaires dont on dispose avec les interféromètres de Michelson ou de Perot-Fabry.

Masses (G. Girard)

Un important travail de remise en état de marche des balances a été effectué.

En octobre 1971, toutes les balances avaient été mises à leur empla-

cement définitif après achèvement des transformations et aménagements des salles 5 et 105 (voir Rapport 1970, p. 31 et 43) mais n'étaient pas en mesure de fonctionner.

Pour répondre à des besoins devenus urgents en raison de l'inter-ruption des mesures de masses depuis mars 1970, nous avons d'abord remis en service les balances de portée égale ou inférieure à 50 g (balances Rueprecht de 50 g et 20 g, balance Stanton de 2 g). Les autres balances Stanton (10 kg et hydrostatique) et Rueprecht (1 kg et 200 g) ont été ensuite remises en ordre de marche.

Nous avons en outre installé la balance NBS-2 à son emplacement définitif.

Balances Rueprecht

Avant le remontage et le réglage des quatre balances Rueprecht (1 kg, 200 g, 50 g et 20 g) les miroirs, les prismes et les lunettes ont été nettoyés; on a constaté à cette occasion sur la balance de 1 kg que les plans croisés des suspensions étaient très fortement rayés.

Les tringles de commande des balances de 1 kg et 200 g étant plus courtes dans la nouvelle installation (2,3 m au lieu de 4 m), on a changé les échelles graduées en verre et on en a profité pour remplacer celles des deux autres balances par des échelles de meilleure qualité. Les balances de 1 kg et 200 g ont été placées sur des cales isolantes en « céloron ».

La masse des surcharges permettant d'étalonner les divisions des échelles des balances de 1 kg et 200 g a été déterminée.

La protection thermique de la balance de 1 kg a été remise en place et son dispositif de levage à contrepois a été modifié.

Afin de contrôler le bon fonctionnement de deux de ces balances, on a comparé quatre ou six masses de même valeur nominale dans toutes les combinaisons possibles. On en a déduit les valeurs suivantes pour l'écart-type d'une pesée :

$$\text{Balance de } \begin{cases} 1 \text{ kg: } 12 \text{ } \mu\text{g} \\ 20 \text{ g: } 2,5 \end{cases}$$

Balances Stanton

Balance de portée 2 g. — Cette balance a été remise en état de marche sans difficultés et les pesées ont pu reprendre rapidement.

L'écart-type d'une pesée pour une charge de 100 mg est de 0,5 μg .

Balance de portée 10 kg. — De construction robuste, cette balance n'a pas nécessité de réglages particuliers. Le prisme de renvoi a été placé à l'intérieur de la balance, au-dessus du miroir du fléau, et tourné de 90° afin que l'on puisse faire les lectures latéralement. Une ouverture a été pratiquée à cet effet dans le côté gauche de la cage de la balance. Le support du projecteur et de l'échelle, situés à 3,7 m de la balance, a été complètement modifié.

Les valeurs des surcharges de 10 mg ont été déterminées.

Balance hydrostatique de 1 kg. — Cette balance, son pupitre de commande et le support du projecteur et de l'échelle reposent maintenant directement sur des piliers. La stabilité mécanique est meilleure que dans l'installation antérieure où cet ensemble était placé sur des équerres fixées les unes au mur, les autres à un pilier.

On a procédé à un nouveau réglage du mécanisme d'échange des masses, côté gauche, qui fonctionnait par à-coups. Le miroir du fléau a été réaligné.

L'équilibre thermique de cette balance a été amélioré au moyen de plaques de polystyrène expansé et de feuilles minces d'aluminium disposées tout autour de sa cage vitrée.

La valeur des surcharges de 3 mg de cette balance a aussi été déterminée. Les comparaisons entre eux de quatre Kilogrammes en acier inoxydable, de volumes assez voisins, ont permis de vérifier le bon fonctionnement de cet instrument. L'écart-type d'une pesée a été de 15 μ g.

Balance NBS-2

L'installation définitive de cette balance, dont une description a déjà été publiée (1), a été quelque peu retardée en raison de la priorité donnée à la remise en état de marche des autres balances.

La disposition des accessoires extérieurs de cette balance a été partiellement modifiée par rapport à la disposition initiale.

Le pupitre de commande et la lunette d'observation, disposés à l'extérieur de la cabine aménagée dans la salle 105, sont reportés à 2 m du fléau. L'échelle divisée sur 50 cm et son éclairage ont été dissociés et mis sur deux supports scellés au mur, au ras de la cloison, ce qui a nécessité la fixation au mur d'un miroir supplémentaire de renvoi. Des supports rigides et stables ont été construits pour ce miroir et pour celui qui est situé entre la balance et la lunette d'observation.

Le fléau, dont la commande manuelle était fixée auparavant sur le socle de la balance, est manoeuvré maintenant par l'intermédiaire d'un moteur situé dans le pupitre de commande.

Des cales isolantes de 5 cm de hauteur, en « céloron » ont été placées sous la balance.

Nous avons commencé une importante série de pesées pour contrôler le bon fonctionnement de cette balance installée maintenant à son emplacement définitif.

Kilogrammes prototypes

Les Kilogrammes en platine iridié N° 53 (Pays-Bas) et N° 37 (Belgique) ont été comparés à nos deux prototypes d'usage courant N° 9 et 31. La comparaison du Kilogramme N° 37 a été faite avant nettoyage-lavage. On a constaté que la base inférieure du Kilogramme N° 53 porte des rayures profondes.

Le Kilogramme É-69 en acier inoxydable « Immaculate V » (Irlande), dont nous avions déterminé la masse volumique en 1969, a été comparé à nos deux prototypes d'usage courant.

Des valeurs définitives ne seront attribuées à ces Kilogrammes qu'après une nouvelle détermination des prototypes du B.I.P.M. utilisés dans ces comparaisons.

Comparaison internationale de masses de 100, 50, 20 mg

Pour trouver la cause de certains désaccords entre différents laboratoires utilisant des balances uniplateau, le Groupe de travail sur les

(1) ALMER (H. E.), National Bureau of Standards one kilogram balance No 2. *J. Res. N.B.S.*, **76 C**, Nos. 1-2, 1972.

micropesées de la Section II (Mesure des radionucléides) du Comité Consultatif pour les Étalons de Mesure des Rayonnements Ionisants a décidé d'entreprendre une comparaison de six jeux de masses étalons en acier inoxydable de 100, 50, 20 mg entre quelques-uns de ces laboratoires (*voir* p. 67). Il a été décidé également que, avant et après ces comparaisons, deux de ces jeux (Nos 1 et 2) seraient étalonnés dans les trois laboratoires suivants : Bureau Central de Mesures Nucléaires, Geel, Belgique (laboratoire pilote), Physikalisches-Technische Bundesanstalt et Bureau International des Poids et Mesures.

Les étalonnages ont été effectués au B.I.P.M. en mars (mesures « aller ») et en juin 1972 (mesures « retour »). On a constitué les groupes suivants :

- Pièces de $\left\{ \begin{array}{l} 100 \text{ mg des jeux Nos 1 et 2} \\ 100 \text{ mg et } (50 + 20 + 20' + 10) \text{ mg de la série Oe en platine iridié du B.I.P.M.} \end{array} \right.$
- Pièces de $\left\{ \begin{array}{l} 50 \text{ mg des jeux Nos 1 et 2} \\ 50 \text{ mg et } (20 + 20' + 10) \text{ mg de la série Oe.} \end{array} \right.$
- Pièces de $\left\{ \begin{array}{l} 20 \text{ mg des jeux Nos 1 et 2} \\ 20 \text{ mg et } 20' \text{ mg de la série Oe.} \end{array} \right.$

Pour chaque groupe, on a effectué les comparaisons dans toutes les combinaisons possibles. Un second observateur a procédé de façon analogue avec la série O en platine iridié du B.I.P.M.

Seuls sont actuellement connus les résultats « aller » pour lesquels l'accord entre les trois laboratoires (B.C.M.N., P.T.B. et B.I.P.M.) est tout à fait satisfaisant. Les résultats définitifs de cette comparaison seront publiés dans le prochain Rapport.

Études courantes

- Détermination du volume et de la masse du Kilogramme No 72 en acier inoxydable « Nical D » (Grèce).
- Détermination de trois masses en acier inoxydable de 10 g (Laboratoire National d'Essais, France).
- Étude en cours d'une série de masses en acier inoxydable « Immaculate V », de 10 kg à 1 mg (Irlande).

Pour les besoins du B.I.P.M. :

- étalonnage des masses de 1 à 50 g et détermination de la masse de 100 g de la série en nickel No 5 (pour la Section des Rayonnements Ionisants) ;
- étalonnage d'une subdivision (Al 3) du milligramme et de quelques surcharges de 0,1 mg ;
- début de l'étalonnage des six séries en « monel » (100 à 1 mg) destinées à être utilisées avec la balance NBS-2.

Gravimétrie (A. Sakuma)

Détermination absolue de *g*

Tendance à une variation de *g* observée au B.I.P.M.

Au cours de la période d'août 1971 à mai 1972 nous avons observé un accroissement significatif de la valeur de *g*. Cet accroissement, dont

La valeur relative est d'environ 2×10^{-8} , est très voisin de celui que nous avons décelé au cours de la période d'août 1970 à août 1971. Malgré nos recherches, nous n'avons pu trouver, dans notre appareil de mesure de g , aucune dérive instrumentale de cet ordre de grandeur.

Une analyse des résultats de nos mesures des six dernières années (1966 à 1972) montre que la variation à long terme de g à « Sèvres point A2 » peut être représentée approximativement par une fonction parabolique dont la valeur minimale fut atteinte au début de l'année 1969. Si cette courbe est en fait une portion de sinusoïde, la période de cette dernière semble être supérieure à dix ans. Aucune explication de cette variation de g n'a jusqu'à présent été fournie par les spécialistes; aussi devons-nous poursuivre nos mesures quelques années encore. Toutefois, nous avons noté les deux points suivants qui pourraient être en relation avec la tendance observée.

1° Le passage de g à sa valeur minimale (début 1969) coïncide avec le passage à son minimum d'une onde de la marée gravimétrique théorique (dont nous tenons déjà compte dans nos corrections) de période 18,61 ans et d'amplitude crête à creux $4 \times 10^{-9} g$ à Paris.

2° A la suite d'observations de longue durée (1933 à 1965) du mouvement du pôle par cinq observatoires répartis autour de la Terre (Carloforte, Kitiab, Mizusawa, Ukiah et Gaithersburg) on a prédit ⁽²⁾ l'existence d'une telle onde gravimétrique jusqu'alors inconnue, de forte amplitude et de période voisine de 19 ans. Cette onde existerait sur toute la surface du Globe et notre emplacement de mesure (Europe occidentale) serait situé près d'un noeud de l'oscillation. Si l'on fait l'hypothèse que la variation de g observée est due à cette onde, cette variation aura des conséquences importantes pour plusieurs domaines de la science et en particulier pour les applications météorologiques de g . En effet, en moins de trois ans, c'est-à-dire pendant une durée nettement inférieure à une période de l'onde, et bien que nous soyons situés près d'un noeud, nous avons déjà observé une variation appréciable de g (5×10^{-8} en valeur relative). On peut donc penser que, en des emplacements proches d'un ventre de cette onde (Moyen-Orient, Extrême-Orient et Côte Pacifique de l'Amérique du Nord, par exemple), la variation de g pendant une demi-période (9,5 ans) pourrait atteindre 10^{-6} ; il en résulterait des discordances pour le réseau gravimétrique mondial et des mesures périodiques seraient nécessaires pour assurer aux valeurs locales de g une exactitude suffisante.

Compte tenu de ce problème, notre collaboration technique actuelle avec deux laboratoires pour la réalisation d'appareils de mesure absolue de g , l'International Latitude Observatory, Mizusawa (appareil fixe) et l'Institut de Métrologie G. Colonnetti, Turin (appareil transportable), se révèle particulièrement utile pour l'étude de cette oscillation du géopotential. Aussi poursuivons-nous l'optimisation de notre appareil prototype afin de pouvoir conseiller ces laboratoires et plusieurs autres qui ont déjà manifesté l'intention d'entreprendre la mesure absolue de g par des méthodes analogues à la nôtre.

⁽²⁾ OKUDA (T.), Local non-polar variation of latitude deduced from the I.L.S. data for the period 1933-1965, *Publication of International Latitude Observatory of Mizusawa*, Vol. VI, No 2, 1968, pp. 231-243.

Valeurs de g d'août 1971 à mai 1972

Les valeurs moyennes de g au point de mesure A2, après correction de l'effet luni-solaire théorique, et les écarts-types d'une mesure sont pour cette période :

$g_{A2} =$	(9,809 256 79 ₄ ± 0,000 000 03 ₂) m/s ² (août 1971)
	(7 08 ₅ ± 07 ₄) (fin décembre 1971)
	(7 03 ₂ ± 09 ₂) (janvier 1972)
	(6 96 ₄ ± 08 ₅) (février 1972)
	(7 04 ₄ ± 05 ₄) (mars 1972)
	(6 95 ₀ ± 05 ₂) (avril 1972)
(6 96 ₁ ± 06 ₅) (mai 1972)	

Les valeurs de g depuis la fin de décembre 1971 restent nettement plus élevées que la valeur en août 1971. C'est la seconde fois qu'une variation brusque de g apparaît entre l'automne et l'hiver (un tel saut avait déjà été observé en 1970). Ce phénomène reste inexpliqué et nous devons vérifier s'il se manifeste aussi en 1972.

En juin 1972, une importante modification de l'appareil de mesure de g a été entreprise et c'est seulement fin septembre que nous avons pu commencer une nouvelle série de mesures. Les premiers résultats montrent à nouveau une augmentation de g d'environ 1×10^{-8} en valeur relative par rapport à la valeur de mai 1972.

Amélioration de l'appareil prototype de mesure de g

En parallèle avec les mesures périodiques de g , nous avons poursuivi l'amélioration et la simplification de notre appareil prototype. Une pompe à diffusion d'huile (débit 1 000 l/s, refroidie à l'eau et au fréon), utilisée depuis neuf ans pour le caisson vertical destiné aux lancements du trièdre, a été remplacée par une pompe ionique de débit 200 l/s, après étude de l'influence du champ magnétique de cette pompe sur la mesure de g . Avec cette nouvelle pompe, un « vide propre » de 5×10^{-6} Pa (4×10^{-7} mmHg), voisin du vide limite obtenu avec l'ancienne pompe, est maintenu en permanence depuis plusieurs mois et aucun écart significatif n'a été trouvé entre les deux valeurs de g , l'une antérieure et l'autre postérieure au remplacement de la pompe.

Cette modification a permis également de diminuer les vibrations et d'améliorer la stabilité thermique de l'interféromètre de mesure de g et des sismomètres, grâce à la suppression des appareils mobiles et des sources de chaleur de l'ancienne pompe (puissance d'environ 1,5 kW). A la suite de simplifications apportées aux appareils électroniques, la consommation totale d'énergie électrique a été réduite à la moitié (soit environ 2,5 kW) de celle de l'installation initiale; ainsi, la dérive thermique de l'interféromètre reste actuellement de quelques dixièmes de millikelvin pendant la durée d'une série de mesures de g , soit quatre heures environ.

Les nombreuses mesures de g effectuées jusqu'en mai 1972, dans des circonstances variées, nous ont permis de déceler deux causes perturbatrices (non systématiques) qui provoquaient des accélérations parasites de quelques 10^{-9} g dans notre sismomètre (Voir: *Point de référence non perturbé*, Rapport 1970, p. 51).

La première cause était la perturbation du champ magnétique terrestre due principalement aux activités industrielles dans notre région.

Cette variation du champ est devenue de plus en plus importante depuis ces deux dernières années, même pendant la nuit. Les variations de sa composante verticale dépassent souvent $0,3 \mu\text{T}$ en quelques secondes, soit 1 % de sa valeur. Elles provoquaient une force dans le ressort principal du sismomètre par effet de magnétostriktion, malgré le blindage magnétique dont le sismomètre était pourvu.

La deuxième cause était la déformation du caisson étanche du sismomètre en raison des variations de courte période (quelques minutes) de la pression atmosphérique. Cette faible déformation, de l'ordre du nanomètre (valeur calculée), était transmise au fléau du sismomètre à longue période (30 à 35 s) et provoquait une accélération du point de référence de quelques $10^{-9} g$.

Après une modification patiente, le sismomètre a été installé dans un double caisson étanche avec un triple blindage magnétique (le taux d'atténuation du champ est supérieur à 50). Cette modification fut efficace non seulement pour diminuer sensiblement les influences du champ magnétique et de la pression atmosphérique (ces influences sont maintenant inférieures à $1 \times 10^{-9} g$), mais aussi pour améliorer la stabilité thermique du sismomètre ($\approx 0,1 \text{ mK/h}$) et pour assurer une bonne constance de l'indice de réfraction de l'air dans le caisson étanche où se trouve un interféromètre de Michelson destiné à la mesure des vibrations.

Notre sismomètre, associé à un compteur de franges d'interférence, permet actuellement d'enregistrer la variation de g due à l'effet lumineux avec une sensibilité meilleure que $1 \times 10^{-9} g$ pendant quelques heures.

Ainsi, nous estimons que notre longue recherche sur la réalisation d'un point de référence non perturbé a actuellement atteint son but.

Thermométrie (J. Bonhoure, G. Girard)

Température thermodynamique du point de congélation de l'or

Le but de cette étude et la méthode utilisée ont déjà été décrits dans les Rapports précédents. On admet, par hypothèse, que la valeur attribuée dans l'E.I.P.T.-1968 à la température $630,74 \text{ }^\circ\text{C}$ est exacte; ensuite, par la comparaison des luminances énergétiques spectrales (domaine spectral défini par un filtre interférentiel au voisinage de $1 \mu\text{m}$) de deux corps noirs réglés l'un à $630,74 \text{ }^\circ\text{C}$, l'autre à $1\,064,43 \text{ }^\circ\text{C}$, on déduit la valeur qu'il faudrait donner au point de congélation de l'or.

Mesures effectuées en 1972. — On avait espéré pouvoir améliorer, au cours de l'année 1971-1972, la définition du domaine spectral utilisé, en superposant au filtre interférentiel l'un ou l'autre de divers filtres auxiliaires à larges bandes passantes et à coupures décalées judicieusement choisies; on aurait pu ainsi apprécier la quantité d'énergie parasite éventuellement transmise par le filtre interférentiel en dehors du pic. Il n'a malheureusement pas été possible de faire réaliser les filtres nécessaires et les mesures qui ont été effectuées ces derniers mois l'ont été finalement dans des conditions très voisines des précédentes.

On s'est cependant efforcé d'améliorer la symétrie des comparaisons et on a contrôlé l'étalonnage des thermocouples avant et après les mesures pyrométriques. En reprenant la terminologie utilisée dans le Rapport de 1971, p. 41, on a d'abord effectué des mesures de type B (une température intermédiaire : 960 °C) en janvier et février 1972, puis des mesures de type C (sans température intermédiaire) en mars 1972; dans les deux cas, les températures des cavités rayonnantes CN 1 et CN 2 étaient indiquées respectivement par les thermocouples PtRh 1 et PtRh 2. Pour les mesures de type B, la température intermédiaire choisie n'est pas celle qui rendrait voisins les rapports de luminance partiels; on en est au contraire fort éloigné et, de ce point de vue, ce n'est donc pas le choix le plus heureux. Cependant, la très bonne linéarité du récepteur photoélectrique et l'utilisation du diviseur de luminance qui lui est associé (division par 4 ou par 2) rendent ce choix moins critique; il donne par contre l'occasion d'améliorer la connaissance du point de congélation de l'argent qui est un point de référence important de l'E.I.P.T.

Les résultats obtenus sont en bon accord avec ceux des séries de mesures précédentes et ils sont exposés ci-après dans un ensemble plus général. Auparavant, on doit signaler l'existence d'un écart systématique observé quand on modifie les conditions de mesure. Jusqu'à maintenant le filtre interférentiel, éclairé en lumière parallèle, avait toujours été utilisé sous incidence normale; au cours des récentes mesures, on a également fait quelques comparaisons de luminances sous une incidence de 0,075 rad, le filtre étant aussi étalonné sous cette même incidence. Or, il apparaît un écart systématique de 0,1 K environ sur la température de congélation de l'or entre les deux modes d'utilisation du filtre, écart qu'il n'est pas possible d'expliquer ni par un phénomène d'élargissement du pic dû aux réflexions parasites entre le filtre et l'optique, ni par un faible résidu de transmission de part et d'autre du pic; on n'a toutefois pas encore vérifié si, au cours de l'étalonnage du filtre avec un monochromateur à réseau, la polarisation de la lumière pouvait introduire une erreur significative.

Valeurs d'étalonnage des thermocouples. — On dispose de quatre thermocouples étalons platine/platine rhodié, PtRh 1, 2, 4, 5; ces thermocouples ont été étalonnés à trois reprises, en 1968-1969, en décembre 1971 et en mai 1972. PtRh 2 et 4 ont été utilisés pour les mesures pyrométriques effectuées en mars-mai 1970, octobre et novembre 1970 et janvier-mars 1971. En juin 1970 et en avril 1971, les quatre thermocouples ont été seulement comparés entre eux, sans étalonnage; PtRh 1 et 5 jouaient alors le rôle de témoins. De janvier à mars 1972 on a employé les thermocouples PtRh 1 et 2.

Les tableaux I, II et III montrent le comportement des quatre thermocouples pendant les trois années considérées.

On peut admettre que PtRh 1 et 2 n'ont pas varié; en revanche, les valeurs d'étalonnage de PtRh 4 ont un peu augmenté à partir d'avril 1971, ce qui explique le remplacement de ce thermocouple par PtRh 1 pour les mesures pyrométriques faites ultérieurement. Il y a sans doute également une petite évolution de PtRh 5, mais ce thermocouple n'a jamais participé aux mesures pyrométriques. Dans les résultats donnés ci-dessous, on a tenu compte au mieux des variations de PtRh 4.

TABLEAU I

Étalonnage des thermocouples à 630,74 °C

Valeurs en μV ($10,3 \mu\text{V} \triangleq 1 \text{ K}$)

	1968-1969	Juin 1970	Avril 1971	Déc. 1971	Mai 1972
PtRh $\left\{ \begin{array}{l} 1 \\ 2 \\ 4 \\ 4 \\ 5 \end{array} \right.$	5 550,9			5 550,5	5 550,8
	5 547,9			5 547,6	5 547,6
	5 554,6			5 556,6	5 557,3
	5 556,2			5 556,1	5 556,5
	5 552,4			5 552,7	5 553,0
Moyenne					

Écart par rapport à la moyenne

PtRh $\left\{ \begin{array}{l} 1 \\ 2 \\ 4 \\ 4 \\ 5 \end{array} \right.$	— 1,5	— 1,7	— 1,6	— 2,2	— 2,2
	— 4,5	— 5,1	— 4,8	— 5,1	— 5,4
	+ 2,2	+ 2,4	+ 2,4	+ 3,9	+ 4,3
	+ 3,8	+ 4,3	+ 4,0	+ 3,4	+ 3,5

TABLEAU II

Étalonnage des thermocouples à 961,93 °C

Valeurs en μV ($11,4 \mu\text{V} \triangleq 1 \text{ K}$)

	1968-1969	Déc. 1971	Mai 1972
PtRh $\left\{ \begin{array}{l} 1 \\ 2 \\ 4 \\ 4 \\ 5 \end{array} \right.$	9 146,6	9 147,6	9 146,9
	9 142,1	9 142,8	9 143,0
	9 153,0	9 157,4	9 156,1
	9 154,8	9 156,1	9 156,3
	9 149,1	9 151,0	9 150,6
Moyenne			

Écart par rapport à la moyenne

PtRh $\left\{ \begin{array}{l} 1 \\ 2 \\ 4 \\ 4 \\ 5 \end{array} \right.$	— 2,5	— 3,4	— 3,7
	— 7,0	— 8,2	— 7,6
	+ 3,9	+ 6,4	+ 5,5
	+ 5,7	+ 5,1	+ 5,7

TABLEAU III

Étalonnage des thermocouples à 1 064,43 °C

Valeurs en μV ($11,7 \mu\text{V} \triangleq 1 \text{ K}$)

	1968-1969	Juin 1970	Avril 1971	Déc. 1971	Mai 1972
PtRh $\left\{ \begin{array}{l} 1 \\ 2 \\ 4 \\ 4 \\ 5 \end{array} \right.$	10 332,5			10 332,9	10 332,8
	10 327,2			10 327,8	10 328,6
	10 339,4			10 342,8	10 343,7
	10 340,6			10 343,3	10 342,5
	10 334,9			10 336,7	10 336,9
Moyenne					

Écart par rapport à la moyenne

PtRh $\left\{ \begin{array}{l} 1 \\ 2 \\ 4 \\ 4 \\ 5 \end{array} \right.$	— 2,4	— 2,3	— 3,8	— 3,8	— 4,1
	— 7,7	— 8,2	— 9,2	— 8,9	— 8,3
	+ 4,5	+ 3,2	+ 6,2	+ 6,1	+ 6,8
	+ 5,7	+ 7,1	+ 6,8	+ 6,6	+ 5,6

Résultats des mesures pyrométriques. — Le tableau IV résume les résultats de nos mesures. Chaque résultat partiel est la moyenne des valeurs obtenues avec six filtres interférentiels dont les longueurs d'onde des pics

de transmission sont à peu près également distribuées de 0,94 μm à 1,02 μm . On dispose de six résultats pour le point de congélation de l'or, objet principal de cette étude et de deux pour le point de congélation de l'argent; on a aussi obtenu des résultats isolés à 720, 806 et 826 °C qui sont significatifs par leur tendance et non par leur valeur numérique stricte.

TABLEAU IV

Résultats (en °C) des mesures pyrométriques faites au B.I.P.M.

(Température de référence 630,74 °C; $\epsilon_0 = 0,014\ 388\ \text{m} \cdot \text{K}$)

	t(Au)	t(Ag)	$t = 826\ \text{°C}$	$t = 806\ \text{°C}$	$t = 720\ \text{°C}$
Mars-mai 1970	1 064,32				
Oct.-nov. 1970	06	961,92	826,4		720,4
Janv.-fév. 1971	01			806,4	
Mars 1971	19				
Janv.-fév. 1972	23	97			
Mars 1972	28				
Moyenne	1 064,18	961,94			

Si l'on s'en tient aux mesures faites au B.I.P.M., la valeur du point de congélation de l'or admise actuellement dans l'E.I.P.T.-1968 serait trop élevée de 0,2 à 0,3 K, tandis que celle du point de congélation de l'argent serait satisfaisante; en outre, les températures fournies par le couple platine/platine rhodié dans la région 700-800 °C seraient sous-estimées de quelques dixièmes de kelvin. Ces résultats, sans être absolument définitifs, ne devraient pas être modifiés de façon significative par les contrôles ultérieurs.

Résultats d'autres auteurs. — Il est intéressant de comparer les résultats du B.I.P.M. à ceux de l'Université d'Utrecht (Pays-Bas) et du National Physical Laboratory (Grande-Bretagne) qui ont été obtenus par des méthodes utilisant le même principe.

Pour faciliter la comparaison, on a ramené les résultats publiés par W. A. Heusinkveld et par J. A. Hall ^(3, 4, 5) à la température de référence de 630,74 °C. Le tableau V indique qu'il y a un très bon accord entre les trois laboratoires pour le point de congélation de l'or et une dispersion notable pour le point de congélation de l'argent.

La courbe de la figure 3 donne la différence « Échelle thermodynamique — E.I.P.T.-1968 » d'après les mesures de J. A. Hall; elle montre que la tendance observée au B.I.P.M. dans la région 700-800 °C confirme les résultats du N.P.L.

L'excellent accord entre le N.P.L. et le B.I.P.M., sauf au point de congélation de l'argent, rend souhaitable d'effectuer au B.I.P.M. une nouvelle série de mesures qui apporterait des informations en deux points, 900 et 1 020 °C.

⁽³⁾ HALL (J. A.), The radiation scale of temperature between 175 °C and 1 063 °C. *Metrologia*, **1**, 1965, pp. 140-158.

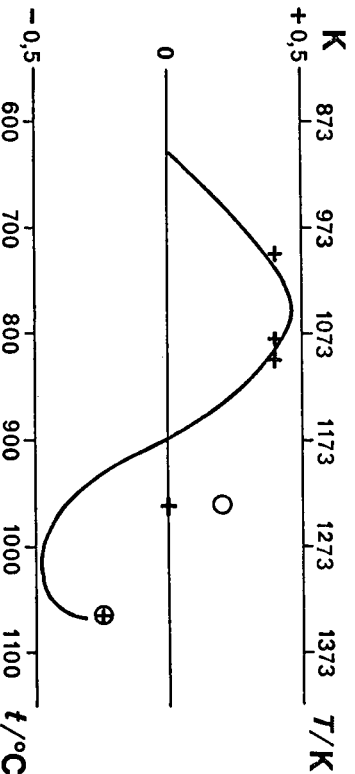
⁽⁴⁾ HEUSINKVELD (W. A.), Determination of the differences between the thermodynamic and the practical temperature scale in the range 630 to 1 063 °C from radiation measurements. *Metrologia*, **2**, 1966, pp. 61-71.

⁽⁵⁾ HALL (J. A.), The radiation measurements of the freezing point of gold. *Metrologia*, **2**, 1966, pp. 166-168.

TABLEAU V

*Points de congélation de l'argent et de l'or**Valeurs obtenues par pyrométrie dans trois laboratoires*(Température de référence 630,74 °C; $\epsilon_2 = 0,014\ 388\ \text{m} \cdot \text{K}$)

Utrecht	962,1 °C	1 064,2 °C
N.P.I.	961,6	1 064,1
B.I.P.M.	961,9	1 064,2

Fig. 3. — Différence Échelle thermodynamique — E.I.P.T.-68, Température de référence 630,74 °C; $\epsilon_2 = 0,014\ 388\ \text{m} \cdot \text{K}$.

— N.P.I. (J. A. Hall (3))

O Utrecht (W. A. Heusinkveld (4, 5))

+ B.I.P.M. (Tableau IV, p. 50)

Études courantes

Outre les vérifications de routine des instruments du B.I.P.M., on a effectué :

— l'étude complète de quatre thermomètres à mercure (0-36 °C) (Československy Metrologický Ústav à Bratislava);

— l'étalonnage de quatre thermocouples platine/platine rhodié (Service de la Métrologie des Pays-Bas).

Matériel

Les appareils suivants ont été achetés :

— Pont de mesure de résistance électrique (Automatic Systems Laboratories, Grande-Bretagne); c'est en fait un comparateur de résistances de haute sensibilité, à sept décades, travaillant en courant alternatif, à équilibrage automatique ou manuel. Il offre en plus la possibilité soit de sortie numérique du résultat de la mesure, soit d'enregistrement de faibles variations de résistance autour d'une valeur affichée.

— Deux thermomètres à résistance de platine de précision (Thinsley, Grande-Bretagne) et six sondes à résistance de platine (25 et 100 Ω à 0 °C, Rosemount, Grande-Bretagne).

— Trois cellules à point triple de l'eau (Spemley, Grande-Bretagne). La comparaison de ces trois cellules à celles qui ont été réalisées au B.I.P.M. à diverses reprises a montré un accord satisfaisant, conforme aux prescriptions de l'E.I.P.T.-1968.

Électricité (G. Leclere)

Transfert des installations de mesure des forces électromotrices

En janvier 1972 nous avons transféré de la salle 15 à la salle 4 les appareils de mesure, le bain d'huile et l'ensemble des piles de référence du B.I.P.M. A cette occasion, nous avons procédé à une révision complète de ces installations : vérification de tous les circuits, nettoyage des contacts et réfilonnage des deux potentiomètres qui constituent la partie principale des appareils de mesure. Nous avons également transféré à la salle 4 le potentiomètre Guïldine à comparateur de courants continus.

Le potentiomètre pour la comparaison des piles a été installé au-dessus de la cabine isotherme dans laquelle sont placés nos étalons primaires de force électromotrice. Pour l'instant, nous utilisons toujours comme détecteur d'équilibre le même galvanomètre Zernike, après avoir toutefois amélioré le système optique de façon à pouvoir faire les observations à 2,4 m (au lieu de 1,15 m précédemment). Nous envisageons néanmoins de lui substituer prochainement un amplificateur galvanométrique afin d'augmenter légèrement la sensibilité de notre installation de mesure, de pouvoir placer le galvanomètre primaire dans les meilleures conditions de stabilité mécanique et thermique, et surtout afin de réduire l'intensité du courant que risquent de débiliter les piles au moment de leur mise en circuit (la contre-réaction du système permettant d'augmenter beaucoup l'impédance de ce circuit).

Même pendant les mesures, personne ne pénètre dans la cabine où sont conservées les piles; les pôles positifs de ces piles sont reliés à des bornes placées à l'extérieur, à portée de l'observateur; la température est mesurée au moyen d'un ou plusieurs thermomètres à résistance de platine.

La climatisation fine de la cabine a posé quelques problèmes, malgré les précautions prises lors de sa construction (isolement thermique des six parois au moyen de polystyrène expansé recouvert de plaques d'aluminium). Nous n'avons pu réaliser une égalité de température satisfaisante de ces parois qu'en installant un chauffage électrique contrôlé de compensation sur le mur du fond (mitoyen de la salle de chimie dont la température est très variable et quelquefois relativement basse) et en plaçant devant ce mur, à environ 8 cm, une paroi supplémentaire en aluminium.

Rattachement de V_{NBS} à $V_{69-\text{Br}}$

Des comparaisons directes des étalons représentatifs du volt du N.B.S. à ceux du N.S.L., du N.P.L. et de la P.T.B. (comparaisons effectuées en utilisant comme étalons de transfert des piles maintenues à température constante dans des enceintes thermorégulées transportables) ayant conduit à des résultats qui différaient systématiquement d'environ 0,55 μV des valeurs déduites de la 12^e comparaison internationale effectuée au B.I.P.M. en 1970, plusieurs comparaisons directes de V_{NBS} à $V_{69-\text{Br}}$ ont été faites depuis un an. Trois enceintes thermorégulées ont été utilisées.

Enceinte du N.B.S. No 1400. — Quatre jours seulement après son arrivée au B.I.P.M., le 3 août 1971, le dispositif de thermorégulation de cette enceinte est tombé en panne en fin de semaine et la température

des piles s'est abaissée de 30 °C (7 août à 11 h) à environ 23 °C (9 août à 8 h 30).

Entre le 4 et le 7 août six mesures ont été faites en utilisant six des huit groupes de référence du B.I.P.M. Les résultats, comparés aux valeurs attribuées aux piles par le N.B.S. avant leur départ pour Sèvres (6-29 juillet 1971), conduisent à la relation suivante :

$$V_{\text{nbs}} = V_{60-81} - 0,56 \mu\text{V}.$$

Le résultat de la 12^e comparaison internationale étant

$$V_{\text{nbs}} = V_{60-81} + 0,17 \mu\text{V},$$

la discordance annoncée semblait confirmée. Cependant, après remise en état du dispositif de thermorégulation (la température de l'enceinte était remontée à 30 °C dès le 9 août dans la soirée), nous avons effectué 40 mesures (cinq séries de huit mesures par semaine pendant cinq semaines, du 10 août au 17 septembre 1971, en utilisant l'ensemble des groupes de référence du B.I.P.M.). Les résultats, comparés aux valeurs attribuées aux piles voyageuses par le N.B.S. après leur retour à Washington (27 septembre-28 octobre 1971), ont conduit à la nouvelle relation :

$$V_{\text{nbs}} = V_{60-81} + 0,29 \mu\text{V},$$

en bon accord cette fois avec la relation obtenue lors de la 12^e comparaison internationale (janvier 1970).

Enceinte du N.B.S. N° 1100. — Cette enceinte est celle qui a participé à la 12^e comparaison internationale.

Arrivée au B.I.P.M. le 19 novembre 1971, elle a été renvoyée au N.B.S. le 9 décembre 1971. Vingt mesures effectuées entre le 22 novembre et le 8 décembre, en utilisant l'ensemble des groupes de référence du B.I.P.M., ont conduit à la relation :

$$V_{\text{nbs}} = V_{60-81} + 0,29 \mu\text{V}.$$

Enceinte du N.B.S. N° 1300. — Cette enceinte a été reçue au B.I.P.M. le 2 mai 1972 et a été renvoyée au N.B.S. le 30 mai. Entre le 4 et le 25 mai on a effectué, comme pour l'enceinte N° 1100, vingt mesures. Cette comparaison a conduit à la relation :

$$V_{\text{nbs}} = V_{60-81} + 0,22 \mu\text{V}.$$

On constate que les expériences faites depuis une année avec différentes enceintes et différentes piles voyageuses ne font apparaître aucune variation relative significative des réalisations de l'unité de force électromotrice du N.B.S. et du B.I.P.M.

Comportement d'une enceinte thermorégulée transportable en fonction de la température ambiante

On emploie de plus en plus fréquemment des piles conservées dans des enceintes thermorégulées transportables comme étalons de transfert du volt; de telles enceintes seront probablement utilisées lors de la prochaine comparaison internationale triennale des étalons nationaux de

force électromotrice et on espère améliorer ainsi la précision du rattachement des réalisations du volt. Cela nous a incité à contrôler le comportement d'une enceinte transportable et à vérifier la stabilité de la force électromotrice des piles qu'elle contient, lorsqu'on fait varier la température de l'air ambiant dans lequel l'enceinte est placée.

Nous avons utilisé pour cette expérience une enceinte thermorégulée à 30 °C environ, à double chauffage (extérieur et intérieur), en dépôt au B.I.P.M. pour étude. L'enceinte a été placée à l'intérieur d'une boîte dans laquelle on peut faire varier la température (fig. 4). L'expérience

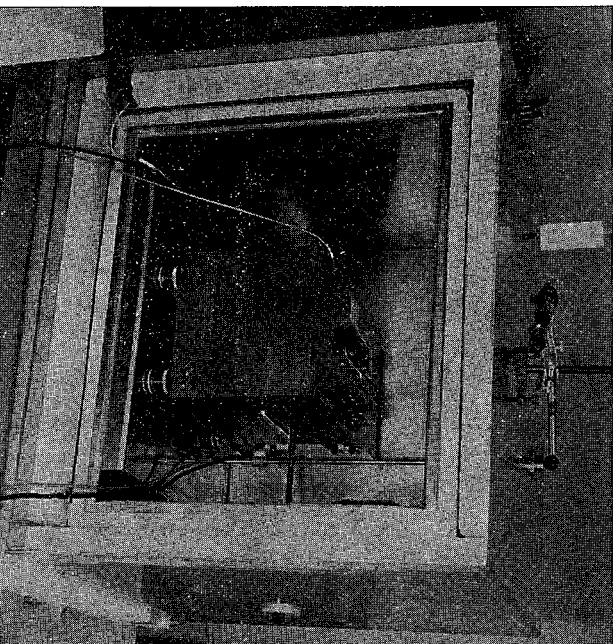


Fig. 4. — Dispositif utilisé pour modifier la température de l'air ambiant autour d'une enceinte thermorégulée transportable à 30 °C.

a duré dix semaines, les piles enfermées dans l'enceinte étant comparées chaque semaine aux dix mêmes groupes de piles de référence du B.I.P.M. conservées à 20 °C dans notre bain d'huile. Les résultats sont donnés dans le tableau VI.

L'utilisation d'enceintes thermorégulées pour comparer les étalons représentatifs du volt des divers laboratoires paraît donc susceptible d'entraîner de petites erreurs systématiques si les températures ambiantes de ces laboratoires sont différentes. Il est d'ailleurs possible que l'importance et peut-être même le sens de ces erreurs varient d'une enceinte à une autre; de nouvelles expériences seront nécessaires pour le vérifier.

Enceinte thermorégulée pour la conservation des étalons de force électromotrice du B.I.P.M.

Les essais effectués sur cette enceinte, construite à l'atelier du B.I.P.M. et décrite dans le Rapport de 1971, p. 44, ayant mis en évidence l'insuffi-

TABLEAU VI

*Force électromotrice à 30,014 °C de piles maintenues dans une enceinte thermorégulée transportable,
en fonction de la température ambiante*

(Excès en microvolts sur 1,018 V_{69-BI})

N° des mesures	Date	Température ambiante	Température de l'enceinte	Pile			
				N° 1	N° 2	N° 3	N° 4
1	6-10 mars 1972	20,0 °C	30,015 °C	154,1	153,0	153,1	153,4
2	13-17 mars	27,4	30,002	154,6	153,2	153,5	153,7
3	19-24 mars	24,3	30,007	154,5	153,2	153,5	153,7
4	27-30 mars	19,8	30,012	154,4	153,0	153,4	153,6
5	6-13 avril	19,9	30,014	154,3	152,7	153,3	153,5
6	17-21 avril	25,0	30,004	154,5	152,8	153,5	153,8
7	24-28 avril	24,8 ₅	30,006	154,6	152,8	153,5	153,8
8	2-8 mai	21,1	30,011	154,6	152,7	153,5	153,8
9	15-27 mai	20,0	30,013	154,4	152,7	153,3	153,6
10	30 mai-4 juin	20,0	30,015	154,4	152,8	153,3	153,5
Moyenne des mesures 1, 4, 5, 8, 9, 10	}	20,1	30,014	154,4	152,8	153,3	153,6
Moyenne des mesures 2, 3, 6, 7		25,4	30,005	154,6	153,0	153,5	153,8
Différences (en μV)				- 0,2	- 0,2	- 0,2	- 0,2

sance des dispositifs (deux thermocouples seulement) prévus pour contrôler la température des piles, l'enceinte a été démontée pour subir plusieurs retouches. Dans de nouveaux logements ménagés dans la cloison médiane de la chambre intérieure en cuivre qui contient les piles, deux sondes de 100 Ω en platine et les éléments d'un pont à thermistances ont été mis en place. Les deux thermocouples ont par ailleurs été conservés. Tous ces dispositifs ont été étalonnés *in situ* après remontage complet de l'enceinte. Les conducteurs de sortie des piles, en cuivre rouge de 0,03 mm² de section, isolés au polychlorure de vinyle, ont été remplacés par des conducteurs, également en cuivre rouge, mais de 0,014 mm² de section et isolés au téflon. Pour éviter les échanges de chaleur entre les pôles des piles et l'extérieur de l'enceinte par conductibilité thermique dans ces conducteurs, chacun de ceux-ci a été muni d'un « shunt thermique » constitué par une plaquette en cuivre d'environ 1 gramme (90 \times 3 \times 0,5 mm³) sur laquelle il est soudé. Ces plaquettes sont soigneusement isolées électriquement les unes des autres et de la paroi externe de la chambre intérieure sur laquelle elles sont collées (*fig. 5*).

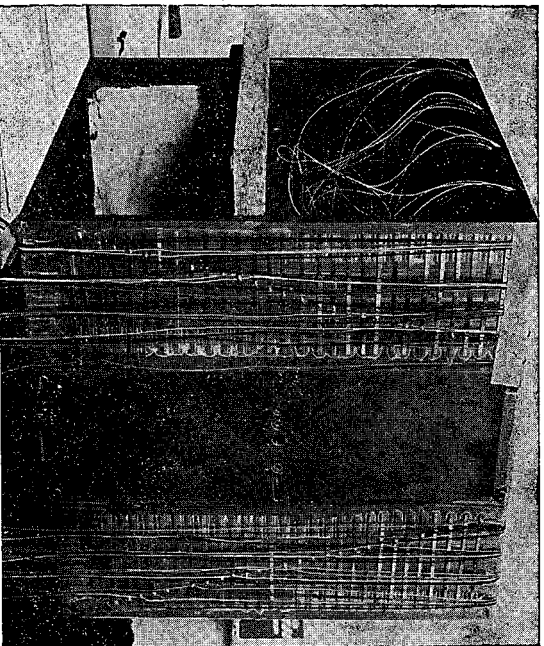


Fig. 5. — Chambre intérieure en cuivre de l'enceinte thermorégulée du B. I. P. M., sur les parois de laquelle sont collées les plaquettes constituant les « shunts thermiques. »

Mise en œuvre de l'effet Josephson

Notre principale activité dans ce domaine a consisté à rechercher et à nous procurer le matériel le mieux adapté à nos besoins. Nous avons acquis depuis l'an dernier la source d'alimentation du klystron, un convertisseur de fréquence, l'ensemble des composants « radiofréquence », la pompe qui servira à abaisser le point d'ébullition de l'hélium, l'évaporateur nécessaire pour préparer les jonctions, divers accessoires tels que tuyauterie à vide, vannes, détendeurs, récipients pour stockage d'azote liquide et plusieurs appareils de contrôle, notamment un mégohmètre et un micro-

voltmètre. Nous avons procédé à la mise en place et à l'aménagement de ces appareils lorsque cela était nécessaire.

Le choix de la cabine blindée dans laquelle s'effectuèrent les mesures a posé quelques problèmes et, actuellement, nous examinons les propositions de divers constructeurs.

T. J. Witt a consacré le temps qu'il a passé au N.B.S. à construire et mettre au point le comparateur de tensions continues de rapport 100 de très haute précision (2×10^{-9}) qui constituera l'élément essentiel de notre installation de mesure. Nous tenons à remercier ici Mr Branscomb, alors Directeur général du N.B.S., ainsi que MM. Ambler, Page et Taylor d'avoir autorisé T. J. Witt à profiter des études et des expériences faites au N.B.S. et d'avoir mis à sa disposition les mécaniciens qui l'ont aidé à construire l'instrument fondamental dont dépendra, pour une large part, la précision des mesures qu'effectuera le B.I.P.M.

Comparaison internationale circulaire des étalons de capacité en silice de 10 pF

Le quatrième circuit de comparaison commencé durant l'été 1969 et au cours duquel les condensateurs ont été étudiés à l'I.M.M., puis au D.A.M.W., s'est achevé au début de l'année 1972.

Le cinquième circuit de comparaison a débuté aussitôt. Au cours de ce cinquième et dernier circuit les instruments seront étudiés dans les laboratoires suivants :

N.B.S. → I.E.N. → P.T.B. → L.C.I.E. → N.B.S.

Après un séjour de quelques semaines au N.B.S. pour y être réétalonnés, les trois condensateurs ont été envoyés à l'I.E.N. (Turin) où ils sont arrivés le 12 avril 1972.

Comparaisons circulaires d'instruments dans le domaine des radiofréquences

(Voir le rapport du « Groupe de travail pour les grandeurs aux radiofréquences », p. 101).

Amélioration des installations du B.I.P.M. et études courantes

Indépendamment de la rénovation du potentiomètre spécial qui sert à la comparaison des piles et dont il a été fait mention plus haut, nous avons construit une enceinte à air thermorégulée afin de pouvoir déterminer la résistance de certains étalons (10 000 Ω par exemple) définis à 23 ou à 25 °C.

Les demandes d'étude ont encore été nombreuses cette année. Nous avons effectué l'étalonnage d'une quinzaine d'étalons de résistance (de valeurs comprises entre 1 Ω et 10 000 Ω et définis à 20, 23 ou 25 °C) et d'une soixantaine de piles appartenant à des laboratoires ou organismes des pays suivants : Argentine, Belgique, Canada, France, Hongrie, Inde, Luxembourg, Pays-Bas, Suède, Tchécoslovaquie (voir la liste détaillée à Certificats et Notes d'étude, p. 84).

Parmi les piles que nous avons étalonnées, un grand nombre étaient maintenues à 28, 30 ou 32 °C dans des enceintes thermorégulées (six).

A titre exceptionnel, nous avons aussi étalonné deux thermistances à 0, 20 et 50 °C (Institut Universitaire de Technologie, Le Havre, France).

Photométrie (J. Bonhoure, C. Garreau)

Études courantes

L'activité de cette section a été très modeste au cours de l'année écoulée. Outre les vérifications de routine des instruments du B.I.P.M., on a effectué le contrôle de deux étalons d'intensité lumineuse du Bureau Fédéral des Poids et Mesures (Suisse).

Rayons X et γ

Comparaison d'étalons d'exposition pour le rayonnement γ du ^{60}Co
(G. Hofmeester*, M.-T. Niatel*)

Deux chambres étalons (chambres à cavité à parois de graphite) du Rijks Instituut voor de Volksgezondheid (R.I.V.), Pays-Bas, ont été comparées à l'étalon du B.I.P.M. Les conditions expérimentales sont les mêmes que pour les comparaisons effectuées en 1971 entre les étalons du N.B.S., de la P.T.B. et du B.I.P.M. (Rapport 1971, p. 52). L'une des chambres du R.I.V. est sphérique (volume 4,845 cm³), l'autre cylindrique (volume 2,4284 cm³). Le tableau VII indique pour ces deux chambres les facteurs de correction permettant de calculer le débit d'exposition à partir du courant d'ionisation massique mesuré.

TABLEAU VII

Facteurs de correction pour les chambres étalons du R.I.V.

Nature du facteur	Chambre	Chambre
	cylindrique (RIV 1)	sphérique (RIV 2)
Rapport des pouvoirs de ralentissement	1,006 8	1,006 4
Rapport des coefficients d'absorption de l'énergie	0,999 3	0,999 3
Recombinaison des ions	1,003 1	1,002 2
Support de la chambre	0,998	0,999
Non-uniformité radiale du faisceau	1,000 7	1,000 7
Atténuation apparente dans les parois	1,021	1,026
Origine moyenne des électrons	0,995	0,995

Étant donné la bonne reproductibilité des mesures pour les chambres du R.I.V. et celle du B.I.P.M. (l'écart-type relatif à long terme pour une moyenne journalière est de l'ordre de 10⁻⁴), on compare la moyenne des mesures d'exposition pour l'étalon BIPM (du 28 avril 1971 au 7 mars 1972) aux moyennes des mesures avec les chambres du R.I.V. (mars 1972). Les résultats obtenus (tableau VIII) montrent un bon accord entre les trois chambres.

TABLEAU VIII

Comparaison des étalons d'exposition du B.I.P.M. et du R.I.V.

	Rapport des débits d'exposition	Erreur aléatoire relative (%) (niveau de confiance 95 %)	Erreur systématique relative (%)
BIPM/RIV 1	0,998 5	0,02	0,47
BIPM/RIV 2	0,999 8	0,02	0,46

En outre, une autre chambre du R.I.V. (chambre secondaire) a été étalonée par rapport à la chambre du B.I.P.M.

Comparaison de mesures d'activité et d'exposition (A.-M. Roux*, M.-T. Niata*)

Les mesures d'exposition effectuées avec des chambres différentes (étalons du N.B.S., de la P.T.B., du R.I.V. et du B.I.P.M.) pour le rayonnement γ du ^{60}Co s'accordent à quelques millèmes près. Mais, dans ces comparaisons, les erreurs systématiques concernant les constantes, en particulier le rapport des pouvoirs de ralentissement de l'air et du carbone, s'éliminent en grande partie. C'est pourquoi il est spécialement intéressant de comparer pour une même source de cobalt deux grands de nature différente, telles que l'activité et l'exposition. Des mesures d'activité ayant été effectuées en 1969 avec une source de l'ordre de 1 Ci (*Procès-Verbaux C.I.P.M.*, 37, 1969, pp. 66-72), cette même source a été placée dans le château de plomb du B.I.P.M. et le débit d'exposition a été déterminé à une distance de 1,12 m avec la chambre étalon.

Si l'on mesurait tous les photons de 1,17 et 1,33 MeV émis par la source dans l'angle solide délimité par la chambre étalon, et eux seuls, la relation entre le débit d'exposition \dot{X} (exprimé en R s^{-1}) et l'activité A (exprimée en Ci) serait :

$$(1) \quad \dot{X} = \frac{3,7 \times 10^{10} E_\gamma}{4\pi r^2} \cdot \left(\frac{\mu_{\text{en}}}{\rho} \right)_a \cdot \left(\frac{e}{W} \right),$$

où

E_γ est l'énergie des photons émis à chaque désintégration (4,012 41 $\times 10^{-13}$ J),

r la distance en mètres du centre de la source au plan de référence de la mesure d'exposition,

$(\mu_{\text{en}}/\rho)_a$ le coefficient d'absorption de l'énergie pour l'air (2,674 0 $\times 10^{-3}$ $\text{m}^2 \text{kg}^{-1}$),

\overline{W} l'énergie moyenne nécessaire pour produire une paire d'ions dans l'air, e la charge de l'électron ($\overline{W}/e = 33,73$ V).

Expérimentalement, le débit d'exposition est déterminé en mesurant le courant d'ionisation I (exprimé en A), rapporté aux conditions normales de température et de pression, par la relation :

$$(2) \quad \dot{X} = \frac{10^4}{2,58} \frac{I}{v \rho_a} \frac{1}{f} \left(\frac{\mu_{\text{en}}(\rho)_a}{\mu_{\text{en}}(\rho)_c} \right) k_x$$

où

v est le volume dans lequel sont collectés les ions (6,811 6 $\times 10^{-6}$ m^3), ρ_a la masse volumique de l'air dans les conditions normales (1,292 9 kg m^{-3}),

f le rapport moyen des pouvoirs de ralentissement de l'air et du carbone (0,992 6 si l'on utilise la théorie de Spencer-Attix),

$(\mu_{\text{en}}/\rho)_c$ le coefficient d'absorption de l'énergie pour le carbone (2,675 6 $\times 10^{-3}$ $\text{m}^2 \text{kg}^{-1}$),

k_x le produit des différents facteurs de correction applicables à la chambre étalon.

D'autre part, il convient de modifier l'équation (1) pour tenir compte

TABLEAU IX
Comparaison des mesures d'activité et d'exposition

Facteur de l'équation (3)	Valeur des facteurs	Écart-type relatif (%)	Degrés de liberté	Erreur systématique relative (%)
$\frac{4\pi(\overline{W/e})}{3,7 \times 10^{10} \rho_a f E_\gamma (\mu_{en}/\rho)_C}$	$8,314 9 \times 10^6 \text{ m} \cdot \text{Ci} \cdot \text{A}^{-1}$			1,1
$I r^2/v$	$8,774 9 \times 10^{-8} \text{ A} \cdot \text{m}^{-1}$	0,010	41	0,11
$1/A$	$(0,735 65)^{-1} \text{ Ci}^{-1}$	0,026	13,5	0,09
k_x	1,004 04			0,40
k_s	1,015 69			0,30
Produit (P)	1,011 4	0,028	18	1,2

- les mesures de I et de A sont rapportées à la même date de référence (20 mai 1969, 11 h 00 TU); l'erreur sur la correction de décroissance du ^{60}Co est incluse dans le terme rassemblant les erreurs sur les constantes;
- la correction d'atténuation par l'air a été effectuée directement sur I , car elle varie en particulier avec la pression; elle n'est donc pas comprise dans le facteur k_s ;
- la valeur de A est la moyenne des mesures de 1969 (valeurs révisées) et de nouvelles mesures effectuées en 1971;
- les erreurs systématiques ont été combinées quadratiquement.

des phénomènes suivants : atténuation des photons primaires et production de photons diffusés dans les différents milieux interposés (la source elle-même, sa capsule, son support, l'air entre la source et la chambre), et production de rayonnement diffusé par les bords du collimateur. Il en résulte que la réponse de la chambre doit être multipliée par un facteur k_s pour être rapportée aux conditions idéales indiquées plus haut. Au total, on obtient :

$$(3) \quad \frac{4 \pi (\bar{W}/e)}{3,7 \times 10^{10} e_s \bar{F} E_1 (\mu_{em}/\rho)_c} \cdot \frac{I r^2}{v} \cdot \frac{1}{A} \cdot k_x \cdot k_g = 1.$$

Le tableau IX donne les valeurs et le produit P des cinq facteurs figurant dans la relation (3), ainsi que les estimations des erreurs systématiques et aléatoires correspondantes.

La valeur du produit P montre un désaccord de 1,1 % dans la confrontation des mesures d'activité et d'exposition. Étant donné que les écarts entre les mesures d'une même exposition avec différents étalons ne représentent que quelques millièmes et que, pour une même source, les mesures d'activité (B.I.P.M.) et de puissance (N.B.S., méthode calorimétrique) s'accordent mieux encore, on est amené à rechercher l'origine de cette différence de 1,1 % parmi les causes suivantes :

— erreurs sur la mesure de l'exposition, spécialement celles qui s'établissent dans les comparaisons d'étalons (en particulier erreur sur \bar{f});

— erreurs sur k_g , correction concernant l'émission de la source et les conditions expérimentales dans lesquelles la chambre d'ionisation reçoit cette émission;

— erreurs sur les constantes de l'équation (1) reliant l'activité et le débit d'exposition, l'erreur sur \bar{W} étant prépondérante.

Le tableau IX indique que l'écart observé est compatible avec l'estimation de l'incertitude totale. Les efforts doivent tendre en particulier à améliorer l'exactitude des constantes telles que \bar{f} qui intervient dans la détermination absolue de l'exposition et \bar{W} qui est utilisé en même temps que \bar{f} pour obtenir la dose absorbée. On doit noter que la valeur de P (qui était antérieurement de 1,015) a pu être ramenée à 1,011 grâce aux calculs récents de J. H. Hubbell (N.B.S.) ⁽⁹⁾ pour μ_{em}/ρ .

Travaux théoriques concernant la mesure de la dose absorbée (M. Boutillon*)

Des expériences vont être entreprises prochainement pour déterminer de manière absolue la dose absorbée dans un fantôme de graphite, produite par des rayons γ issus d'une source de ^{60}Co , en utilisant une chambre d'ionisation à cavité.

La mesure de la dose absorbée en un point situé à l'intérieur d'une substance donnée nécessite la connaissance de la fluence des photons et de celle des électrons existant en ce point. Nous avons entrepris des calculs théoriques pour déterminer la fluence des photons à l'intérieur d'un fantôme de graphite cylindrique dont l'axe coïncide avec l'axe du faisceau.

La méthode utilisée est une méthode de Monte-Carlo. A un photon

⁽⁹⁾ Communication privée.

TABLEAU X

Rapport entre la fluence des photons diffusés (d'énergie E) et la fluence des photons primaires en différentes profondeurs à l'intérieur d'un fantôme de graphite

E (en MeV)	Profondeurs (en mm)										
	21	23	25	27	29	31	33	35	37	39	
0,00-0,10	0,045	0,048	0,052	0,056	0,058	0,064	0,066	0,070	0,072	0,078	
0,10-0,20	0,067	0,068	0,070	0,075	0,082	0,084	0,086	0,086	0,090	0,094	
0,20-0,30	0,070	0,073	0,076	0,074	0,074	0,075	0,074	0,079	0,080	0,082	
0,30-0,40	0,017	0,019	0,017	0,015	0,016	0,019	0,020	0,019	0,021	0,020	
0,40-0,50	0,019	0,019	0,017	0,020	0,022	0,024	0,023	0,024	0,023	0,026	
0,50-0,60	0,017	0,019	0,019	0,020	0,020	0,022	0,021	0,023	0,025	0,026	
0,60-0,70	0,021	0,021	0,022	0,024	0,026	0,030	0,032	0,033	0,033	0,034	
0,70-0,80	0,016	0,017	0,019	0,021	0,024	0,026	0,027	0,029	0,032	0,033	
0,80-0,90	0,019	0,021	0,022	0,023	0,025	0,029	0,031	0,033	0,034	0,037	
0,90-1,00	0,019	0,021	0,024	0,027	0,028	0,031	0,033	0,035	0,036	0,038	
1,00-1,10	0,020	0,021	0,022	0,024	0,026	0,027	0,028	0,030	0,034	0,035	
1,10-1,20	0,021	0,023	0,026	0,027	0,030	0,033	0,035	0,036	0,040	0,044	
1,20-1,25	0,010	0,012	0,012	0,013	0,014	0,015	0,015	0,017	0,017	0,019	

Distribution angulaire des photons pour la profondeur $z = 27$ mm

E (en MeV)	Angles (en degrés)									
	180-150	150-120	120-90	90-60	60-30	30-0				
0,00-0,10	0,150	0,315	0,173	0,142	0,145	0,076				
0,10-0,20	0,120	0,332	0,182	0,123	0,160	0,083				
0,20-0,30	0,210	0,467	0,197	0,034	0,050	0,041				
0,30-0,40	0,000	0,076	0,485	0,197	0,182	0,051				
0,40-0,50	0,000	0,000	0,012	0,788	0,200	0,000				
0,50-0,60	0,000	0,000	0,000	0,459	0,529	0,012				
0,60-0,70	0,000	0,000	0,000	0,048	0,942	0,010				
0,70-0,80	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000	0,000				
0,80-0,90	0,000	0,000	0,000	0,000	0,940	0,060				
0,90-1,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,339	0,661				
1,00-1,10	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010	0,990				
1,10-1,20	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000				
1,20-1,25	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000				

Valeurs numériques adoptées pour le calcul:

- énergie des photons primaires : $1,25$ MeV
- distance à la source : $d = 100$ cm
- longueur du fantôme : $\ell = 20$ cm
- longueur de l'élément de volume : $\Delta z = 2$ mm
- nombre d'histories : $25\ 000$
- rayon d'entrée du faisceau : $F = 5$ cm
- rayon du fantôme : $r = 15$ cm
- rayon de l'élément de volume : $\rho = 2,5$ cm

issu de la source S (Fig. 6) on attribue une direction initiale choisie au hasard dans l'angle solide Ω . La longueur l_1 traversée dans le fantôme avant le premier choc est déterminée au hasard d'après la fonction de répartition $e^{-\mu l}$ où μ est le coefficient d'atténuation du graphite. Les coordonnées au point de choc sont répétées. On choisit d'après les probabilités respectives s'il s'agit d'un choc photoélectrique ou d'un choc Compton. Dans le premier cas, l'histoire du photon est terminée; on recommence une autre histoire.

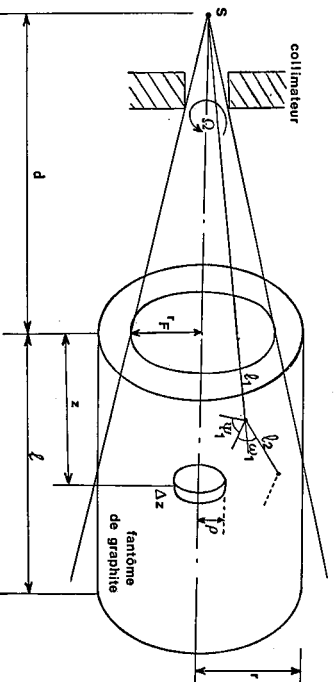


Fig. 6. — Schéma de principe pour le calcul de la fluence des photons à l'intérieur d'un fantôme de graphite.

S'il s'agit d'un choc Compton, on choisit l'angle ω_1 de diffusion d'après la fonction de répartition de Klein-Nishina, la déviation azimutale ψ_1 étant choisie au hasard entre 0 et 2π . La nouvelle direction du photon est alors répétée, on calcule la nouvelle longueur parcourue l_2 avant le deuxième choc et le processus recommence jusqu'à la fin de l'histoire du photon, c'est-à-dire lorsqu'il y a choc photoélectrique, ou lorsque le photon sort du fantôme, ou lorsque son énergie est suffisamment faible (< 25 keV) pour admettre qu'il est absorbé sur place. On a négligé dans les calculs la production de paires qui est très faible pour les énergies considérées.

Le passage d'un photon dans un élément de volume cylindrique situé à la distance z du plan d'entrée est répété, ainsi que son énergie.

Les calculs ont été faits sur l'ordinateur IBM 1130 du B.I.P.M. pour un fantôme de graphite et pour la géométrie indiquée dans le tableau X. Nous donnons dans ce tableau, pour différentes positions de l'élément de volume considéré, le rapport entre la fluence des photons diffusés et la fluence des photons directs passant par cet élément de volume. Nous avons également noté dans le tableau la distribution angulaire des photons pour l'élément de volume situé à la distance $z = 2,7$ cm. On notera que plus l'énergie des photons diminue, plus la distribution est isotrope.

Radionucléides

Étalonnage de sources radioactives (A. Rytz, J. W. Müller, P. Bréonce, C. Colas, C. Veyradier)

L'action « Questionnaire du 25 janvier 1971 », entreprise dans le but de resserrer les liens entre les laboratoires nationaux et le B.I.P.M. et

d'aider ceux en voie de développement, a suscité un vif intérêt auprès de certains laboratoires. La plupart des expériences et mesures effectuées cette année avec l'ensemble de comptage par coïncidences étaient liées de manière plus ou moins directe aux comparaisons de sources solides ou de solutions radioactives issues de cette action. D'autre part, les problèmes de la microposée ont retenu notre attention plus que prévu à l'origine. Les résultats sont d'un grand intérêt et dépassent le cadre des mesures radioactives.

Action « Questionnaire du 25 janvier 1971 »

Bien que les travaux ne soient pas terminés et que les renseignements soient assez incomplets, un premier bilan peut être fait. Rappelons d'abord les quatre questions posées à 36 laboratoires nationaux et internationaux :

- 1° Désirez-vous recevoir des sources solides de ^{60}Co et de ^{54}Mn , étalonnées au B.I.P.M., pour comptage $4\pi(\text{CP})-\gamma$?
- 2° Quels sont les radionucléides dont vous aimeriez recevoir une ampoule de solution étalonnée ?
- 3° Désirez-vous que des membres de votre personnel aillent faire des stages dans certains laboratoires ?
- 4° Souhaiteriez-vous des échanges d'informations et des comparaisons de mesures d'activité massique ?

Les réponses peuvent être groupées comme suit :

- 15 laboratoires ont répondu « oui » à la première question;
- 5 laboratoires ont répondu « non » à toutes les questions;
- 16 laboratoires n'ont pas répondu;
- 8 laboratoires désiraient envoyer 10 stagiaires au total;
- 12 laboratoires désiraient recevoir des ampoules de solutions étalonnées; sept d'entre eux désiraient des échanges d'informations ou des comparaisons. Ces demandes concernaient 53 ampoules de 29 radionucléides différents.

Quarante-deux sources de ^{60}Co et 57 sources de ^{54}Mn préparées et mesurées au B.I.P.M. furent expédiées aux quinze demandeurs dont quatre désiraient des rondelles spéciales. Outre les sources, les laboratoires recevaient aussi les résultats détaillés de nos mesures. Treize laboratoires ont renvoyé l'emballage; dix nous ont fait connaître l'état des sources à l'arrivée.

Plusieurs grands laboratoires nous avaient indiqué leurs possibilités concernant la fourniture gratuite d'ampoules de solution ou l'accueil de stagiaires, et nous en avons informé les demandeurs. Six laboratoires ont finalement demandé 25 ampoules en tout à trois laboratoires distributeurs. Quatorze ampoules de neuf radionucléides différents ont pu être fournies de suite; le reste sera envoyé plus tard.

Quatre laboratoires ont demandé d'envoyer des stagiaires; deux de ces stages (un au B.I.P.M. et un à la P.T.B.) ont déjà été effectués.

Six laboratoires nous ont envoyé leurs résultats de mesures de sources solides (tableau XI). On remarquera que l'accord entre les divers labora-

toires et le B.I.P.M. est souvent très satisfaisant, surtout pour les sources de ⁶⁰Co.

TABLEAU XI

Comparaison de sources solides de ⁶⁰Co et de ⁵⁴Mn par comptage 4π(CP)-γ

Laboratoire	N° source	Activité et écart-type (en s ⁻¹) (en %)	BIPM		Lab. - BIPM BIPM
			BIPM (en s ⁻¹) (en %)	Laboratoire (en s ⁻¹) (en %)	
C.N.A.M.	5008	⁶⁰ Co	5 023,6 0,025	5 023,1 0,020	- 0,011
	2002	"	2 392,1 0,026	2 392,5 0,032	+ 0,009
	8011	"	8 181,7 0,008	8 181,9 0,016	+ 0,002
	8002	⁵⁴ Mn	8 458,0 0,030	8 460,2 0,042	+ 0,026
	5001	"	6 096,9 0,063	6 094,5 0,046	- 0,039
E.T.L.	3001	⁵⁴ Mn	2 425,9 0,049	2 417,0 0,075	- 0,368
	8234	"	8 104,6 0,017	8 084,7 0,039	- 0,245
	2115	⁶⁰ Co	2 285,6 0,025	2 285,7 0,031	+ 0,004
	5005	"	5 215,6 0,013	5 211,9 0,021	- 0,071
	8003	"	8 251,4 0,011	8 245,3 0,016	- 0,073
I.A.P.	3710	⁵⁴ Mn	4 720,5 0,028	4 706,6 0,031	- 0,29
	3870	"	4 872,4 0,061	4 857,2 0,056	- 0,31
	3906	"	5 226,7 0,045	5 214,4 0,036	- 0,24
	5244	"	6 037,7 0,036	6 029,4 0,025	- 0,14
	8004	"	6 267,2 0,034	6 268,5 0,030	+ 0,02
I.E.A.	2010	⁶⁰ Co	2 346,0 0,010	2 346,5	+ 0,11
	5010	"	5 370,3 0,034	5 374,0	+ 0,07
	8013	"	8 242,9 0,014	8 250,2	+ 0,09
	2005	⁵⁴ Mn	2 762,7 0,051	2 759,6	- 0,11
	4005	"	5 025,4 0,022	5 028,6	+ 0,06
	7060	"	8 272,6 0,031	8 274,4	+ 0,08
I.M.M.	5080	⁵⁴ Mn	6 535,2 0,046	6 536,8	+ 0,025
	5080	"	16 669,1 0,022	16 673,7	-
	4300	"	5 773,3 0,012	5 755,3	- 0,31
	3005	⁶⁰ Co	5 773,3 0,012	5 755,3	-
L.M.R.I.	5004	⁶⁰ Co	5 359,8 0,014	5 361,2 0,015	+ 0,026
	8002	"	8 101,4 0,017	8 100,8 0,017	- 0,007
	5900	⁵⁴ Mn	7 225,9 0,037	7 230,3 0,043	+ 0,061

- C.N.A.M. : Conservatoire National des Arts et Métiers, France
 E.T.L. : Electrotechnical Laboratory, Japon
 I.A.P. : Institut für Angewandte Physik, Suisse
 I.E.A. : Instituto de Energia Atômica, Brésil
 I.M.M. : Institut de Métrologie D.1. Mendeleev, U.R.S.S.
 L.M.R.I. : Laboratoire de Métrologie des Rayonnements Ionisants,
 Centre d'Etudes Nucléaires de Saclay, France

Quelques échanges d'informations ont eu lieu et une comparaison d'une solution de ⁵⁴Mn a été organisée entre quatre laboratoires, dont le B.I.P.M.; cette comparaison se poursuit.

Ensemble No 3 de comptage par coïncidences $4\pi\beta(\text{CF})-\gamma$

Le succès de la distribution des 99 sources solides dépendait fortement du bon fonctionnement de notre ensemble de comptage. Même dans le cas du ^{60}Co , qui d'habitude ne pose pas de problème particulier, un désaccord de 0,2 % avec les mesures de 1969 a été découvert; ce désaccord est probablement attribuable à un déséquilibre des retards dans les deux voies qui nous avait échappé auparavant.

Les mesures sur le ^{54}Mn sont plus délicates et demandent plus de temps car l'auto-absorption des électrons et des photons nous est considérable. Une surveillance constante de l'installation a rendu ces mesures très reproductibles, tant que les sources étaient de bonne qualité, et a permis de découvrir des effets que des expériences de courte durée ne peuvent pas faire apparaître. Ainsi, on a pu mettre en évidence une variation du taux de comptage dans le compteur proportionnel due aux variations de la pression atmosphérique. On a constaté par ailleurs que la précision des comptages sur des sources préparées par pesée d'une goutte de solution est en général beaucoup plus faible que lorsque la source est préparée par électrolyse. Nous espérons que la comparaison en cours d'une solution de ^{54}Mn permettra d'éclaircir ce point qui nous préoccupe.

Des spectres d'impulsions dans le compteur proportionnel obtenus avec des sources de ^{55}Fe ont permis de déterminer les seuils de détection dans le méthane et dans le mélange argon-méthane (10 % de CH_4 en volume). Ces renseignements seront publiés dans une description détaillée de l'ensemble de comptage No 3.

Préparation et mesure de sources radioactives

Les anciennes sources étalons de ^{60}Co préparées par le Bureau Central de Mesures Nucléaires (Euratom) en 1962 ont été remesurées. En combinant ces résultats avec vingt-trois autres, obtenus avec les mêmes sources depuis le début de 1966 et répartis sur 2 114 jours, on obtient pour la période radioactive du ^{60}Co la valeur calculée suivante :

$$T_{1/2} = (1\,924,8 \pm 1,0) \text{ d.}$$

Ces étalons sont maintenant remplacés par quinze sources plus récentes de ^{60}Co et neuf sources de ^{54}Mn qui sont mesurées périodiquement et qui nous serviront d'étalons de laboratoire.

Un grand nombre de sources électrolytiques ont été préparées pour distribution dans le cadre de l'action « Questionnaire ». Chaque source a été mesurée un grand nombre de fois en intercalant des mesures de sources étalons. Seules les sources ayant donné des résultats suffisamment cohérents ont été distribuées.

La préparation de sources de ^{54}Mn , ainsi que l'influence de diverses méthodes de séchage et de divers agents mouillants, ont été étudiées avec un soin particulier. Ces expériences se poursuivent.

Les sources de ^{241}Am peuvent être mesurées par la méthode $4\pi\alpha-\gamma$ si le taux de comptage γ n'est pas trop faible. L'efficacité α n'intervient dans les résultats que lorsque les sources sont peu actives et lorsque la méthode de coïncidences n'est pas applicable. Or, la rondelle d'acier dans laquelle on fixe le support de la source absorbe un certain nombre de particules α qui, pour une épaisseur de quelques dixièmes de millimètre, n'est

pas négligeable. Cependant, en mesurant l'activité massique d'une série de sources dont l'épaisseur des rondelles s'échelonnait de 0,1 à 1 mm, nous n'avons enregistré aucune perte. Cela montre que les particules α absorbées par la rondelle parcourent une distance suffisante dans le gaz pour être comptées.

Pour satisfaire des demandes récentes, nous avons rédigé un rapport sur la préparation de sources électrolytiques et la technique du « sandwich » (voir Rapports internes, p. 83).

Problèmes de la micropesée

Les microbalances employées couramment pour déterminer la masse d'une goutte de solution radioactive utilisée dans chaque source jouent un rôle capital dans les comparaisons internationales de mesures d'activité massique. A la suite de discussions amorcées par les travaux du Laboratoire de Métrologie des Rayonnements Ionisants à Saclay (Rapport CEA-R-4169), la Section II du C.C.E.M.R.I. a chargé une commission spéciale d'étudier le problème de l'exactitude des pesées. Au cours de deux réunions qui se sont tenues au B.C.M.N. (Euratom, Belgique) en novembre 1971 et au B.I.P.M. en mars 1972, cette commission a discuté à fond les divers aspects du problème et a reconnu la nécessité d'effectuer des comparaisons de masses entre plusieurs laboratoires. En outre, les quatre membres de la commission ont fait une étude plus ou moins complète de leurs propres balances.

a) *Comparaisons de masses.* — Pour les comparaisons de masses, le B.C.M.N. a fabriqué six jeux de masses en acier inoxydable (20, 50, 100 mg). Les étalonnages et les comparaisons dans six laboratoires utilisant tous des balances Mettler du type M 5 ont été effectués selon le schéma représenté à la figure 7. Les méthodes et procédés à suivre ont été fixés en détail par la commission et expliqués dans des formulaires appropriés. Les résultats de ces comparaisons seront exposés dans le prochain Rapport.

b) *Etude des balances Mettler M 5 et H 15.* — La balance microanalytique M 5 du B.I.P.M. a fait l'objet d'une étude détaillée et minutieuse dans le but de déterminer l'écart-type d'une pesée, la sensibilité de la balance et la régularité de son échelle optique, et d'étalonner les masses incorporées. Les divers contrôles effectués et leurs résultats sont donnés dans un rapport interne (Rapport BIPM-72/5) et se résument comme suit : l'échelle optique est assez linéaire, sauf dans les domaines de 2,5 à 5,5 mg et de 10,5 à 13,5 mg, où les écarts atteignent 3 à 4 μ g. Ces écarts s'expliquent probablement par une usure des couteaux, ce qui n'a rien de surprenant après onze ans d'utilisation de cette balance.

Des sources radioactives (^{241}Am) ont été placées près des couteaux et du plateau pour éliminer des charges électriques. La sensibilité est restée inchangée, mais la tendance du fléau à « coller », observée quelquefois, a disparu. De nombreux contrôles de la sensibilité ont montré que l'écart-type d'une pesée est beaucoup plus petit quand le conditionnement d'air du local est arrêté pendant les opérations. Cette différence a été nettement diminuée par le montage d'une protection en forme de toit au-dessus de la balance.

Les masses incorporées ont été étalonnées très soigneusement par comparaison à des masses étalons du B.I.P.M. De l'ensemble de ces nom-

breuses mesures on déduit un écart-type pour une pesée de 2,9 µg. Compte tenu de l'âge de la balance, cette valeur est encore très proche de celle indiquée par le constructeur (2 µg).

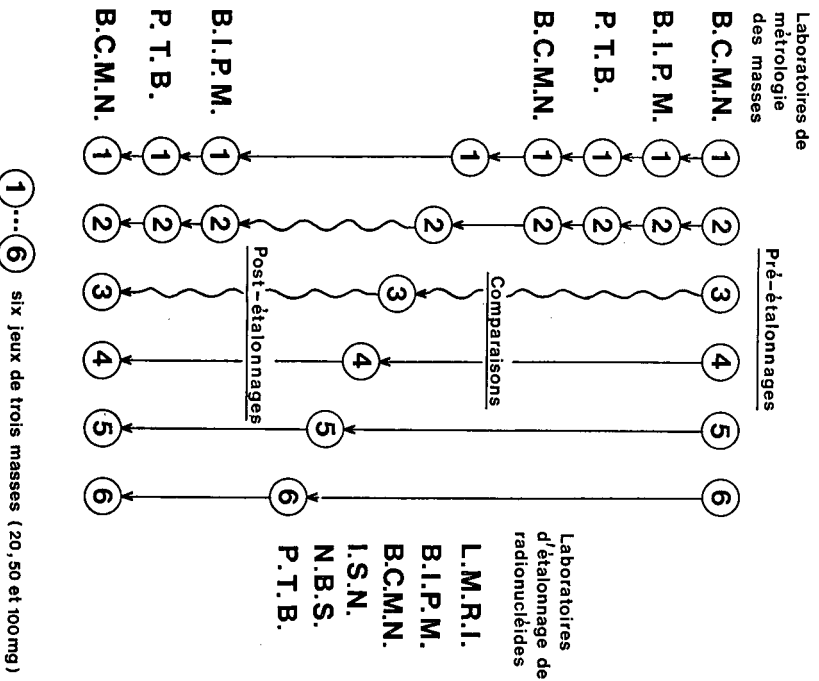


Fig. 7. — Organisation des comparaisons de six jeux de masses.

B.C.M.N.: Bureau Central de Mesures Nucléaires, Euratom, Geel, Belgique
 I.S.N.: Institut des Sciences Nucléaires « Boris Kidric », Vinca, Yougoslavie
 L.M.R.I.: Laboratoire de Métrologie des Rayonnements Ionisants, Saclay, France
 N.B.S.: National Bureau of Standards, Washington, D.C., U.S.A.
 P.T.B.: Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Braunschweig, Allemagne
 B.I.P.M.: Bureau International des Poids et Mesures, Sèvres, France

La macrobalance H 15, bien que dix fois moins sensible et utilisée surtout pour déterminer des facteurs de dilution, a fait l'objet d'une étude analogue.

Phénomènes aléatoires et statistiques de comptage (J. W. Müller)

Les travaux de cette année concernant la description exacte des problèmes statistiques qui se posent en relation avec l'étalonnage de sources

radioactives ont été principalement consacrés à l'étude de radiations qui sont corrélées dans le temps. En effet, la désintégration du type « mère-fille » est une généralisation naturelle du cas classique des coïncidences qui s'impose si la vie moyenne de l'état intermédiaire n'est plus négligeable par rapport au temps de résolution de l'électronique utilisée.

Un certain nombre d'autres problèmes ont également retenu notre attention et sont exposés ci-après.

a) Distribution d'intervalles entre impulsions corrélées

Supposons que l'on dispose d'une série d'impulsions provenant d'une désintégration du type « mère-fille » avec vie moyenne T de l'état intermédiaire et que l'on n'arrive pas à distinguer les impulsions d'après leur origine. Les efficacités de détection pour les impulsions mères et filles sont désignées par ϵ_m et ϵ_f , respectivement. Pour un taux de comptage ϱ de la source on peut montrer que, dans ces conditions, la densité pour l'intervalle de temps t entre impulsions successives est donnée par

$$f(t) = \frac{1}{\alpha + \beta} \left[(\alpha + \beta e^{-t/T})^2 + \frac{\beta}{T} e^{-t/T} \right] \cdot \exp \{ -\alpha t - \beta T(1 - e^{-t/T}) \},$$

où $\alpha = \varrho(\epsilon_m + \epsilon_f - \epsilon_m \epsilon_f)$ et $\beta = \varrho \epsilon_m \epsilon_f$.

Si l'intervalle de mesure est beaucoup plus grand que la vie moyenne T , le taux de comptage des paires mère-fille est donné par β et celui des impulsions non corrélées par $\alpha - \beta$.

Pour des cas limites on en déduit

$$\begin{aligned} - \text{avec } T = \infty : f_{\infty}(t) &= \varrho_{ex} e^{-\varrho_{ex} t}, \text{ où } \varrho_{ex} = \alpha + \beta, \\ - \text{avec } T = 0 : f_0(t) &= \frac{\alpha}{\alpha + \beta} \left[\alpha e^{-\alpha t} + \frac{\beta}{\alpha} \delta(t) \right]. \end{aligned}$$

La déviation de la densité $f(t)$ d'une simple exponentielle, forme caractéristique pour l'absence de corrélations, dépend de la durée de vie T de l'état intermédiaire et celle-ci peut donc en être déduite.

Pour le rapport $R(t) \equiv f_T(t)/f_{\infty}(t)$, on trouve par exemple à l'origine

$$R(0) = 1 + \frac{\beta/T}{(\alpha + \beta)^2},$$

tandis que dans la limite $t \gg T$ ce rapport est

$$R(t) = \left(\frac{\alpha}{\alpha + \beta} \right)^2 \cdot e^{\beta t},$$

ce qui permet de déterminer β , le taux des paires.

Remarquons que l'influence d'un mouvement propre (avec taux expérimental b) peut être aisément prise en considération si l'on ajoute b au taux des impulsions non corrélées, en définissant maintenant α par

$$\alpha = \varrho(\epsilon_m + \epsilon_f - \epsilon_m \epsilon_f) + b.$$

Pour plus de détails on consultera le Rapport BIPM-72/3.

b) Effet de deux temps morts cumulatifs en série

C'est très récemment seulement que nous avons étudié de plus près le problème des pertes apportées par deux temps morts du type cumulatif



Fig. 8. — Dispositif schématique pour les deux temps morts en série. ϱ et r désignent respectivement les taux de comptage initial et final.

minées auparavant (Rapport BIPM-112), on obtient pour la densité $f_1(t)$ des intervalles de temps t entre impulsions successives après passage du premier temps mort τ_1 :

$$f_1(t) = \sum_{j=1}^{\infty} U(t - j \tau_1) \cdot A_j(t),$$

où
$$A_j(t) = \frac{\varrho [t - j \tau_1]^{j-1}}{(j-1)!} \cdot e^{-j\varrho\tau_1}$$

et U est la fonction échelon unité.

Le taux de comptage est alors égal à $\varrho_1 = \varrho \exp(-\varrho\tau_1)$.

L'influence du deuxième temps mort τ_2 consiste à éliminer toutes les impulsions dont la distance par rapport au précurseur est inférieure à τ_2 . Les pertes supplémentaires p sont donc égales, en valeur relative, à

$$p = \int_0^{\tau_2} f_1(t) dt = \sum_{j=1}^j \int_{j\tau_1}^{\tau_2} A_j(t) dt = - \sum_{j=1}^j \frac{1}{j} \cdot [-x(1 - j\tau_2)^j \cdot e^{-j\gamma x},$$

avec $x \equiv \varrho\tau_2$ et où j est le plus grand nombre entier au-dessous de τ_2/τ_1 .

On obtient ainsi pour le taux de comptage r à la sortie

$$r = \varrho_1(1 - p) = \varrho e^{-\gamma x} \cdot \sum_{j=0}^j \frac{[-x(1 - j\tau_2)^j]^j \cdot e^{-j\gamma x}}{j!}.$$

Il est intéressant de comparer r au taux de comptage

$$r_0 = \varrho \exp(-\varrho\tau_2)$$

que l'on aurait en l'absence du premier temps mort ($\gamma = 0$), car cela nous permet de déduire son influence. Si nous posons $r = r_0(1 + D)$, la grandeur

D donne le changement relatif dû à la présence de τ_1 :

$$D = e^{\alpha(1-\gamma)} \sum_{j=0}^J \frac{[-x(1-j\gamma)]^j}{j!} \cdot e^{-j\gamma\alpha} - 1.$$

On peut montrer que D est toujours positif pour $0 < \gamma < 1$, et la figure 9 en donne quelques valeurs pour $x = e^{\tau_2}$ entre 0,05 et 0,5. Mais cela signifie

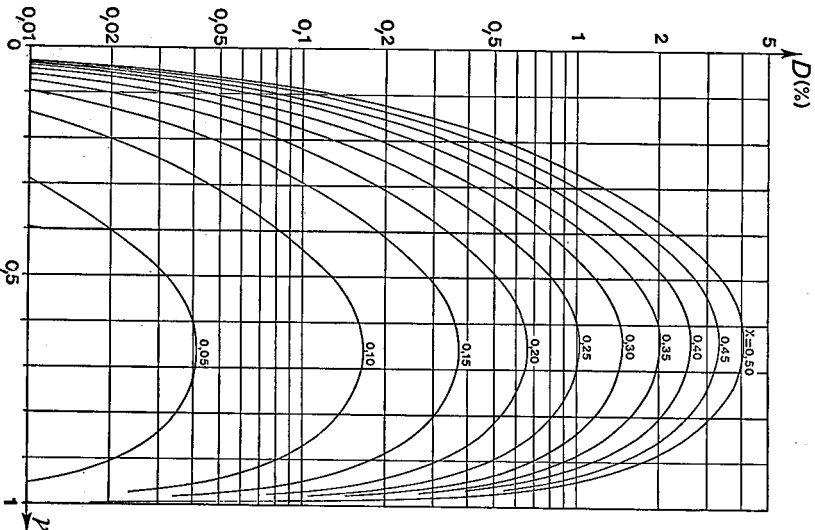


Fig. 9. — Influence D du premier temps mort cumulé sur le taux de comptage.

que — contrairement à ce que l'on pourrait penser — la présence de τ_1 ne fait pas diminuer mais plutôt augmenter le taux r à la sortie du dispositif. Cet effet surprenant, mais bien vérifié par quelques mesures préliminaires, s'explique par la déformation apportée par un temps mort cumulé à la distribution des intervalles : cette déformation est telle que les pertes produites maintenant par τ_2 sont tellement réduites que même l'effet combiné des deux temps morts reste inférieur à celui que τ_2 seul aurait sur une distribution exponentielle des intervalles.

Pour le cas le plus intéressant où γ est petit, une valeur approchée de D est donnée par

$$D_0 = \frac{1}{2} (\gamma x)^2,$$

estimation qui est légèrement par défaut. La figure 10 indique l'écart relatif δ par rapport à la valeur exacte, défini par

$$D = D_0 (1 + \delta).$$

On trouvera plus de détails sur ce problème dans le Rapport BIPM-72/9.

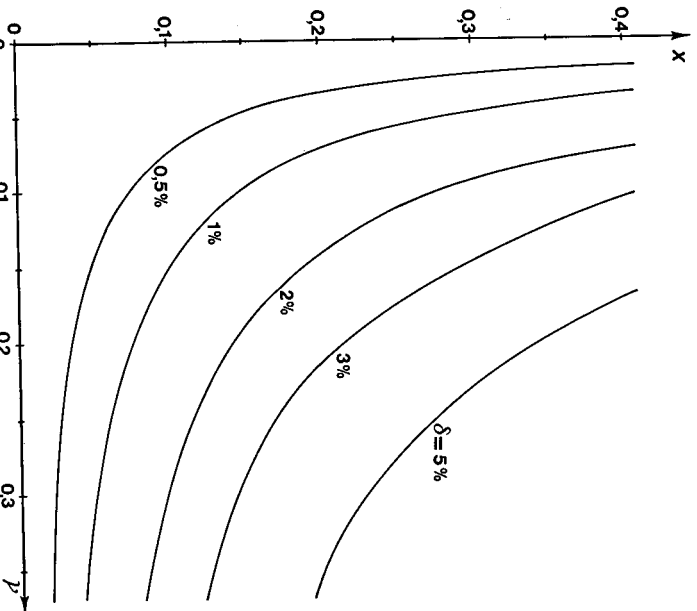


Fig. 10. — Correction δ à ajouter à D_0 pour obtenir D .

En complément de ces travaux qui font appel à des méthodes utilisées en statistiques mathématiques, mentionnons brièvement les trois études suivantes :

— Un modèle simple permettant de déterminer de manière quantitative l'influence du comportement statistique des pertes discrètes d'énergie (« straggling ») qu'une particule subit en pénétrant une cible d'épaisseur finie. On détermine la déformation qui en résulte pour la courbe de résonance nucléaire et en particulier le décalage apparent de sa position exacte, utilisée parfois pour l'étalonnage précis d'accélérateurs du type Van de Graaff (Conférence sur les Masses atomiques, septembre 1971, voir Publications extérieures, p. 82).

— Un calcul qui a permis de déterminer la forme limite de la densité d'intervalle pour un temps mort τ cumulé, qui se révèle de la forme $f(t) \sim \exp(-qt)$, pour $t \gg \tau$, où q est le taux de comptage original (Rapport BIPM-72/7).

— Une nouvelle méthode, fondée sur le principe du maximum de vraisemblance, pour déterminer l'énergie maximale d'un spectre de parti-

cules alpha où l'on ne dispose que d'un petit nombre de traces sur la plaque photographique (Rapport BIPM-72/6, avec D. J. Gorman; voir aussi le paragraphe suivant).

Spectrométrie alpha (D. J. Gorman, A. Rytz, P. Bréonce)

Un grand nombre d'émetteurs α , parmi lesquels se trouvent la plupart des corps les plus connus, ont déjà fait l'objet de mesures absolues d'énergie au B.I.P.M. La méthode et l'installation pour ces mesures étant maintenant au point, il paraît hautement désirable de continuer ces expériences afin d'obtenir le plus grand nombre de résultats possible. En effet, nos mesures ont suscité un vif intérêt parmi les spécialistes de spectroscopie α et de systématique des masses atomiques.

Mesure absolue de l'énergie de particules α ; nouveaux résultats.

Un important travail a été fait pour mesurer l'énergie des particules émises par deux radionucléides (^{232}U et ^{240}Pu) qui nous ont été offerts par le Lawrence Berkeley Laboratory et qui n'avaient encore jamais été mesurés de manière absolue.

Le ^{232}U était initialement exempt de ses descendants; ceux-ci ont cependant réapparu et ont produit un fond de plus en plus gênant. Cinq sources ont été préparées et utilisées plusieurs fois chacune. Le nombre de poses effectuées était de dix-sept. La qualité inégale des sources provoquait une forte dispersion des résultats dont l'interprétation n'était pas facile et demandait une analyse minutieuse. Le ^{240}Pu , d'autre part, a une période si longue (6 540 années) que le fond naturel n'était plus négligeable puisque les poses avaient une durée allant jusqu'à 13 jours.

Un diaphragme placé à 75 mm devant la plaque photographique a apporté une amélioration considérable. Le faible nombre de particules observées a montré la nécessité d'utiliser un traitement statistique plus élaboré (voir Rapport BIPM-72/6). Ces mesures ont fait l'objet d'une Note présentée à l'Académie des Sciences de Paris (voir Publications extérieures, p. 82). Les résultats sont résumés dans le tableau XII.

TABLEAU XII

Énergies α du ^{232}U et du ^{240}Pu

Émetteur α	E_α (en keV)	Écart-type (en keV)	Nombre de plaques	Nombre de sources
^{232}U	$\left\{ \begin{array}{l} \alpha_0 \\ \alpha_{58} \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 0,14 \\ 0,09 \end{array} \right.$	4	1
			4	1
^{240}Pu	$\left\{ \begin{array}{l} \alpha_0 \\ \alpha_{45} \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 0,15 \\ 0,23 \end{array} \right.$	4	3
			2	2

Aux écarts-types indiqués s'ajoute une erreur systématique dont la limite supérieure peut être estimée à 0,1 keV.

Topographie du champ d'induction magnétique du spectromètre et calcul des termes correctifs

Le champ du spectromètre n'étant pas complètement homogène, sa valeur et sa direction mesurées le long d'une trajectoire semicirculaire varient d'un endroit à l'autre. Il en résulte des corrections dont certaines

peuvent être déterminées une fois pour toutes, car elles varient peu en valeur absolue. Ces corrections sont données dans le tableau XIII pour différentes valeurs du champ et du rayon de la trajectoire; elles sont exprimées en millionièmes de la valeur de l'énergie correspondante ou, ce qui revient au même, du diamètre de la trajectoire $2 \varrho_0$:

$$2 \varrho = 2 \varrho_0 + a - \lambda' - 2 g + h,$$

où a est la « correction de Hartree », λ' la correction pour le gradient du champ, g la correction de Hartree de second ordre et h la correction de Hartree différentielle. Seul le terme a doit être mesuré avant et après chaque exposition.

TABLEAU XIII

Corrections dues aux composantes horizontales du champ d'induction magnétique, exprimées en millionièmes de l'énergie des particules α

	Rayon (en cm)						
	36,8	39,0	41,0	42,5	43,4	45,4	47,0
Champ (en T)							
λ	$\left\{ \begin{array}{l} 0,9 \\ 0,8 \end{array} \right.$	0,17	0,22	0,27	1,2		3,0
ϱ	$\left\{ \begin{array}{l} 1,0 \\ 0,9 \\ 0,8 \end{array} \right.$	≈ 0	0,4	≈ 0	0,4	≈ 0	0,2
$2 \frac{g}{\varrho}$	$\left\{ \begin{array}{l} 0,9 \\ 0,8 \end{array} \right.$	3	2	3	3	3	3
$\frac{h}{\varrho}$	$\left\{ \begin{array}{l} 0,7 \\ 0,6 \end{array} \right.$	5	6	6	9,6		
	$\left\{ \begin{array}{l} 1,0 \\ 0,9 \\ 0,8 \end{array} \right.$	3	4	3	3	4	3
	$\left\{ \begin{array}{l} 0,9 \\ 0,8 \end{array} \right.$	1	1	1	3	3	3
	$\left\{ \begin{array}{l} 0,7 \\ 0,6 \end{array} \right.$	2	2	3	3	3	2
		0,3					

On peut se rendre compte de l'exactitude de ces corrections quand on mesure l'énergie des particules d'un même émetteur α dans des champs magnétiques de valeurs différentes. Nous avons donc remesuré l'énergie des deux raies principales du ^{212}Bi dans un champ de 0,8 T et comparé ces résultats aux anciens, obtenus à 0,9 T. Pendant cinq des dix mesures, un diaphragme interceptait les particules dont l'orbite, trop éloignée du demi-cercle moyen, passait par une région du champ où le gradient est important. Cependant, l'absence d'un effet significatif a permis de considérer ces dix résultats comme équivalents. Les valeurs moyennes sont résumées dans le tableau XIV et comparées aux résultats obtenus par B. Grennberg en 1969. L'accord pour les raies α_0 est parfait. Quant à α_{40} , il semble que la précision du résultat de 1969 ait été surestimée. La séparation entre α_0 et α_{40} étant plus nette dans les mesures récentes, la différence d'énergie ΔE_{α} est obtenue avec une exactitude bien meilleure. Après correction pour le recul, cette différence est maintenant en bon accord avec l'énergie du premier état excité du ^{208}Tl , déterminée par les électrons de conversion (voir tableau XIV) et dont l'erreur systématique ne dépasse probablement pas 5 eV.

TABLEAU XIV

Comparaison des mesures d'énergie α du ^{212}Bi

Désignation de la raie	Champ d'induction magnétique			B = 0,9 T Résultats de 1969
	Moyenne arithmétique et écart-type de la moyenne (en keV)		Moyenne	
	avec diaphragme	sans diaphragme		
α_0	6 090,065 0,065	6 090,108 0,043	6 090,087 0,037	6 090,06 0,08
α_{40}	6 051,030 0,029	6 051,051 0,050	6 051,040 0,028	6 050,77 0,07
Comparaison : $\Delta E_\alpha \left(1 + \frac{M_\alpha}{m_{208}} \right)$	.....			40,05 0,08
E_1 (Zhernovoi et al., 1957)				39,854

Travaux préparatoires pour des expériences futures

Les mesures d'énergies α seraient très incomplètes si aucun effort n'était fait pour étudier et améliorer la qualité des sources. L'état dans lequel se trouve l'évaporateur actuel ne permet pas d'effectuer les modifications nécessaires.

Le Centre de Spectrométrie Nucléaire et de Spectrométrie de Masse à Orsay (Mr R. J. Walen) nous a fait don d'un évaporateur neuf complet, de construction très perfectionnée. Il servira d'abord à la préparation des sources de ^{148}Gd , substance très précieuse qu'il faudra récupérer au maximum. Plus tard, cet évaporateur sera utilisé pour étudier les meilleures conditions de préparation des divers échantillons.

Les mesures prévues avec le ^{210}Po demandent des précautions spéciales pour éviter une contamination excessive du spectromètre. Nous avons préparé une enveloppe du porte-source qui ne laisse qu'un passage minimal aux particules α . En outre, une sorte de chambre intérieure protégera les parois de la chambre à vide contre les projections d'agglomérats d'atomes actifs spécialement à craindre avec cet élément.

Compilation de valeurs recommandées d'énergies α

Le vif intérêt suscité par le rapport provisoire d'une telle compilation (Rapport BIPM-72/4) a confirmé l'utilité du travail considérable déjà effectué. Des modifications et des extensions importantes seront nécessaires, mais les réactions favorables sont très encourageantes.

Mesures neutroniques (V. D. Huynh, L. Lataye, P. Bréonce)**Source de neutrons $\text{D}(d,n)^3\text{He}$**

Après la construction d'une plate-forme en caillbotis (aluminium) à 3 m du sol dans le hall expérimental, nous avons déterminé la contribution des neutrons diffusés et remesuré le débit de fluence (par détection des

particules ^3He et par détection des neutrons) avec l'accélérateur SAMIES posé sur cette plate-forme.

Importance des neutrons diffusés ambiants

On détermine la contribution des neutrons diffusés ambiants en mesurant la fluence des neutrons en fonction de la distance détecteur-cible. Autrement dit, si l'on trace la droite représentant le nombre de neutrons comptés (normalisé au nombre de protons) en fonction de l'angle solide du détecteur, cette droite doit passer par l'origine des coordonnées si la contribution des neutrons diffusés ambiants est négligeable. Sinon, le résidu sur l'axe des ordonnées permet d'estimer l'importance de cette contribution.

On trouve expérimentalement que la droite passe effectivement par zéro lorsque l'accélérateur SAMIES est posé sur la plate-forme, tandis qu'avec l'accélérateur posé sur le sol en béton on avait un résidu qui donnait une contribution de neutrons diffusés ambiants f_n comme suit :

Distance détecteur-cible (en cm)	8	10	12	16
f_n (en %)	1,5	2,3	3,2	5,4

Comparaison des mesures de débits de fluence

Avec les nouvelles valeurs de neutrons diffusés (contribution négligeable de neutrons diffusés ambiants), nous avons effectué quelques mesures de débits de fluence par comptage des ^3He (Φ_{He}) et par comptage des neutrons (Φ_n) (voir Rapport 1971, p. 65). Les résultats expérimentaux obtenus (avec un faisceau de deutons de 100 keV, 2 μA) confirment ceux des anciennes mesures; ils sont résumés dans le tableau XV.

TABLÉAU XV

		a) Observation des ^3He à 90° (cible à 45°)			
Distance schantillonneur-cible (en cm)	Charges intégrées (en μC)	Efficacité ϵ	Φ_{He} $\times 10^7$	Φ_n $\times 10^7$	$\frac{\Phi_n - \Phi_{\text{He}}}{\Phi_{\text{He}}}$ (en %)
8	20 000	0,0924	1,574	1,640	+ 4,2
8	20 000	0,0922	1,668	1,717	+ 3,0
8	20 000	0,0917	1,745	1,806	+ 3,5
10	20 000	0,0918	1,121	1,169	+ 4,3
10	20 000	0,0921	1,149	1,185	+ 3,2
b) Observation des ^3He à 150° (cible à 90°)					
8	20 000	0,0888	3,262	3,282	+ 0,6
10	20 000	0,0886	2,167	2,181	+ 0,6
c) Observation des ^3He à 120° (cible à 45°)					
8	22 000	0,0909	2,134	2,181	+ 2,1
8	22 000	0,0896	2,069	2,158	+ 4,3
8	22 000	0,0899	1,879	1,932	+ 2,8
d) Observation des ^3He à 120° (cible à 90°)					
8	18 000	0,0902	1,554	1,550	— 0,3
8	20 000	0,0897	1,874	1,879	+ 0,3
8	16 000	0,0898	1,163	1,161	— 0,2

Mesure de l'énergie moyenne de la réaction $D(d, n)^3\text{He}$

Nous rappelons que le débit de fluence dans la direction du détecteur de neutrons, mesuré à partir du comptage des ^3He , est donné par la relation suivante (méthode des particules associées) :

$$\Phi_{\text{He}}(n) = N_{\text{He}} \frac{\Omega_n}{\Omega_{\text{He}}} \frac{k_{\text{He}}}{k_n},$$

où

$\Phi_{\text{He}}(n)$ est le nombre de neutrons par seconde arrivant sur le détecteur de neutrons,

N_{He} est le nombre des ^3He par seconde comptés par la jonction,

$\Omega_n/\Omega_{\text{He}}$ est le rapport des angles solides des deux détecteurs dans le système du laboratoire,

k_{He} et k_n sont les facteurs de conversion des angles solides du système du laboratoire au système du centre de masse respectivement pour les ^3He et pour les neutrons. Ces facteurs sont déterminés par la cinématique de la réaction; autrement dit, ils dépendent de l'énergie moyenne de la réaction.

On voit que la précision de mesure de débit de fluence dépend de celle de la détermination de l'énergie moyenne de la réaction, qui est calculée habituellement à partir de la section efficace de réaction et du pouvoir d'arrêt des deutons dans l'hypothèse d'une distribution uniforme des atomes de deutérium dans la cible. Dans notre cas, avec une énergie incidente de deutons de 100 keV, le calcul donne une énergie moyenne de la réaction de 73 keV.

Afin d'avoir une idée de l'incertitude sur cette dernière valeur calculée, nous avons effectué une mesure de l'énergie moyenne des deutons d'après

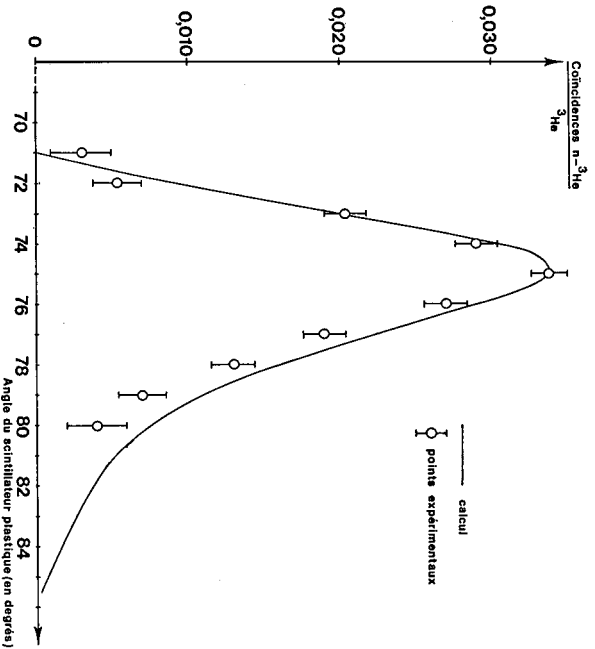


Fig. 11. — Distribution angulaire des neutrons en coïncidence avec les particules ^3He . Jonction à 90° ; énergie des deutons incidents : 100 keV.

la distribution en bonne résolution angulaire (de l'ordre du degré) des neutrons en coïncidence avec les particules ^3He . Un petit détecteur de neutrons comportant un scintillateur hydrogéné de 1 cm de diamètre et 1 cm d'épaisseur, accolé à un photomultiplicateur, a été monté pour cette mesure. La figure 11 montre les résultats d'une telle confrontation expérience-calcul. L'accord entre les points expérimentaux et la courbe calculée est satisfaisant, notamment pour la position du pic de la distribution. Le désaccord qui se manifeste pour les grands angles provient de la perte des ^3He produits en profondeur par les deutons dont l'énergie est inférieure à 50 keV, car ces particules ^3He sortant de la cible sont de faible énergie et, par suite, sont absorbées par l'écran de VYNS aluminé placé devant la jonction.

On peut donc admettre qu'à ± 5 keV près l'énergie moyenne des deutons contribuant au rendement de la réaction est égale à celle qui est donnée par le calcul, c'est-à-dire 73 keV. En effet, le spectre de la distribution calculée doit être décalé d'un degré vers les grands angles si l'énergie moyenne est diminuée de 10 keV.

Le tableau suivant donne une idée de l'incertitude sur la mesure de débit de fluence due à une erreur de ± 5 keV sur l'énergie moyenne de la réaction selon l'angle d'observation des ^3He :

Angle d'observation des ^3He	$\left[\frac{\Delta(K_{\text{He}}/K_n)}{(K_{\text{He}}/K_n)} \right]$
90°	0,3 %
120	1,1
150	1,7

Essais d'augmentation du courant cible

Nous avons travaillé jusqu'ici avec un courant cible de 2 μA et une énergie de 100 keV. Le taux d'émission de la source est de $\approx 1,2 \times 10^6$ s $^{-1}$. Une telle source est trop faible pour pouvoir participer à la prochaine comparaison internationale de mesures de débits de fluence de neutrons rapides monoénergétiques; il est donc nécessaire d'augmenter le courant cible.

Malheureusement, pour un courant cible plus élevé le rendement de la cible ne reste pas constant, mais décroît très rapidement à cause de l'échauffement de la cible au point d'impact du faisceau. On est donc obligé de refroidir efficacement la cible avec le souci de ne pas introduire une fraction supplémentaire importante de neutrons diffusés. Nous avons réalisé un système de refroidissement dont le principe est le suivant (fig. 12).

A l'aide d'azote comprimé on établit une légère pression dans un réservoir rempli d'azote liquide pour faire monter celui-ci dans un réchauffeur où il est vaporisé. Ce réchauffeur est constitué par une petite enceinte en laiton autour de laquelle sont enroulés un ruban chauffant de 180 W et un ruban d'amiante. La sortie de cette enceinte est reliée à un tube d'aluminium de 4 mm de diamètre et de 1,60 m de longueur. L'extrémité libre de ce tube se trouve à environ 10 cm de la face arrière de la cible. Ainsi, la cible est refroidie par le jet d'azote gazeux dont la température est légèrement inférieure à 0 °C. Une thermistance placée à la sortie du jet d'azote permet d'en contrôler la température et de couper le chauffage lorsqu'elle devient trop élevée.

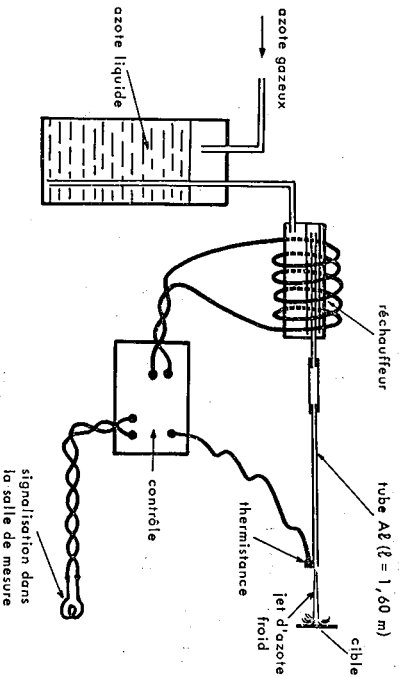


Fig. 12. — Système de refroidissement de la cible.

Les premiers essais effectués avec un tel système de refroidissement de la cible sont satisfaisants. En effet, avec une ancienne cible Ti-D (fabrication du Centre d'Études Nucléaires, Saclay), on atteint l'équilibre (c'est-à-dire un rendement pratiquement constant) après 5 à 6 heures de bombardement pour un courant cible de 100 μA . A ce moment-là, le rendement a décliné seulement d'environ 25 %. D'autre part, un courant cible de 200 μA peut être utilisé sans rompre l'équilibre déjà atteint (rendement double de celui de 100 μA).

Dans le but d'augmenter le taux d'émission de la source, nous avons travaillé avec une énergie incidente des deutons (E_d) de 140 keV, au lieu de 100 keV, car la section efficace de la réaction $D(d, n)^3\text{He}$ est environ deux fois plus élevée dans ce cas.

Voici les résultats expérimentaux obtenus concernant les taux d'émission Q de la source à l'équilibre :

Cible	E_d (en keV)	Courant cible (en μA)	Q (en s^{-1})
Ti-D	140	100	$\approx 2,1 \times 10^7$
Ti-D	140	200	$\approx 3,7 \times 10^7$
Polyéthylène deutéré	140	100	$\approx 1,7 \times 10^7$

Mesure de débit de fluence à fort courant cible

a) *Par détection de particules chargées.* — Au fur et à mesure que l'on augmente le courant cible, l'effet d'empilement des deutons diffusés devient de plus en plus important et le spectre des particules ^3He , qui ont une énergie de 600 à 900 keV selon l'angle d'observation, est de moins en moins bien isolé jusqu'à ce qu'il soit masqué complètement par le spectre de deutons diffusés. Il n'est donc pas possible de mesurer le débit de fluence des neutrons par comptage des ^3He . Heureusement, les protons donnés par la réaction associée $D(d, p)^3\text{H}$, qui ont une énergie de ≈ 3 MeV, donc encore très bien isolés, permettent de résoudre le problème si l'on connaît le rapport $^3\text{He}/^3\text{H}$. Ce rapport, voisin de 1, est généralement bien déterminé lorsqu'on travaille avec un courant cible faible.

En pratique, il faut mettre un écran de VYNS aluminisé suffisamment

épais devant la jonction pour arrêter les deutons diffusés et une partie des particules ^3He ; cet écran ne doit produire qu'une perte négligeable de protons. Nous avons également placé la jonction à 20 cm de la cible, au lieu de 10 cm, pour diminuer son fort taux de comptage.

b) *Par détection de neutrons.* — On est obligé d'admettre la valeur de l'efficacité du plastique scintillant, ϵ , mesurée avec un courant cible faible. Le rapport des taux de comptage de neutrons et de protons permet de fournir une indication sur la fidélité de cette valeur de ϵ .

c) *Résultats expérimentaux.* — Nous avons vérifié que le rapport des nombres de neutrons et de protons comptés (N/H) reste constant à long terme, quelle que soit l'intensité du courant cible utilisée. En outre, un long compteur du type De Pangher (NRC-PLC No 2), placé à 2 m de la cible dans la direction du faisceau incident, est utilisé comme moniteur de neutrons pour contrôler la reproductibilité des mesures. Nous résumons les résultats expérimentaux dans le tableau XVI (E_n , I_c , LC et θ_n désignent

TABLEAU XVI

1) *Observation des protons à 90°*

Date	$E_n = 100 \text{ keV}$			$E_n = 140 \text{ keV}$				
	I_c (en μA)	θ_n (en degrés)	LC/H	Date	I_c (en μA)	θ_n (en degrés)	LC/H	N/H
1971-10-07	40	77	13,82	1971-10-29	40	77		14,00
10-13	40	77	13,88	10-29	100	77		13,80
10-22	10	77	13,97	1972-03-16	100	77		13,88
1972-02-23	10	77	13,91	03-17	200	77		13,93
02-29	10	77	13,92	05-12	200	77	0,525	13,96
03-03	10	77	13,87	05-15	200	77	0,526	13,89
03-14	100	77	13,81	05-16	200	77	0,533	13,96
03-15	50	77	13,90	1971-12-23	10	73		14,21
03-15	100	77	13,74	12-27	10	73		14,23
03-16	50	77	13,71	1972-03-16	100	73		14,22
03-16	150	77	13,73	03-17	200	73		14,25
04-28	100	77	13,79	03-20	200	73		13,99
05-17	100	77	13,70	03-21	200	73		14,20
1972-03-15	100	73	14,13	03-22	200	73		14,20
05-17	100	73	14,07	05-12	200	73	0,530	14,36
				05-15	200	73		14,32
				05-16	200	73	0,530	14,20

2) *Observation des protons à 120°, $E_n = 100 \text{ keV}$*

Date	Cible inclinée à 45°			Cible inclinée à 90°				
	I_c (en μA)	θ_n (en degrés)	LC/H	Date	I_c (en μA)	θ_n (en degrés)	LC/H	N/H
1972-06-19	100	49	0,462	1972-05-31	100	49	0,469	16,25
06-20	100	49	0,461	06-01	100	49	0,470	16,33
06-20	100	49	0,459	06-01	100	49	0,472	16,31
06-21	100	49	0,460	06-02	100	49	0,469	16,27
Moyenne	.....	.....	0,460	Moyenne	.....	.....	0,470	16,29

respectivement l'énergie incidente des deutons, le courant cible, le taux de comptage du long compteur, l'angle de détection des neutrons).

On voit que les rapports N/H et N/LC sont respectivement de 2 % et de 4 % plus élevés lorsque la cible est inclinée à 45° que lorsqu'elle est perpendiculaire à la direction du faisceau (fig. 13). Cela semble indiquer que le faisceau a été dévié (en moyenne de l'ordre de 4° dans le sens de diminution de l'angle de détection des neutrons) de sa direction initiale avant de produire la réaction. C'est précisément l'hypothèse que nous avons émise précédemment (Rapport 1971, p. 69) pour tenter d'expliquer le désaccord de + 3,1 % entre les fluences mesurées respectivement par comptage des neutrons et par comptage des ^3He . Il reste à éclaircir quel est le phénomène physique qui conduit à cette déviation seulement dans le cas où la cible est inclinée à 45° , puisque le calcul de l'effet de diffusion multiple coulombienne des deutons dans la cible (atomes de Ti) ne permet pas de confirmer cette hypothèse.

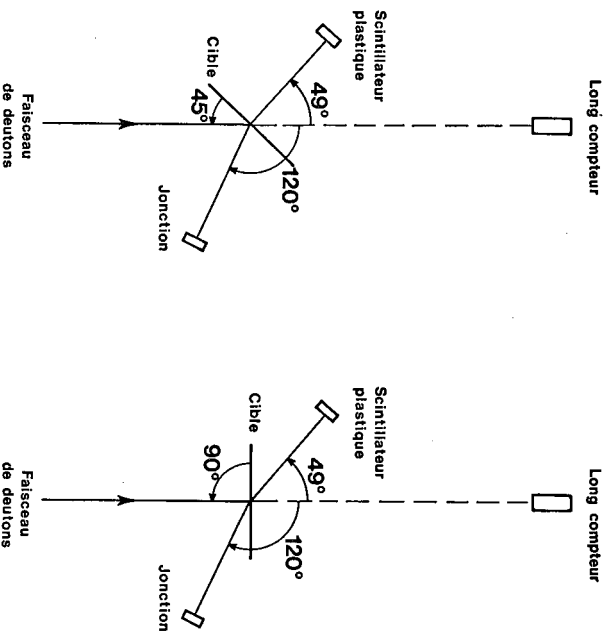


Fig. 13. — Disposition géométrique des détecteurs pour la mesure de débits de fluence.

Divers

Modernisation des appareils électroniques. — La majeure partie des appareils électroniques à lampes est maintenant remplacée par des appareils transistorisés construits à notre atelier d'électronique, à savoir : deux préamplificateurs à faible bruit de fond, deux amplificateurs, un circuit de coïncidences, trois sélecteurs d'amplitude à une bande avec temps mort associé, un intégrateur de charges, une alimentation de 300 V pour la jonction. Deux ensembles de quatre échelles de comptage chacun ont aussi été construits en vue d'une acquisition automatique des données.

Installation d'un écran d'eau de protection. — Lorsque l'accélérateur fonctionne sous une tension de 140 kV et avec un courant cible de 200 μA ,

Il y a environ deux doses (1 dose Δ 100 millirems par semaine) au passage entre le hall expérimental et la salle des mesures (passage ouvert de 1,50 m de large). Pour protéger le personnel qui fait des expériences, on a installé un écran d'eau amovible de 0,50 m d'épaisseur, 2,10 m de haut et 1,60 m de long.

Publications

Publications du Bureau (H. Moreau)

Depuis octobre 1971 le B.I.P.M. a publié :

- 1° *Comité Consultatif pour la Définition de la Seconde*, 5^e session (1970), avec 10 Annexes.
- 2° *Comité Consultatif pour la Définition du Mètre*, 4^e session (1970), avec 15 Annexes.
- 3° *Comité Consultatif pour les Étalons de Mesure des Rayonnements Ionisants* : Section II (Mesure des radionucléides), 1^{re} réunion (1970).
- 4° *Comptes rendus des séances de la 14^e Conférence Générale des Poids et Mesures* (octobre 1971), avec 3 Annexes.
- 5° *Comité Consultatif des Unités*, 3^e session (1970).
- 6° *Procès-Verbaux des séances du Comité International des Poids et Mesures*, tome 39 (60^e session, septembre-octobre 1971).

Publications extérieures

PELLIETIER (E.), GIACOMO (P.), Contrôle et réalisation de revêtements multidielectriques présentant des caractéristiques spectrales imposées. *Nouv. Rev. d'Optique appliquée*, 3, No 3, 1972, pp. 133-141.

PELLIETIER (E.), KLAPISCH (M.), GIACOMO (P.), Synthèse d'empléments de couches minces. *Nouv. Rev. d'Optique appliquée*, 2, No 5, 1971, pp. 247-254.

PELLIETIER (E.), GIACOMO (P.), Contrôle optique pendant la préparation d'empléments de couches minces diélectriques. *Le Vide*, No 157, 1972, pp. 1-9.

GIACOMO (P.), Longueur d'onde du laser asservi sur le méthane rapportée à la longueur d'onde étalon de la définition du mètre. In « Proc. of the Fourth Internat. Conf. on Atomic Masses and Fundamental Constants » (Sept. 1971), Plenum Press, London-New York, 1972, pp. 348-354.

GIACOMO (P.), Évaluation interférentielle des longueurs et des épaisseurs. In « Optique Moderne en Métrologie » (École d'Été, juillet 1971), Institut d'Optique, Orsay, 1971, pp. 8-1 — 8-23.

GIACOMO (P.), HAMON (J.), HOSTACHE (J.), CARRÉ (P.), Utilisation du comptage de franges pour les mesures de longueur de haute précision. *Metrologia*, 8, 1972, pp. 72-82.

GIRARD (G.) et MÉNACHÉ (M.), Sur le calcul de la masse volumique de l'eau. *C.R. Acad. Sci.*, 274-B, 1972, pp. 377-379.

GORMAN (D.J.), RYTZ (A.) et MITCHEL (H.V.), Mesures absolues de l'énergie de particules α émises par le ²³³U et le ²⁴⁰Pu. *C.R. Acad. Sci.*, 275-B, 1972, pp. 291-294.

MÜLLER (J.W.), Influence of straggling effects on the accurate measure-

ment of nuclear reaction energies. In « Proc. of the Fourth Internat. Conf. on Atomic Masses and Fundamental Constants » (Sept. 1971), Plenum Press, London-New York, 1972, pp. 64-75.

RYTZ (A.), GRENBERG (B.) and GORMAN (D.J.), New alpha energy standards. In « Proc. of the Fourth Internat. Conf. on Atomic Masses and Fundamental Constants » (Sept. 1971), Plenum Press, London-New York, 1972, pp. 1-9.

SAKUMA (A.), Recent developments in the absolute measurement of gravitational acceleration. In « Proc. of the Int. Conf. on Precision Measurement and Fundamental Constants » (Gaithersburg, August 1970), N.B.S. Special Publication 343, 1971, pp. 447-456.

TERRIEN (J.), News from the Bureau International des Poids et Mesures. *Metrologia*, **8**, 1972, pp. 32-36.

TERRIEN (J.) et DESVIGNES (F.), La Photométrie. Collection « Que sais-je? », N° 1467, Presses Universitaires de France, Paris, 1972, 128 pages.

Rapports internes

Ces rapports constituent essentiellement des documents de travail; ils peuvent être fournis sur demande.

— Phénomènes aléatoires et statistiques de comptage, par J. W. Müller (Rapport BIPM-71/5, octobre 1971, 5 pages).

— L'influence du temps mort τ_c sur les paires de coïncidences, par J. W. Müller (Rapport BIPM-71/6, novembre 1971, 9 pages).

— Préparation de sources électrolytiques et technique du « sandwich », par C. Colas, A. Rytz et C. Veyradier (Rapport BIPM-72/1, janvier 1972, 6 pages).

— Alpha spectrometry; progress report, par A. Rytz et D. J. Gorman (Rapport BIPM-72/2, février 1972, 6 pages).

— Intervalles entre impulsions corrélées, par J. W. Müller (Rapport BIPM-72/3, mars 1972, 5 pages) (*).

— A compilation of recalibrated α -particle energy and intensity values, par A. Rytz (Rapport BIPM-72/4, mars 1972, 16 pages).

— Étude d'une microbalance Mettler du type M 5, par A. Rytz et C. Colas (Rapport BIPM-72/5, avril 1972, 13 pages).

— Maximum-likelihood fit to points originating from different Poisson distributions, par D. J. Gorman et J. W. Müller (Rapport BIPM-72/6, mars 1972, 12 pages) (*).

— On the limiting behaviour of the interval density for an extended dead time, par J. W. Müller (Rapport BIPM-72/7, mai 1972, 7 pages).

— Absorption saturée et asservissement de lasers, par P. Giacomo (Rapport BIPM-72/8, juin 1972, 9 pages).

— On the effect of two extended dead times in series, par J. W. Müller (Rapport BIPM-72/9, juin 1972, 7 pages).

— A general test for detecting dead-time distortions in a Poisson process, par J. W. Müller (Rapport BIPM-72/10, octobre 1972, 6 pages).

— Mémento des sous-programmes B.I.P.M., mis à jour périodiquement, par P. Carré et F. Lesueur (Rapport BIPM-71/3, dernière mise à jour : janvier 1972, au total 20 pages).

(*) Ce rapport est publié dans le *Recueil de Travaux du B.I.P.M.*, Volume 3.

— Traitement statistique des résultats de mesure (*suite*). Exposés faits au B.I.P.M. par J. W. Müller, notes prises et rédigées par P. Carré (Rapport BIPM-108, 144 pages, 24 pages d'exercices, à suivre).

— Sur les différentes tables de dilatation thermique de l'eau entre 0 et 40 °C, par M. Menaché et G. Girard (septembre 1972, 39 pages : texte français et anglais) (*).

— Les Kilogrammes prototypes, par G. Girard (Rapport BIPM-72/11, octobre 1972, 5 pages).

Certificats, Notes et Rapport d'étude

Du 1^{er} septembre 1971 au 30 septembre 1972, 57 Certificats, 2 Notes et 1 Rapport d'étude ont été délivrés.

CERTIFICATS

1971

N°		
21.	Etalon de 1 ohm, N° 143 157	Comité de la Qualité, de la Standardisation et de la Métrologie, Sofia, Bulgarie.
22.	Etalon de 0,1 ohm, N° 140 113	Id.
23.	Etalon de 10 ohms, N° 88 326	Id.
24.	Etalon de 100 ohms, N° 146 237	Id.
25.	Etalon de 1 000 ohms, N° 108 984	Id.
26.	Etalon de 10 000 ohms, N° 148 531	Id.
27.	Etalon de 100 000 ohms, N° 129 368	Id.
28.	Etalon de 1 ohm, N° 130 012	Faculté Electrotechnique, Prague, Tchécoslovaquie.
29.	Etalon de 10 ohms, N° 129 884	Id.
30.	Etalon de 100 ohms, N° 129 943	Id.
31.	Etalon de 1 000 ohms, N° 130 081	Id.
32.	Six étalons de force électromotrice, N°s 7594, 7595, 7596, 7597, 7598 et 7599	Tekelac-Airtronie, Sevres, France.
33.	Etalon de 1 ohm, N° 755 517	National Physical Research Laboratory, Pretoria, Afrique du Sud.
34.	Trois étalons de 1 ohm, N°s 1 753 639, 1 753 641, 1 756 653	Service de la Métrologie des Pays-Bas, 's-Gravenhage, Pays-Bas.
35.	Etalon de 10 000 ohms, N° 198	Id.
36.	Etalon de 10 000 ohms, N° 851 036	Id.
37.	Six étalons de force électromotrice, N°s 66 087, 66 091, 66 124, 66 138, 67 045 et 67 049	Id.
38.	Quatre étalons de force électromotrice, N°s 35 403, 35 405, 35 633 et 35 668	Id.

(*) Voir note page précédente.

1971 (suite)

- | | | |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| N° | | |
| 39. | Règle de 1 m, N° 15 481, en acier au nickel | Department of Industry and Commerce, Dublin, Irlande. |
| 40. | Boîte de résistance à décadés, N° 214 826 | Junta De Energia Nuclear, Madrid, Espagne. |
| 41. | Deux résistances de 1 442 000 ohms, N°s 2552-A et 2552-B | Id. |
| 42. | Trois étalons de force électromotrice, N°s 31 162, 31 163 et 31 165 | Centre national d'Etudes Spatiales, Brétigny-sur-Orge, France. |
| 43. | Deux étalons de force électromotrice, N°s 205 378 A et B | Id. |
| 44. | Etalon de 10 000 ohms, N° 126 | Id. |
| 45. | Deux étalons de force électromotrice, N°s 7877 et 7878 (addition) | Service Belge de la Métrologie, Bruxelles, Belgique. |
| 46. | Deux étalons de 1 ohm, N°s 2398 et 2400 (addition) | Id. |
| 47. | Trois étalons de force électromotrice, N°s 847, 849 et 850 (addition) | Institut de Recherche de la Défense Nationale, Stockholm, Suède. |
| 48. | Règle de 1 m, N° OY2222, en acier au nickel | National Physical Research Laboratory, Pretoria, Afrique du Sud. |
| 49. | Trois masses de 10 g | Laboratoire National d'Essais du Conservatoire National des Arts et Métiers, Paris, France. |
| 50. | Cinq étalons de force électromotrice, N°s 1, 2, 3, 4, 5 | Instituto Nacional de Tecnologia Industrial, Buenos-Aires, Argentine. |
| 51. | Etalon de 1 ohm, N° 1 590 569 (addition) . | Id. |
| 52. | Six étalons de force électromotrice, N°s 2722, 2723, 2724, 2725, 2726 et 2727 | Centre OIVN d'approvisionnement, Capellen, Luxembourg. |
| 1972 | | |
| 1. | Quatre étalons de force électromotrice, N°s 1, 2, 3 et 4 | Metrix, Compagnie Générale de Métrologie, Ancey, France. |
| 2. | Cinq calibres étalons, en acier de 125, 150, 175, 200 et 250 mm | Det Norske Justerwesen, Oslo, Norvège. |
| 3. | Quatre calibres étalons, en acier, de 250, 300, 400 et 500 mm | Id. |
| 4. | Quatre étalons de force électromotrice, N°s 445 968 A et B et 453 093 A et B | Urad Pro Normalizaci, Prague, Tchécoslovaquie. |
| 5. | Règle de 1 m, N° 10 230, en invar (addition) | Organisation Européenne pour la Recherche Nucléaire, Genève, Suisse. |
| 6. | Deux étalons secondaires d'intensité lumineuse, N°s 63 et 311 (7c 2357 K) (addition) | Bureau Fédéral des Poids et Mesures, Mèbern, Suisse. |
| 7. | Etalon de 1 ohm, N° 76 080 (addition) | Office National des Mesures, Budapest, Hongrie. |
| 8. | Etalon de 10 ohms, N° 679 RE4 | Institut d'Optique, Orsay, France. |
| 9. | Etalon de 1 000 ohms, N° 613 RE6h | Id. |

1972 (suite)

- | | | |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| N° | | |
| 10. | Étalon de 1 ohm, N° M.3084 (addition) | Centre National d'Etudes Spatiales,
Bretigny-sur-Orge, France. |
| 11. | Trois étalons de 1 ohm, N°s 1 753 639,
1 753 641 et 1 756 653 (addition) | Service de la Métrologie des Pays-
Bas, 's-Gravenhage, Pays-Bas. |
| 12. | Kilogramme, N° 72, en Nicral D | Ministère d'Economie Nationale,
Athènes, Grèce. |
| 13. | Kilogramme, é 69, en Immaculate V | Irlande. |
| 14. | Quatre étalons de force électromotrice,
N°s 1, 2, 3 et 4 (addition) | Métrix, Compagnie Générale de
Métrologie, Anecy, France. |
| 15. | Six étalons de force électromotrice, N°s
66 087, 66 091, 66 124, 66 132, 67 045,
67 049 (addition) | Service de la Métrologie des Pays-
Bas, 's-Gravenhage, Pays-Bas. |
| 16. | Quatre étalons de force électromotrice,
N°s 35 403, 35 405, 35 633, 35 668
(addition) | Id. |
| 17. | Quatre thermocouples platine / platine
rhodié, N°s A, B, C, D | Id. |
| 18. | Calibre étalon de 1 000 mm, en acier | Úrad Pro Normalizaci, Prague,
Tchécoslovaquie. |
| 19. | Étalon de 10 000 ohms, N° 851 036
(addition) | Service de la Métrologie des Pays-
Bas, 's-Gravenhage, Pays-Bas. |
| 20. | Étalon de 10 000 ohms, N° 851 015 | Id. |
| 21. | Étalon de 1 ohm, N° 1 624 034
(addition) | Bureau Fédéral des Poids et Mesures,
Wabern, Suisse. |
| 22. | Étalon de force électromotrice,
N° 382 064 (addition) | Id. |
| 23. | Quatre fils géodésiques de 24 m,
N°s 656, 657, 658, 659 | Institut für Landes und Kataster-
vermessung, Vienne, Autriche. |
| 24. | Trois fils géodésiques de 24 m, N°s 660,
661, 662 | S.R.P.I.-Morin, Cachan, France. |
| 25. | Mètre prototype N° 2 | Suisse. |

NOTES D'ETUDE

1972

- | | | |
|----|-------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| 1. | Deux thermistances | Institut Universitaire de Techno-
logie, Le Havre, France. |
| 2. | Dilatabilité de dix longueurs de fil
invar de 24 m | Organisation Européenne pour la
Recherche Nucléaire, Genève, Suisse. |

RAPPORT

1972

- | | | |
|----|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| 1. | Ruban de 50 m, en Invar, N° 505 A | National Physical Research Labora-
tory, Pretoria, Afrique du Sud. |
|----|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|

IV. — ACTIVITÉS ET RELATIONS EXTÉRIEURES

Documentation; Système International d'Unités (H. Moreau)

La publication par le B.I.P.M. à la fin de 1970 de la 1^{re} édition de la brochure « Le Système International d'Unités (SI) », et les traductions en plusieurs langues de cette brochure ont grandement contribué à la diffusion et à la mise en application du SI dans les pays métriques. Cette diffusion s'est en outre étendue aux pays qui ont décidé ou envisagent d'adopter les mesures métriques (7). Une 2^e édition de cette brochure, mise à jour et amendée, sera publiée en 1978.

Cette nouvelle et importante expansion du système métrique dans le monde a conduit le B.I.P.M. à fournir à certains pays des renseignements sur ses activités et sur les unités et les étalons des mesures physiques.

Travaux en liaison avec des organismes internationaux et nationaux (Voir aussi Voyages, visites, conférences et exposés du personnel).

Le B.I.P.M. collabore, comme il se doit, aux travaux de commissions de normalisation, terminologie, unités de diverses organisations internationales et françaises : Commission Internationale de l'Éclairage, Unions Internationales de Physique Pure et Appliquée, de Chimie Pure et Appliquée, Commission Électrotechnique Internationale, Organisation Internationale de Normalisation (ISO/TC 12), Association Française de Normalisation, etc.

Il fait partie de l'Association « Common-Europe », dont le rôle est de promouvoir les échanges bénévoles de programmes pour petits ordinateurs IBM afin d'accroître l'efficacité ou la facilité d'utilisation de ces ordinateurs.

Le Directeur, qui a été élu l'un des vice-présidents de la Commission Internationale de l'Éclairage, a assisté à deux réunions de son Conseil d'Administration, à Paris en novembre 1971 et à Budapest en mai 1972.

Il a d'autre part participé aux travaux des organismes suivants :

— en février 1972, avec A. Sakuma, réunion à Paris au Bureau Central de l'Association Internationale de Géodésie où furent discutés des programmes de gravimétrie;

— en juin 1972, Conférence internationale de CODATA (Le Creusot, France) et réunion de son Groupe de travail des Constantes Fondamentales (au Pavillon de Breteuil).

— en août 1972, réunion (au Pavillon de Breteuil) de la Commission « Symboles, Unités, Nomenclature » de l'Union Internationale de Physique Pure et Appliquée.

(7) MORBAU (H.), Les récents progrès du Système Métrique. *Comptes rendus des séances de la 14^e Conférence Générale des Poids et Mesures (1971)*, pp. 122-137.

Plusieurs membres du personnel (J. Terrien, P. Giacomo, A. Allisy, A. Rytz, J. Bonhoure) ont pris part aux réunions des Groupes de travail du Bureau National de Métrologie français.

Voyages, Visites, Conférences, Exposés du personnel

Dans ce qui suit, le signe ++ ou + indique un déplacement effectué sur invitation d'un organisme international, national ou privé, et dont les frais ont été pris en charge par cet organisme, totalement (++) ou partiellement (+).

Le Directeur du B.I.P.M. a effectué les voyages suivants :

— en mars 1972, à Nancy⁺⁺ : conférence à la Société Française de Physique sur les Étalons des mesures physiques et le Bureau International des Poids et Mesures, et visite des laboratoires de l'Université de Nancy, en particulier le laboratoire de spectroscopie infrarouge du Prof. Hadni; — en mars 1972, à Teddington : participation à la réunion préparatoire de la Conférence de Métrologie de l'Europe Occidentale qui est prévue au National Physical Laboratory en avril 1973; visite de quelques laboratoires du N.P.L. et entretiens avec le vice-président du C.I.P.M., Mr Dunworth;

— en mai 1972, à Budapest (à l'occasion de la réunion du Conseil d'Administration de la C.I.E.) : entretiens avec Mr Honti, membre du C.I.P.M., sur l'utilisation de la fraction de la contribution hongroise payée en monnaie nationale;

— en septembre 1972 : à Buenos Aires pour l'inauguration de l'Institut National de Tecnologia Industrial, puis à Washington⁺⁺ pour la 14^e Assemblée Générale et le cinquantième de l'Union Internationale de Physique Pure et Appliquée; visite de divers laboratoires, en particulier le N.B.S. à Gaithersburg.

P. Giacomo et J.-M. Chartier sont allés au N.P.L. (Teddington) les 16 et 17 mars 1972 pour se documenter sur l'asservissement de lasers sur une rate d'absorption saturée de l'iode.

P. Giacomo et G. Leclere se sont rendus du 18 juin au 3 juillet 1972 au N.R.C. (Ottawa), au N.B.S. (Washington) puis au N.B.S. (Boulder) où ils ont participé à la « Conference on Precision Electromagnetic Measurements »; P. Giacomo y a présenté un exposé sur « Longueur d'onde d'un laser asservi par absorption saturée rapportée à la radiation étalon du krypton »; ils ont ensuite assisté à l'« International Symposium on Algorithms used in Calculation of Atomic Time Scales ».

P. Giacomo a assisté à l'Assemblée Générale de l'U.R.S.I., à Varsovie, du 21 au 29 août 1972, au Symposium International de Métrologie⁺, à Bratislava, du 5 au 8 septembre 1972 et à la Conférence Générale de la Société Européenne de Physique, à Wiesbaden, du 3 au 6 octobre 1972.

A. Allisy a participé aux réunions suivantes à Vienne (Autriche):

— du 13 au 17 décembre 1971 : « Panel on national and international dose intercomparisons » (A.I.E.A.);

— du 8 au 13 mai 1972⁺⁺ : « Main Commission I.C.R.U. »

P. Carré a participé du 30 août au 1^{er} septembre 1971 au séminaire

« Étalons de fréquence et métrologie » organisé par l'Université Laval à Québec.

Il a représenté le B.I.P.M. à la conférence intergouvernementale pour l'établissement d'un système mondial d'information scientifique (UNISIST) organisée par l'U.N.E.S.C.O. (Paris 4-8 octobre 1971).

P. Carré et J. Hannon ont visité le Bureau Fédéral des Poids et Mesures (Wabern) le 13 mars 1972 et la Société Genevoise d'Instruments de Physique les 14 et 15 mars.

P. Carré et F. Lesueur ont participé à Lyon, le 16 mars 1972, à la journée consacrée à la commande numérique, organisée dans le cadre des réunions périodiques d'utilisateurs de petits ordinateurs I.B.M.

A. Rytz a effectué les déplacements suivants :

— les 4 et 5 novembre 1971 au B.C.M.N. d'Euratom (Geel) et le 14 mars 1972 au B.I.P.M. participation, en tant que coordinateur, aux réunions de la commission de la section II du C.C.E.M.R.I. pour les problèmes de la micropesée;

— du 6 au 8 juin 1972++ : visite de plusieurs laboratoires de la P.T.B. (Braunschweig) et exposé sur « Magnetische Korrekturen bei der Absolutmessung von α -Energien »;

— le 15 juin 1972 : visite de l'usine Mettler-Instrumente AG à Greifensee (Suisse) et discussion sur les problèmes de micropesée avec des représentants de cette société;

— le 16 juin : exposé à l'Institut de physique de l'Université de Zurich sur le même sujet qu'à la P.T.B.

A. Rytz et J. W. Müller ont participé à Herceg Novi (Yougoslavie), du 21 août au 1^{er} septembre 1972, à la Première École d'été sur la métrologie des radionucléides et ont fait chacun une conférence, l'un sur « Alpha particle energy standards », l'autre sur « Dead-time problems ».

Avant de se rendre à Herceg Novi, J. W. Müller a séjourné à Budapest du 15 au 20 août où, sur invitation de l'Office National des Mesures (O.M.H.), il a visité les laboratoires de la section des rayonnements ionisants et fait une conférence sur « Die Korrelationsfunktion und ihre praktische Anwendung auf kernphysikalische Zählprozesse ».

Il s'est rendu du 14 au 16 juin 1972 à Madrid++, sur l'invitation de la Junta de Energia Nuclear, où il a donné deux conférences sur « Le comptage d'impulsions nucléaires considéré comme un processus de renouvellement » et « La fonction de corrélation : un nouvel outil pour étudier les statistiques de comptage ».

A. Sakuma s'est rendu à Luxembourg du 17 au 19 janvier 1972 et du 28 février au 1^{er} mars 1972 pour assister aux « Journées Luxembourgeoises de Géophysique » où il a fait une conférence sur la mesure de g au B.I.P.M.

G. Girard a visité à Genève, les 13 et 14 septembre 1971, les installations de l'Organisation Européenne pour la Recherche Nucléaire (C.E.R.N.) pour discuter des problèmes de mesures géodésiques en liaison avec l'implantation des grands accélérateurs.

Dans le cadre de l'information du personnel du B.I.P.M., les exposés suivants ont été présentés :

— par J. W. Müller : suite de la série, commencée en mai 1969, sur le

« Traitement statistique des résultats de mesure » (voir Rapports internes p. 83);

— par P. Giacomo et J.-M. Chartier, les 10 et 30 mai 1972: Absorption saturée et asservissement de lasers;

— par P. Giacomo et J. Hamon, le 30 mai 1972: Examen de surfaces planes; franges à $\lambda/100$ et à 5λ ;

— par G. Basile (Istituto di Metrologia G. Colonnetti, Turin), le 20 juin 1972: Mesure de la constante réticulaire du silicium;

— par P. Carré, le 20 juin 1972: Principe des microscopes photoélectriques du comparateur du B.I.P.M. et améliorations possibles.

Visites et Stages au B.I.P.M.

Les visites de physiciens ou professeurs de toutes nationalités sont toujours très nombreuses. Environ quinze visites ont été organisées pour des groupes de chercheurs, d'ingénieurs ou d'étudiants. Nous ne citerons que les stages et visites qui ont une répercussion directe sur les travaux du B.I.P.M.

Mme M.-T. Niatel et Mme M. Boutillon (Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale, Paris) et M^{lle} A.-M. Roux (Service Central de Protection contre les Rayonnements Ionisants, Paris) ont poursuivi leur participation au travail du groupe des rayons X et γ de la section des rayonnements ionisants.

Mr P. Brunn (Service Central de Protection contre les Rayonnements Ionisants, Paris) poursuit dans le groupe des rayons X et γ le stage qu'il avait commencé en décembre 1970.

MM. B. N. Taylor, V. E. Bower et T. F. Finnegan (N.B.S., Washington) sont venus discuter le 13 septembre 1971 du rattachement de V_{rms} à

V_{68-dB} .

MM. R. L. Barger et H. S. Boyne (N.B.S., Boulder) sont venus discuter du 13 au 18 septembre 1971 des mesures de longueur d'onde du laser asservi sur CH_4 .

MM. Nicolau et Gruzniczki (Institut de Métrologie, Bucarest) ont visité le B.I.P.M. le 14 et le 16 septembre 1971; Mr Gruzniczki a fait un stage aux sections d'interférométrie et de mesure des longueurs du 29 novembre au 4 décembre, en même temps que Mr Bouchareine (Institut National de Métrologie, Paris).

MM. J. A. Barnes et D. Halford (N.B.S., Boulder), se sont spécialement intéressés aux problèmes communs aux étalons de longueur et de fréquence (17 septembre 1971).

MM. G. Cerutti et L. Cannizzo (Istituto di Metrologia G. Colonnetti, Turin) ont fait plusieurs stages de longue durée depuis le 28 septembre 1971 à la section de gravimétrie pour la mise au point d'un gravimètre transportable.

Mr R. Loevinger (N.B.S., Washington) est venu le 7 octobre 1971 discuter des résultats des mesures d'exposition, de puissance et d'activité faites au B.I.P.M. et au N.B.S.

MM. A. Horsfield et B. W. Petley (N.P.L., Teddington) ont discuté, du 20 au 22 octobre 1971, de l'utilisation de l'effet Josephson pour la conservation du volt.