

COMITÉ INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES

PROCÈS-VERBAUX

DES SÉANCES

2^e SÉRIE. — TOME 30

51^e SESSION — 1962

(2-5 octobre)



PARIS

GAUTHIER-VILLARS & C^{ie}

IMPRIMEUR-ÉDITEUR DU BUREAU INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES

55, Quai des Grands-Augustins.

AVERTISSEMENT HISTORIQUE

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

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

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

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

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

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

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

(1) Au 31 décembre 1962, trente-neuf États sont membres de cette Convention : Allemagne, Amérique (É.-U. d'), Argentine (Rép.), Australie, Autriche, Belgique, Brésil, Bulgarie, Canada, Chili, Corée, Danemark, Dominicaine (Rép.), Espagne, Finlande, France, Hongrie, Inde, Indonésie, Irlande, Italie, Japon, Mexique, Norvège, Pays-Bas, Pologne, Portugal, République Arabe Unie, Roumanie, Royaume-Uni, Suède, Suisse, Tchécoslovaquie, Thaïlande, Turquie, U. R. S. S., Uruguay, Vénézuéla, Yougoslavie.

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.

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

Les Comités Consultatifs, dont la présidence est généralement confiée à un Membre du Comité International, ont un règlement commun (*Procès-Verbaux C. I. P. M.*, 1952, 23-A, p. 108); ils sont composés d'un délégué de chacun des grands Laboratoires métrologiques nationaux, de représentants d'Organisations et d'Instituts spécialisés et de spécialistes nominativement désignés. Ces Comités tiennent leurs sessions selon une périodicité irrégulière; ils sont actuellement au nombre de six :

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

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

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

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

LISTE DES MEMBRES

DU

COMITÉ INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES

AU 5 OCTOBRE 1962

Président

1. R. VIEWEG, Membre du Conseil de la Physikalisches-Technische Bundesanstalt, Dachsbergweg 6, *Darmstadt*.

Vice-Président

2. L. E. HOWLETT, Directeur, Division of Applied Physics, National Research Council, Sussex Drive, *Ottawa 2*, Ontario.

Secrétaire

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

Membres

4. A. V. ASTIN, Directeur, National Bureau of Standards, *Washington 25*, D. C.
5. H. BARRELL, Superintendent, Standards Division, National Physical Laboratory, *Teddington*, Middlesex.
6. G. D. BOURDON, Directeur de la Chaire de Métrologie, Institut des Instruments et Machines-outils, Leninski prosp. 9b, *Moscou V 49*.
7. G. CASSINIS, Président de l'Accademia Nazionale dei Lincei, Commissione Geodetica Italiana, Piazza Leonardo da Vinci 32, *Milano*.
8. A. DANJON, Membre de l'Institut, Directeur de l'Observatoire de Paris, 61 avenue de l'Observatoire, *Paris (14^e)*.

9. T. ISNARDI, Professeur à l'Université, Calle Arcos 1901, *Buenos Aires*.
10. C. KARGATCHIN, Chef de Section honoraire, Ministère du Commerce, Marticeva 31, *Zagreb*.
11. J. NUSSBERGER, École Tchèque des Hautes Études Techniques, Institut de Physique, (C.V.U.T.), Karlovo 13, *Praha II*.
12. J. M. OTERO, Président, Centro Nacional de Energia Nuclear « Juan Vigon », Ciudad Universitaria, *Madrid*.
13. M. SANDOVAL VALLARTA, Commission Nationale de l'Énergie Nucléaire, Insurgentes Sur 1079, *Mexico* 18, D. F.
14. J. STULLA-GÖTZ, Wirkl. Hofrat, Bundesamt für Eich-und Vermessungswesen, Arltgasse 35, *Wien XVI*.
15. Y. VÄISÄLÄ, Professeur à l'Université, Puolalanpuisto 1, *Turku*.
16. Z. YAMAUTI, Professeur à l'Université de Keio, 1, Iogi-2-chome, Suginami-ku, *Tokyo*.
17. ...
18. ...

Membres honoraires

1. L. DE BROGLIE, de l'Académie Française, Secrétaire Perpétuel de l'Académie des Sciences, 94 rue Perronet, *Neuilly-sur-Seine*.
 2. N. A. ESSERMAN, 1, Wallangra Road, *Dover Heights*, N.S.W.
 3. R. H. FIELD, 32 Highgate Gardens, *St. Michael* (Barbados, B. W. I.).
 4. M. SIEGBAHN, Directeur, Nobelinstitutet för Fysik, *Stockholm* 50.
-

LISTE DU PERSONNEL

DU

BUREAU INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES

AU 1^{er} JANVIER 1963

<i>Directeur</i>	J. Terrien
<i>Chercheur principal</i>	A. Allisy
<i>Adjoints</i>	A. Bonhoure, J. Bonhoure, P. Carré, G. Leclerc, V. Naggiar, J. C. Roy, A. Rytz
<i>Savant métrologiste en stage</i> ..	M. Bykov
<i>Administrateur-comptable</i>	A. Jeannin
<i>Chef de Travaux</i>	H. Moreau
<i>Assistants</i>	P. Bréonce, G. Girard, J. Hamon, L. Lafaye, A. Sakuma
<i>Technicien</i>	C. Colas
<i>Secrétaires-dactylographes</i>	M ^{me} C. Babolat, M ^{lles} R. Coutin, D. Guégan, M ^{mes} B. Petit, P. du Vachat
<i>Calculateurs</i>	J.-M. Chartier (en congé), R. Czerwonka, C. Garreau, F. Lesueur, G. Loric
<i>Mécaniciens</i>	Jacques Diaz, C. Gilbert, R. Hanoq, J. Leroux, R. Michard
<i>Agent d'entretien</i>	A. Martins-Rodriguez
<i>Gardiens</i>	José Diaz, L. Lecoufflard
<i>Directeur honoraire</i>	Ch. Volet

ORDRE DU JOUR DE LA SESSION

Ouverture de la session; quorum.

Nomination de la Commission Administrative.

Rapport du Secrétaire du Comité.

Remplacement du Secrétaire démissionnaire.

Section des Radiations ionisantes : terrain; projets des nouveaux laboratoires; personnel; activité.

Rapport du Directeur du Bureau International.

Rapport de la Commission Administrative (personnel scientifique; statut). Budget 1963.

Rapports des Comités Consultatifs et Commission :

 Photométrie (5^e session).

 Thermométrie (6^e session).

 Système d'Unités.

Composition et prochaines sessions des Comités Consultatifs.

 Étude d'un nouveau règlement.

Visite du dépôt des Prototypes métriques.

Propositions et Questions diverses.

51^e SESSION (OCTOBRE 1962)

PROCÈS-VERBAUX DES SÉANCES

TENUES AU BUREAU INTERNATIONAL

Présidence de Mr R. VIEWEG

Le Comité International a tenu six séances les mardi 2, mercredi 3, jeudi 4 et vendredi 5 octobre 1962.

Étaient présents : MM. VIEWEG, ASTIN, BARRELL, DE BOER, BOURDOUN, CASSINIS ⁽¹⁾, DANJON, HOWLETT, NUSSBERGER ⁽¹⁾, OTERO, STULLA-GÖTZ, TERRIEN, VÄISÄLÄ ⁽¹⁾, YAMAUTI.

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

Secrétaire : Mr MOREAU (Bureau International).

MM. Astin et Bourdoun étaient accompagnés de leurs interprètes respectifs : MM. WAIT et ASTROV.

Excusés : Mr SANDOVAL VALLARTA. Un message de sympathie a été envoyé à Mr KARGATCHIN qui n'a pu assister à cette session pour raison de santé.

Absent : Mr ISNARDI.

Le quorum étant atteint, Mr le PRÉSIDENT ouvre la première séance en souhaitant la bienvenue à ses Collègues et notam-

⁽¹⁾ Mr CASSINIS n'a pu assister qu'aux quatre premières séances (2, 3 et 4 octobre). Mr NUSSBERGER était présent à partir de la troisième séance (3 octobre). Mr VÄISÄLÄ était absent à la cinquième séance (4 octobre).

ment à Mr Volet que tous les Membres sont heureux de revoir ici. Il adresse ses félicitations à Mr Stulla-Götz récemment élu président du Comité International de Métrologie Légale. La présence d'un Membre du Comité International des Poids et Mesures à la présidence du Comité International de Métrologie Légale resserrera encore plus les liens de collaboration entre ces deux organisations intergouvernementales.

Mr N. A. ESSERMAN, élu membre du Comité en octobre 1954, a donné sa démission par lettre en date du 8 février 1962. Atteint par la limite d'âge, Mr Esserman a quitté son poste de directeur du National Standards Laboratory d'Australie, et il ne peut plus maintenant assister aux travaux du Comité où sa présence avait permis de prendre un contact plus direct avec les métrologistes du continent d'Australasie. Le Comité regrette le départ d'un Collègue dont les qualités ont été vivement appréciées; à l'unanimité il nomme Mr Esserman membre honoraire du Comité International.

M. G. Roš, membre honoraire depuis 1954, est décédé en mai 1962; sa carrière scientifique est évoquée plus loin (p. 135). M. G. Roš fut un grand ami du Bureau International et notamment le promoteur, au nom de la Délégation suisse à la Neuvième Conférence Générale des Poids et Mesures (1948), du « Don unique » qui procura au Bureau des ressources financières supplémentaires pour le développement de son équipement scientifique au lendemain de la Seconde Guerre mondiale. En hommage à sa mémoire, le Comité se recueille quelques instants.

L'Ordre du Jour proposé est adopté. La *Commission Administrative* est constituée comme suit :

MM. DE BOER (Président), BARRELL (Rapporteur), ASTIN, CASSINIS, NUSSBERGER, STULLA-GÖTZ. (Mr BOURDOUN, présent, a demandé que Mr NUSSBERGER soit désigné à sa place.)

Le Comité estime que la Commission des Travaux à laquelle assistaient pratiquement tous les Membres du Comité, n'a plus de raison d'être; la discussion des travaux du Bureau International, qui est l'une des tâches principales du Comité, aura lieu désormais en séance plénière.

Le Secrétaire du Comité, Mr CASSINIS, donne lecture de son Rapport.

RAPPORT DU SECRÉTAIRE DU COMITÉ

Rapport moral

pour la période du 1^{er} octobre 1961 au 31 août 1962.

Rapport financier

pour la période du 1^{er} septembre 1960 au 31 août 1962.

Membres du Comité. — Mr N. A. ESSERMAN, qui siégeait parmi nous depuis octobre 1954, ayant dû se retirer de sa fonction de Directeur du National Standards Laboratory de Sydney à cause de la limite d'âge, est au regret d'offrir sa démission de Membre du Comité, car il n'a plus la possibilité de participer aux réunions d'une façon régulière.

Mr Ch. VOLET, ancien Directeur du Bureau International, en retraite depuis la fin de 1961, a été nommé Directeur honoraire par décision prise à la 50^e session du Comité en octobre 1961; nous espérons donc avoir le plaisir de le revoir à nos réunions.

Mr J. TERRIEN, Directeur depuis le 1^{er} janvier 1962, siégera désormais de plein droit parmi nous.

J'ai le regret de vous rappeler que M. G. Roš, entré au Comité en 1933, Membre honoraire depuis octobre 1954, est décédé le 30 mai 1962 à Zürich; nos condoléances ont été télégraphiées à M^{me} Roš.

Bureau du Comité. — Le bureau du Comité, en cette période d'extension des activités du Bureau International, a tenu plusieurs réunions : du 10 au 13 décembre 1961 à Milan où j'ai eu le plaisir de l'inviter dans ma ville; au Pavillon de Breteuil le 4 janvier 1962 à la prise de fonction du nouveau Directeur; du 10 au 13 avril 1962 à Braunschweig à l'occasion de la présence simultanée de plusieurs d'entre nous aux cérémonies du 75^e anniversaire de la Physikalisch-Technische Bundesanstalt; à Paris le 18 mai pour une démarche officielle auprès du Directeur de Cabinet du Ministère des Affaires Étrangères de France. De plus, notre Président Mr VIEWEG est venu au Pavillon de Breteuil à plusieurs reprises (14 novembre 1961, 21 février et 3 juillet 1962) pour suivre de près les affaires les plus urgentes.

Les sujets discutés au cours de ces réunions seront exposés à cette session; les principaux concernent : l'extension de terrain dans l'allée du Mail du Parc de Saint-Cloud, les plans des laboratoires à construire, les élections au Comité, le budget, l'entretien des bâtiments, le statut du personnel, le règlement des Comités Consultatifs et des Groupes de travail, et enfin les nominations au grade d'adjoint qui devront être confirmées par un vote au scrutin secret conformément à l'article 17 du Règlement annexé à la Convention du Mètre.

Le souci le plus grave du bureau du Comité a été de hâter la décision du Gouvernement français qui doit permettre d'entreprendre la construction des nouveaux laboratoires.

Comités Consultatifs et Groupes de travail. — Le Comité Consultatif de Photométrie a tenu sa 5^e session du 14 au 16 mai 1962 sous la présidence de Mr Otero; le Comité Consultatif de Thermométrie a tenu sa 6^e session sous la présidence de Mr de Boer les 26 et 27 septembre 1962. Leurs rapports vous seront présentés et commentés.

Deux des Groupes de travail du Comité Consultatif pour les Étalons de Mesure des Radiations Ionisantes se sont réunis au Pavillon de Breteuil : celui des Doses d'exposition les 28 et 29 mars 1962 sous la présidence de Mr Wyckoff, celui des Radionuclides les 30 et 31 mars 1962 sous la présidence de Mr Aten.

Un Groupe de travail a été créé par le Comité Consultatif de Photométrie, pour l'étude détaillée de l'étalon primaire photométrique; Mr Sanders, du National Research Council d'Ottawa, a été désigné provisoirement comme président en attendant la ratification du Comité International. Ce Groupe a adopté un programme de travail lors d'une première réunion le 16 mai 1962.

États adhérents à la Convention du Mètre. — L'Indonésie, dont l'adhésion avait été notifiée officiellement le 30 septembre 1960, a acquitté le 7 février 1962 sa cotisation d'entrée et sa cotisation pour l'année 1961.

Le nombre des États participants reste de 38.

Don de la Ford Foundation. — Ce don très généreux d'un montant de 32 500 dollars, soit 99 480 francs-or, reçu en octobre 1960, a permis au Comité International d'entamer sans retard le programme, adopté par la Onzième Conférence Générale des Poids et Mesures, de la création d'une nouvelle Section pour les étalons de mesure des radiations ionisantes. On a pu ainsi, dès le début de l'année 1961, engager deux physiciens hautement qualifiés et leur fournir les premiers moyens de travail.

Versements des États. — Les versements effectués par les États jusqu'au 31 août 1962 au titre des exercices 1961 et antérieurs sont satisfaisants, en particulier quant à la reprise de ses paiements par l'Uruguay dont les contributions ont, de ce fait, cessé d'être réparties entre les autres États.

Il serait prématuré de formuler une opinion d'ensemble sur l'encaissement des contributions ordinaires et exceptionnelles fixées à partir de l'année 1962 par la Onzième Conférence Générale. Je dois néanmoins signaler, en exprimant notre gratitude à ces États, qu'en acquittant par anticipation en 1961 leurs premières contributions exceptionnelles, l'Australie, l'Autriche, le Canada, le Danemark et la Thaïlande nous ont libérés de toute préoccupation de trésorerie pour l'installation progressive de la Section des radiations ionisantes.

Indications financières. — Le tableau ci-dessous donne la situation de l'actif du Bureau International en francs-or, au 1^{er} janvier des années suivantes.

	1959	1960	1961	1962
Fonds ordinaires.....	174 406,99	258 110,45	221 845,87	108 187,24
Caisse de Retraites....	40 108,60	32 508,73	27 648,11	55 522,03
Fonds spécial pour l'amélioration du matériel scientifique.	68 325,00	71 887,00	16 876,36	12 061,33
Laboratoire pour les radiations ionisantes.	-	-	95 449,71	80 189,94
TOTAUX	282 840,59	362 506,18	361 820,05	255 960,54

La baisse notable, au 1^{er} janvier 1962, de l'avoir des « Fonds ordinaires » (précédemment désignés « Fonds disponibles ») souligne à quel point était devenu indispensable et urgent le relèvement de la dotation du Bureau International, même si l'on n'avait considéré que le maintien de ses activités classiques.

En regard d'une parité officielle maintenue à 1,612 93 nouveau franc français pour un franc-or, l'élévation persistante du niveau général des prix en France : 2,89 en décembre 1961 contre 2,62 en décembre 1959 sur la base 1 en 1914, n'a pas cessé d'amoindrir les moyens financiers du Bureau International.

Mr CASSINIS rappelle ensuite qu'il désire, ainsi qu'il l'a demandé dans sa lettre du 11 décembre 1961, être déchargé de ses fonctions de Secrétaire du Comité qu'il remplit depuis 1952. Les nouvelles tâches qui lui incombent maintenant en Italie ne lui permettent plus de se consacrer aussi activement aux problèmes de plus en plus nombreux que le bureau du Comité doit étudier. Il remercie tous ceux qui l'ont aidé dans son travail qui lui a procuré bien souvent des satisfactions, et il est heureux de pouvoir rester à la disposition du Comité comme membre.

Pour remplacer le Secrétaire démissionnaire, le bureau du Comité a proposé Mr de Boer. En séance, Mr BOURDOUN approuve ce choix. Le vote à bulletins secrets donne le résultat suivant :

Nombre de votants.....	13
Mr DE BOER.....	12 voix
Bulletin blanc.....	1

Mr le PRÉSIDENT félicite vivement Mr de Boer de cette élection à l'unanimité. Il exprime à Mr Cassinis ses chaleureux remerciements pour le travail qu'il a accompli depuis dix années comme Secrétaire du Comité, où ses qualités humaines, de savant et d'habile négociateur, ont été particulièrement appréciées de tous ses Collègues (*Applaudissements*).

Terrain pour les nouveaux laboratoires.

Le Comité est informé des nouvelles démarches, dont certaines toutes récentes, effectuées auprès des Ministères français par son Président, par son bureau et par le Directeur du Bureau International depuis la session d'octobre 1961, afin d'obtenir l'extension de terrain demandée dans l'allée du Mail du Parc de Saint-Cloud.

Le Comité approuve à l'unanimité ces démarches qui n'ont malheureusement pas encore permis de mettre à exécution la Résolution 2 de la Onzième Conférence Générale des Poids et Mesures. Seul un accord de principe a été obtenu jusqu'ici et quelques sondages préliminaires du sol ont été autorisés à l'emplacement prévu pour la construction.

Le Comité considère qu'après deux années de pourparlers il ne lui est plus permis de patienter davantage. Il examine en conséquence les moyens d'action à employer au cas où un engagement formel et inconditionnel, autorisant la construction des nouveaux laboratoires sur la parcelle de terrain demandée, ne serait pas obtenu dans un bref délai. A l'unanimité, le Comité charge son bureau de le tenir informé de la situation afin de pouvoir décider, si nécessaire, la convocation d'une Conférence Générale extraordinaire pour rendre compte aux États membres de la Convention du Mètre de l'impossibilité dans laquelle il se trouve de poursuivre la mission qui lui a été confiée en 1960.

Au cours de la session, Mr le PRÉSIDENT communique une lettre, en date du 2 octobre 1962, du Ministre d'État chargé des Affaires Culturelles; cette lettre donne les assurances d'un règlement rapide de cette affaire.

Projets des nouveaux laboratoires.

Les plans de construction sont présentés et A. Allisy (Bureau International) donne quelques indications sur les aménagements des divers laboratoires prévus. Ces plans ont été établis compte tenu du relief du sol, du site à respecter dans le Parc de Saint-Cloud et des conditions à satisfaire pour les laboratoires, d'après les propositions des experts des Groupes de travail du Comité Consultatif pour les Étalons de Mesure des Radiations Ionisantes (C. C. E. M. R. I.) et avec l'aide des spécialistes de plusieurs Laboratoires nationaux, notamment de Mr Garrett du National Research Council d'Ottawa.

Actuellement, aucune indication précise ne peut être donnée sur le coût de ces nouveaux laboratoires et de leur équipement. Il est prévu que Mr Astin, Président du C. C. E. M. R. I., se joindra au bureau du Comité lors de l'examen des contrats.

Rapport du Directeur (p. 35)

Mr TERRIEN, Directeur du Bureau International, commente les principaux points des chapitres I et II de son Rapport.

Les engagements de personnel (p. 35) portent sur 14 personnes, dont 9 pour la nouvelle Section des radiations ionisantes.

Les principaux travaux effectués dans les bâtiments (p. 37) se rapportent à l'aménagement de laboratoires et bureaux provisoires pour la Section des radiations ionisantes, à l'appartement du Directeur, à l'atelier de mécanique, à la réfection de bureaux et à l'installation d'une nouvelle chaudière automatique et d'une soute à charbon unique pour le chauffage du Grand et du Petit Pavillon.

Travaux métrologiques et scientifiques.

Le personnel scientifique du Bureau expose l'essentiel des travaux effectués depuis septembre 1960.

Pour la Section des *radiations ionisantes*, A. Allisy et ses collaborateurs, V. Naggiar, A. Rytz, J. C. Roy, donnent des informations sur les premiers travaux effectués dans les domaines suivants : Rayons X, Radionuclides, Mesures neutroniques (p. 40), ainsi que sur les travaux projetés dans un proche avenir.

Le Comité constate avec satisfaction les débuts remarquables de cette nouvelle Section qui a déjà effectué des travaux importants dans un délai aussi court.

En réponse à des observations de Mr BOURDOUN, Mr le PRÉSIDENT confirme que les travaux et les recherches de la Section des radiations ionisantes seront orientés vers les questions en relation avec les unités, les étalons et les comparaisons internationales, dans le même esprit que pour les autres Sections plus anciennes du Bureau International; ces travaux devront assurer au Bureau, sur le plan international, l'autorité incontestée que la Conférence Générale des Poids et Mesures de 1960 a voulu lui donner dans le domaine des étalons de mesure des radiations ionisantes. Sur ce point, les relations du Bureau International avec l'Agence Internationale de l'Énergie Atomique sont maintenant bien définies et reconnues.

Mr BOURDOUN souhaiterait que les rapports d'activité de la Section des radiations ionisantes, indépendamment des rapports des comparaisons internationales, soient diffusés chaque année aux Laboratoires nationaux. Ce désir sera facilement satisfait, car le Comité continuera vraisemblablement

à se réunir tous les ans, et il est admis que le Directeur devra présenter un Rapport à chaque session, et non plus tous les deux ans.

En *gravimétrie*, une nouvelle détermination absolue de g est en cours, après les déterminations déjà faites au Bureau par la méthode de la chute libre dans le vide d'une règle divisée (Ch. Volet, 1952 et Å. Thulin, 1958). La nouvelle détermination repose sur le principe de la méthode dite des « deux stations » proposée par Ch. Volet; le corps lancé dans le vide est un trièdre de trois miroirs orthogonaux dont le passage à deux stations fixes, distantes d'environ 0,4 m, est détecté par des observations interférométriques. A. Sakuma expose l'état actuel de ces travaux et les difficultés qu'il a été amené à résoudre; la précision attendue est de 10^{-7} (p. 49).

P. Carré donne quelques détails complémentaires sur l'étude théorique de la suspension antivibratoire à amortisseurs hydrauliques de la dalle de béton supportant le *comparateur photo-électrique et interférentiel*, ainsi que sur les essais d'un dispositif à contre-réaction électromagnétique qui permet d'exercer une force antagoniste sur un corps suspendu; en cas de besoin, cette méthode serait applicable à la dalle supportant le comparateur (p. 58). La suspension installée donne d'excellents résultats et les franges d'interférence sont stables. Les microscopes photoélectriques et la partie électronique du comparateur seront livrés par la Société Genevoise d'Instruments de Physique probablement avant la fin de 1962.

En *interférométrie* (p. 70), les études ont été poursuivies sur les radiations monochromatiques. Les lampes à Kr 86 ont été plus particulièrement étudiées afin de connaître les corrections à apporter pour obtenir la longueur d'onde idéale de la radiation étalon sans perturbations. Mr TERRIEN estime que la précision de 10^{-9} aujourd'hui accessible n'a peut-être pas encore une signification simple, étant donné les méthodes et les interféromètres différents employés dans les divers laboratoires. Il est nécessaire, pour que cette précision soit pratiquement utilisable, de s'assurer que le profil spectral de la radiation étalon du Kr 86 est suffisamment symétrique. Une étude de cette symétrie a été faite au Bureau International par W. R. C. Rowley du National Physical Laboratory de Teddington.

Un petit interféromètre de Michelson sous incidence de Brewster est présenté au Comité, et son mode d'emploi est exposé par J. Hamon (p. 79). Cet appareil servira à la mesure de l'indice de réfraction de l'air à l'intérieur du caisson contenant le comparateur photoélectrique et interférentiel.

La Section des *mesures de longueur* est toujours aussi active, malgré le changement de la définition du mètre. Plusieurs Mètres nationaux en Pt-Ir ont été étudiés, ainsi que plusieurs règles en alliages divers (G. Leclerc, p. 63). Les demandes d'étude de fils et rubans géodésiques sont toujours nombreuses; des expériences se poursuivent sur la dépression de l'invar et sur l'allongement des fils de 24 m sous traction (98,1 N) prolongée (G. Girard, p. 65).

L'étude du projet de la transformation de la base géodésique de 24 m actuelle en base interférentielle se poursuit; la partie la plus délicate de la mesure semblait être la multiplication par 12 d'un étalon Perot-Fabry de 1 m par l'observation des franges de superposition (p. 82); les essais sur 24 m ont parfaitement réussi.

MM. STULLA-GÖTZ, VÄISÄLÄ, TERRIEN et BARRELL interviennent sur ce dernier point. La méthode interférentielle bien connue de Väisälä est excellente, et probablement la meilleure pour des bases en plein air; mais dans la base en salle fermée du Bureau International, on a pu choisir une méthode qui permet d'employer des étalons optiques existants et qui relie plus directement la longueur de 24 m à la longueur d'onde étalon.

L'activité de la Section des *mesures de masse* (p. 83) est résumée par A. Bonheure. Deux balances, de portée 10 kg et 2 g, et une balance à fil de torsion (20 mg) ont été achetées; leurs qualités sont excellentes. Plusieurs Kilogrammes nationaux en Pt-Ir ont été vérifiés. Certains de ces Kilogrammes, fabriqués de 1938 à 1951 avec l'alliage Pt-Ir du « Comptoir Lyon-Alemand » (Paris), montrent des variations de masse un peu supérieures aux incertitudes de mesure; ces variations pourraient être attribuées à un dégazage imparfait de l'alliage. Des vérifications complémentaires de quelques autres Kilogrammes de la même provenance permettraient de confirmer ou d'infirmer cette hypothèse.

La Section d'*électricité*, confiée à G. Leclerc (p. 88), a continué principalement, en dehors des comparaisons périodiques des

étalons nationaux de force électromotrice et de résistance, les études sur le comportement dans le temps des étalons de résistance de 1Ω en métaux purs. La comparaison internationale circulaire d'étalons de capacité ($0,1 \mu\text{F}$) se poursuit; les premiers résultats obtenus montrent des écarts qui excèdent l'incertitude attribuée à la valeur de ces étalons par chaque Laboratoire national participant; une évolution des étalons semble probable. Il est possible que cette comparaison soit complétée, suivant une proposition du National Bureau of Standards de Washington, par une comparaison d'étalons de plus faible capacité (10 pF), dont la stabilité pourrait être meilleure.

Mr le PRÉSIDENT note à ce sujet la supériorité de la méthode de comparaison « radiale » sur la méthode « circulaire » qui est trop lente. Mr ASTIN est bien du même avis; il souhaiterait que le Bureau International soit équipé pour la mesure des étalons de capacité, afin qu'une comparaison internationale de tels étalons puisse être effectuée au Bureau par la méthode radiale, comme pour les étalons nationaux de force électromotrice et de résistance.

Le travail de la Section de *photométrie* a été principalement la quatrième comparaison des étalons nationaux d'intensité et de flux lumineux. J. Bonhoure en résume les résultats (p. 96).

Mr OTERO souligne le caractère satisfaisant de ces résultats, notamment pour la candela à 2854°K , incluse pour la première fois dans une comparaison internationale, où l'on craignait des écarts plus importants entre les unités nationales.

La Section de *thermométrie* (p. 95) s'équipe actuellement pour réaliser l'Échelle Internationale Pratique de Température dans le domaine des températures moyennes.

A une question de Mr STULLA-GÖTZ sur les thermomètres à mercure de précision en quartz fondu, H. Moreau répond que la fabrication de tels thermomètres n'est pas encore commercialisée. Le Bureau International possède toutefois un lot de tiges capillaires de bonne qualité qui permettraient de fabriquer quelques thermomètres sur demande d'un laboratoire.

Mr TERRIEN attire l'attention du Comité sur les chapitres « Voyages, Visites et Stages » de son Rapport (p. 101). Les voyages et visites du personnel du Bureau à d'autres institutions ont été nombreux, conformément au désir exprimé antérieurement

par le Comité. Parmi les stages importants au Bureau, on doit signaler celui que Mr M. Bykov, savant métrologue de l'U. R. S. S., effectue depuis le 1^{er} septembre 1962 pour une période de deux ans.

Mr le PRÉSIDENT félicite vivement Mr Terrien pour la présentation de son Rapport qui développe le travail accompli par ses collaborateurs auxquels il exprime également tous ses remerciements.

Cet exposé des travaux du Bureau a été suivi d'une visite des laboratoires par les Membres du Comité.

Rapport de la Commission Administrative et Budget pour 1963

La Commission a tenu une séance au Pavillon de Breteuil le 3 octobre 1962 à 10 h 15.

Étaient présents : MM. DE BOER (Président), BARRELL (Rapporteur), ASTIN, CASSINIS, NUSSBERGER, STULLA-GÖTZ, Membres de la Commission. Assistaient à la séance : MM. TERRIEN, YAMAUTI et JEANNIN.

1. *Statut du personnel.* — La Commission a étudié un projet de statut du personnel du Bureau International, dans lequel le système des salaires de base et des augmentations annuelles représente un cadre satisfaisant qui facilitera la fixation des salaires du personnel du Bureau; elle a toutefois recommandé de supprimer le grade 12 des salaires pour les fonctionnaires du deuxième rang scientifique. La Commission a également considéré l'attribution des grades de l'échelle des salaires aux différentes fonctions du Bureau. Toutefois, en ce qui concerne les désignations des quatre rangs scientifiques, un accord n'a pas encore pu être obtenu sur une terminologie satisfaisante. Étant donné la difficulté de prendre une décision sur ce point, la Commission recommande d'ajourner à la session suivante du Comité le choix des désignations définitives. Il est nécessaire d'ajouter que seuls les fonctionnaires des deux rangs supérieurs devront être considérés comme « Adjoints » dans le sens du Règlement annexé à la Convention du Mètre (Art. 17) et que ces fonctionnaires devront donc être nommés par le Comité International au scrutin secret.

2. *Nominations. Promotions.* — La Commission remarque que les nominations, décidées par le Comité International en octobre 1961, de A. Allisy au rang de Chercheur principal et

de V. Naggiar au rang d'Adjoint, doivent être régularisées au scrutin secret.

La Commission recommande de confirmer les engagements comme Adjoints de J. C. Roy et A. Rytz, décidés par le bureau du Comité en 1962, et de promouvoir, sur la proposition du Directeur, P. Carré et J. Bonhoure à ce même rang à partir du 1^{er} janvier 1963.

3. *Rapport du Directeur.* — La Commission propose d'approuver les chapitres I (Personnel) et II (Bâtiments) du Rapport du Directeur (p. 35).

4. *Budget 1963.* — Afin d'obtenir une présentation du budget un peu plus systématique, la Commission propose de diviser le budget des dépenses en quatre chapitres :

- A. Dépenses de personnel.
- B. Dépenses d'exploitation.
- C. Dépenses d'investissement.
- D. Frais divers et imprévus.

Après comparaison des chiffres donnés pour les dépenses effectives en 1961 et de l'estimation des dépenses pour 1962, les renseignements supplémentaires donnés par le Directeur ont montré que les demandes de crédit pour 1963 sont les meilleures estimations qu'on puisse faire pour le moment. A cette occasion, il faut féliciter le Directeur des études minutieuses qu'il a faites concernant le budget de 1963.

En ce qui concerne l'augmentation des dépenses de personnel (Personnel et Caisse de retraites) qui passent de 337 000 francs-or en 1961 à 465 000 francs-or en 1962 et à 590 000 francs-or en 1963, il faut remarquer que jusqu'en mai 1962 le personnel nouveau de la Section des radiations ionisantes a été payé sur le fonds de la Ford Foundation et que, depuis cette date, tous les traitements sont à la charge du budget ordinaire du Bureau. L'augmentation pour 1963 résulte de l'accroissement continu du coût de la vie en France, des augmentations annuelles ordinaires des traitements et des engagements de personnel encore nécessaires en 1963 pour la Section des radiations ionisantes.

Devant la fréquence croissante des réunions du bureau du Comité International et les lourdes charges qui en résultent, la Commission recommande d'ajouter au budget une indemnité, identique à celle du Secrétaire, pour le Président et le Vice-Président du Comité.

La Commission attire l'attention du Comité sur l'accroissement probable d'environ 10 % par an du budget nécessaire pour notre Organisation, qui est limité maintenant par la

fixation de la dotation annuelle à 900 000 francs-or jusqu'en 1967 inclusivement au moins. Il est à prévoir qu'il sera nécessaire de proposer une augmentation de la dotation annuelle aux États membres lors de la Conférence Générale de 1966. En relation avec la situation difficile qui pourrait exister à la fin de la présente période, la Commission recommande la création d'une réserve de 150 000 francs-or sur l'exercice 1962, réserve qu'il est possible de constituer du fait que les dépenses n'absorberont pas dès 1962 la totalité de la nouvelle dotation du Bureau. La Commission recommande de faire une étude précise de l'accroissement probable du budget annuel du Bureau, par comparaison avec la situation existant dans les autres laboratoires et organisations internationales et nationales.

5. *Exercice 1961.* — La Commission recommande de donner décharge officielle au Directeur honoraire (Ch. Volet) et à l'Administrateur-comptable (A. Jeannin), et leur exprime ses vifs remerciements.

Le Rapporteur,
H. BARRELL

Le Président,
J. DE BOER

Sur le point 1 de ce Rapport, Mr le PRÉSIDENT indique que la nouvelle échelle de salaires proposée n'entraînera pour le personnel aucun déclassement par rapport aux salaires actuels.

Pour Mr OTERO, la question de la classification et des titres du personnel scientifique est très délicate. Il faut tenir compte de la faculté imaginative et créatrice de chaque collaborateur, et l'indiquer par une terminologie appropriée.

Sur le point 2, après quelques explications du Directeur, les nominations et promotions proposées par la Commission sont adoptées au scrutin secret à l'unanimité.

Sur le point 4, le Comité estime que l'accroissement des dépenses de personnel et l'augmentation continue du coût de la vie et des dépenses d'équipement du Bureau rendent impossible la fixation d'une dotation pour une période de six années. Mr DE BOER indique qu'on peut prévoir dès maintenant la nécessité d'augmenter la dotation actuelle dans un futur prochain. Le Comité considère que cette question doit retenir spécialement son attention, afin que les décisions appropriées soient proposées à la prochaine Conférence Générale. Par ailleurs, la réserve prévue de 150 000 francs-or ne devrait

pas gêner le développement du Bureau, notamment l'équipement de la Section des radiations ionisantes.

Le Rapport de la Commission Administrative et le budget proposé pour 1963 sont adoptés à l'unanimité.

BUDGET ORDINAIRE POUR 1963 (en francs-or)

RECETTES

Contributions ordinaires des États.....	915 000	} <u>923 000</u>
Intérêts des fonds.....	2 000	
Taxes de vérification.....	6 000	

DÉPENSES

A. *Dépenses de personnel :*

1. Traitements.....	500 000	} 590 000
2. Allocations familiales.....	40 000	
3. Sécurité Sociale.....	7 000	
4. Assurance-accidents.....	3 000	
5. Caisse de Retraites.....	40 000	

B. *Dépenses d'exploitation :*

1. Bâtiments (entretien).....	60 000	} 203 000
2. Mobilier.....	5 000	
3. Laboratoire et Atelier.....	70 000	
4. Chauffage, éclairage, force motrice.....	20 000	
5. Assurances.....	3 000	
6. Impressions et publications.....	15 000	
7. Frais de bureau.....	16 000	
8. Bureau du Comité.....	9 000	
9. Voyages.....	5 000	

C. *Dépenses d'investissement :*

1. Laboratoire.....	80 000	} 86 000
2. Atelier.....	0	
3. Bibliothèque.....	6 000	

D. *Frais divers et imprévus.....* 44 000 44 000

923 000

Mr le PRÉSIDENT donne connaissance d'une lettre de A. Bonheure, Adjoint au Bureau, qui, après cinquante années de service, demande à faire valoir ses droits à la retraite à partir du 1^{er} juin 1963.

Travaux des Comités Consultatifs

Deux Comités Consultatifs se sont réunis récemment : celui de Photométrie, en mai 1962, sous la présidence de Mr Otero, et celui de Thermométrie, en septembre 1962, sous la présidence de Mr de Boer.

Mr OTERO commente le Rapport du *Comité Consultatif de Photométrie* (p. 115), plus particulièrement les résultats de la quatrième comparaison des étalons nationaux d'intensité et de flux lumineux, et signale la création d'un Groupe de travail chargé d'étudier les déterminations absolues de l'étalon primaire. L'attention du Comité est également attirée sur la Recommandation 4 (p. 123) qui a cette particularité d'alléger quelque peu le travail demandé au Bureau International, en le limitant aux étalons photométriques les plus importants.

Les principales conclusions du Rapport du *Comité Consultatif de Thermométrie* (p. 124) sont commentées par Mr DE BOER.

Le Comité approuve la recommandation d'utiliser pour l'usage général l'« Échelle ^3He 1962 » (T_{62}). L'inclusion de cette échelle dans l'Échelle Internationale Pratique de Température ne sera envisagée que plus tard, dans le cadre de la révision de l'Échelle Internationale.

MM. ASTIN et BOURDOUN ont été informés du désir exprimé par le Comité Consultatif de Thermométrie en ce qui concerne la fourniture, dans des buts de recherches thermométriques, d'hélium 3 de fabrication américaine et russe. Tous deux ont promis d'intervenir dans ce sens auprès de leurs organismes nationaux.

Au sujet du coefficient de dilatation du quartz fondu dont il est fait mention dans le Rapport (p. 126), Mr DANJON se demande si des résidus de tensions internes et des traces de cristallisation dans la masse du quartz fondu ne peuvent pas expliquer, dans une certaine mesure, les différences constatées. Le recuit soigné des réservoirs thermométriques en quartz fondu lui paraît également nécessaire.

Compte tenu de ces observations, les Rapports des deux Comités Consultatifs sont approuvés.

Étude d'un nouveau Règlement des Comités Consultatifs.

L'élaboration d'un nouveau règlement pour les Comités Consultatifs avait été décidée à la session d'octobre 1961.

Après un premier échange de vues général sur un projet présenté par son bureau, le Comité a confié l'examen plus détaillé de ce projet à une Commission composée des présidents des six Comités Consultatifs : MM. Astin, de Boer, Bourdoun, Danjon, Howlett et Otero, et présidée par Mr Howlett.

Cette Commission s'est réunie le mercredi 3 octobre 1962. La discussion a porté sur les points suivants :

— Nécessité de limiter le nombre des Laboratoires et des membres spécialistes, afin de n'admettre que des experts actifs, de compétence reconnue, chargés d'élaborer les recommandations qui leur sont demandées par le Comité International. Éviter, dans chaque spécialité, de désigner plus d'un Laboratoire membre dans un même État.

— Formalités d'invitation d'experts qui ne sont pas membres du Comité Consultatif.

— Distinction entre les Groupes de travail *permanents* (que l'on pourrait appeler par exemple *Sous-Comités*) et les Groupes de travail *temporaires* (*ad hoc*) institués pour l'étude d'une question déterminée.

— Délais de convocation et d'envoi des documents.

— Possibilité de tenir des sessions des Comités Consultatifs en dehors du siège du Bureau International.

Le Comité a finalement décidé de charger son bureau de préparer pour la session de 1963 un second projet.

Composition et prochaines sessions des Comités Consultatifs.

Après consultation des présidents des Comités Consultatifs, les prochaines sessions ont été prévues comme suit :

Électricité : fin avril ou début mai 1963. Selon une proposition générale de Mr YAMAUTI, reprise par Mr BOURDOUN, ce Comité Consultatif tiendrait session à titre d'essai à Teddington au N. P. L.

Photométrie : fin 1965 ou début 1966. Les mandats de MM. Plaza et Wright comme membres spécialistes ont été renouvelés pour six ans.

Thermométrie : probablement en 1964.

Définition de la Seconde : vers fin mai 1963, possibilité de sessions annuelles ensuite.

Radiations Ionisantes : avril ou mai 1963, probablement peu après le Comité Consultatif d'Électricité.

Rapport de la Commission du Système d'Unités

La Commission s'est réunie le lundi 1^{er} octobre 1962, à 10 h, au Pavillon de Breteuil. Étaient présents : MM. BOURDOUN (Président), STULLA-GÖTZ (Rapporteur), BARRELL, TERRIEN, VIEWEG, Membres de la Commission. Assistaient à la séance : MM. ASTIN et YAMAUTI. Excusés : MM. DE BOER et CASSINIS. Absent : Mr ISNARDI.

1. *Symbole de l'unité de différence de température.* — La Commission examine la proposition de Mr Stulla-Götz, d'accepter le symbole « 1° » pour l'unité de différence de température. Cette proposition a soulevé des objections au sein de la Commission, particulièrement de la part de Mr Bourdoun, et de Mr de Boer qui avait présenté une Note à ce sujet. Le symbole « 1° » ne convient pas dans un système de grandeurs; en outre, suivant la décision de la Onzième Conférence Générale, l'unité de température thermodynamique dans le Système International est le *degré Kelvin*, symbole °K. Plusieurs organisations internationales ont suivi cette décision, par exemple l'I. S. O., l'U. I. P. P. A., l'U. I. C. P. A. et la C. I. E. De cette décision, Mr de Boer tire la conclusion que le *nom degré Kelvin et le symbole °K peuvent être utilisés aussi bien pour l'intervalle de température (thermodynamique) que pour la température (thermodynamique) elle-même.*

Néanmoins, beaucoup préfèrent supprimer le nom « Kelvin » quand on considère seulement une différence ou un intervalle de température; sur ce point, on rappelle une décision prise par la Neuvième Conférence Générale en 1948 qui a recommandé dans les Remarques annexes à la Résolution 7 : « S'il s'agit, non d'une température, mais d'un intervalle ou d'une différence de température, le mot « degré » doit être écrit en toutes lettres ou par l'abréviation « deg ».

La Commission propose unanimement, d'après la Note de Mr de Boer, que le Comité International recommande :

1° L'unité degré Kelvin (symbole °K) peut être employée aussi bien pour une différence de deux températures thermodynamiques que pour la température thermodynamique elle-même.

2° Si l'on juge nécessaire de supprimer l'indication du nom Kelvin, il est recommandé d'employer le symbole international « deg » pour l'unité de différence de température. (Le symbole « deg » est lu, par exemple : « degré » en français, « degree » en anglais, « gradous » (градус) en russe, « Grad » en allemand, « graad » en hollandais.)

2. *Préfixes des unités.* — Pour répondre aux besoins actuels, Mr Bourdoun propose d'ajouter à la liste des préfixes pour la formation des sous-multiples des unités les préfixes *femto* (f) = 10^{-15} et *atto* (a) = 10^{-18} .

Ces deux préfixes, dérivés des mots danois « femten » (15) et « atten » (18), figurent déjà dans le Document U. I. P. 9 (S. U. N. 61-44) 1961 de l'U. I. P. P. A. et dans quelques normes nationales, par exemple DIN 1301/1962. La Commission accepte cette proposition unanimement.

3. *Tonne.* — Le Bureau International a présenté à la Commission la proposition, émanant d'un correspondant indien, de remplacer le terme *tonne* (t) par *mégagramme* (Mg). Mr Bourdoun remarque en effet qu'il existe dans le SI un multiple de l'unité de masse qui a un nom spécial, la « tonne », et que cette unité est incluse dans les lois métrologiques de presque tous les Pays membres de la Convention du Mètre. Sans méconnaître les arguments avancés à l'appui de la proposition présentée, la Commission est pleinement d'accord avec son Président pour estimer que la terminologie actuelle doit être maintenue.

4. *Unités dérivées SI.* — La Onzième Conférence Générale des Poids et Mesures a recommandé, dans sa Résolution 12, une liste de 27 unités dérivées SI, en laissant libre d'ajouter à l'avenir d'autres unités à cette liste. Deux listes complémentaires d'unités dérivées sont présentées à la Commission : l'une par Mr Stulla-Götz distribuée en août 1962, l'autre par Mr Bourdoun, remise en séance. Ces deux listes contiennent environ un soixantaine d'unités qui correspondent en principe aux Recommandations de l'I. S. O./TC 12 et d'autres organisations compétentes. Les membres de la Commission sont d'avis de limiter la liste des unités dérivées à celles qui sont les plus importantes, particulièrement les unités radiologiques. Le Comité Consultatif pour les Étalons de Mesure des Radiations Ionisantes est prié de préparer une liste des unités dérivées des radiations ionisantes, qui sera soumise à la Commission lors de sa prochaine session en 1963.

Le Rapporteur,
J. STULLA-GÖTZ

Le Président,
G. D. BOURDOUN

Le Comité adopte les conclusions et propositions relatives aux points 1, 2 et 3 de ce Rapport.

Sur le point 4, le Comité estime désirable de limiter ses recommandations aux unités les plus importantes, et de laisser à d'autres organisations le soin d'établir des listes

exhaustives d'unités dérivées. Il est cependant important de fixer les unités radiologiques; le Comité attend les propositions que fera le Comité Consultatif pour les Étalons de Mesure des Radiations Ionisantes.

Visite du Dépôt des Prototypes métriques

Procès-Verbal

Le 5 octobre 1962, à 11 h, en présence des Membres du Comité International des Poids et Mesures assistant à la séance de ce jour 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 et dont l'une reste confiée au Directeur du Bureau, Mr J. TERRIEN, tandis que la deuxième, déposée aux Archives Nationales, était apportée par Mr DURYE, et la troisième aux mains du Président du Comité International, Mr R. VIEWEG.

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 thermomètres placés dans le coffre-fort :

Température actuelle.....	18,6°C
» maximale.....	19,0
» minimale.....	18,0

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

Le Directeur du Bureau,
J. TERRIEN

Le Président du Comité,
R. VIEWEG

Propositions et questions diverses

Carbone 14.

Mr ASTIN présente, sur la suggestion de la « Fifth Radiocarbon Dating Conference » (Cambridge, juillet 1962), une proposition visant à charger le Bureau International et le Comité Consultatif pour les Étalons de Mesure des Radiations Ionisantes de coordonner les travaux sur la meilleure valeur de la période du carbone 14. Cette proposition, envisagée favorablement par le Comité, sera étudiée plus en détail par le C. C. E. M. R. I.

Proposition de création d'une nouvelle revue métrologique.

Mr HOWLETT soumet au Comité la proposition de créer une nouvelle revue métrologique bilingue (avec résumés des

articles en plusieurs langues), où seraient publiés les principaux travaux du Bureau International et des laboratoires métrologiques. Mr HOWLETT estime que cette revue, éditée sous le contrôle du Comité International et du Bureau International, permettrait de mieux faire connaître les travaux du Bureau, du Comité et de ses Comités Consultatifs, et d'éviter la dispersion dans de nombreuses revues des travaux des laboratoires métrologiques.

Cette proposition a retenu l'attention du Comité et un premier échange de vues général a porté sur les points suivants : nécessité de diffuser davantage les principes et les travaux de haute métrologie, nombre de lecteurs, choix des articles, comité de rédaction et problèmes d'édition, répercussion sur les publications actuelles du Bureau International, etc. En conclusion, le Comité a chargé Mr Howlett, assisté des autres présidents des Comités Consultatifs (MM. Astin, de Boer, Bourdoun, Danjon, Otero), de Mr Barrell et de Mr Terrien, d'étudier plus en détail ce projet de revue métrologique pour laquelle Mr OTERO a suggéré le nom d' « Archives de métrologie scientifique ».

Relations avec les organisations internationales.

Mr STULLA-GÖTZ, président de l'Organisation Internationale de Métrologie Légale, expose brièvement la situation présente de cette Organisation fondée en 1956 et qui compte actuellement 33 États membres et 7 États correspondants. Il donne quelques indications sur la nature des travaux (centralisés et décentralisés) de l'Organisation et conclut en renouvelant ses assurances de maintenir avec le Comité et le Bureau International des relations de confiance et étroite collaboration.

Élections au Comité International.

Un échange de vues a eu lieu sur les candidats proposés pour pourvoir aux deux vacances actuelles. Les élections se feront par correspondance, conformément aux dispositions de la Convention du Mètre.

Accord de siège.

Les négociations pour l'établissement d'une convention entre le Gouvernement français et le Comité International (Résolution 15 de la Onzième Conférence Générale) se pour-

suivent. Aucun fait nouveau important n'est à signaler dans ces négociations qui se montrent de longue durée.

Système gravimétrique de référence.

Plusieurs déterminations absolues de g commencées ces dernières années n'étant pas terminées, le Comité International s'en tient aux termes de la Résolution 11 de la Onzième Conférence Générale des Poids et Mesures, c'est-à-dire conserver encore provisoirement le Système gravimétrique dit de Potsdam.

Cette prise de position a été communiquée à l'Association Internationale de Géodésie, en réponse à sa lettre du 29 septembre 1962 qui sollicitait l'avis du Comité International sur la révision des constantes numériques entrant dans la formule internationale de la pesanteur (formule de Cassinis) adoptée par cette Association en 1931.

Convention du Mètre.

La recommandation adoptée en mars 1961 par la Commission pour la révision de la Convention du Mètre (*Procès-Verbaux C. I. P. M.*, 29, 1961, p. 29-33), a été portée à la connaissance des Gouvernements des États membres en mars 1962 par la voie normale du « Rapport annuel 1961 » (p. 15). Cette communication n'a donné lieu à aucune observation de la part des Gouvernements.

Un nouveau tirage du texte de la Convention du Mètre a été fait en 1962, avec annotations concernant les décisions de la Onzième Conférence Générale des Poids et Mesures (octobre 1960).

Publications du Bureau International.

Le Comité a noté avec satisfaction la sortie de presse de plusieurs publications éditées par les soins du Bureau (p. 98). L'impression des travaux du Comité, des six Comités Consultatifs et du Bureau, représente maintenant un travail de plus en plus important; il apparaît nécessaire de chercher les moyens pour alléger ce travail et réduire les délais d'impression. La rédaction de procès-verbaux simplifiés pour les sessions du Comité International et la suppression de ceux des Comités Consultatifs (remplacés par le Rapport au Comité International) sont un premier pas dans cette voie.

Avant la clôture de la session Mr TERRIEN fait la déclaration suivante :

Pour la première fois, je me présente au Comité International dans la fonction de Directeur. Il me semble important que je lui dise vers quelles destinées, à mon avis, le Bureau International doit être dirigé.

Les créateurs du Bureau ont fondé un Bureau International des Poids et Mesures « scientifique et permanent » (Article premier de la Convention du Mètre). J'admire leur clairvoyance. De plus en plus, les étalons des mesures physiques, leur définition, leur emploi, sont le fruit d'un travail *scientifique*. De plus en plus, il est évident que cette œuvre nécessite un effort soutenu, et de préférence par un groupe de personnes dont c'est le souci *permanent*. Le devoir du Bureau International est donc de développer son caractère scientifique et de conserver un personnel stable.

De plus, le Bureau International se distingue des autres établissements scientifiques par les missions dont les États l'ont chargé. La première mission fut la fabrication et l'étude des prototypes internationaux du mètre et du kilogramme. Les États ont créé ce Bureau afin d'y trouver un point de départ commun pour les mesures de longueur et de masse. La référence de départ étant la même, toutes les mesures sont devenues cohérentes dans le monde. Depuis lors, les mesures physiques se sont multipliées, se sont étendues à une échelle plus vaste, ont progressé en précision, obligeant même à changer la définition de certaines unités. Mais si l'on remonte vers le sommet de la hiérarchie des étalons, on doit trouver un petit nombre de points de départ desquels découlent toutes les mesures physiques. Quelle que soit l'évolution passée ou future, il me semble clair que la raison d'être du Bureau International est et restera, comme à sa naissance, de concentrer son action sur ces points de départ, en vue d'assurer l'uniformité des mesures dans le monde et d'améliorer leur qualité.

La mission essentielle du Bureau International étant ainsi définie, il en résulte à mon avis des conséquences pratiques.

Le Bureau International, qui est un petit établissement scientifique, comparé à maints laboratoires de l'époque actuelle, peut rester petit pourvu que les points de départ dont j'ai parlé soient choisis judicieusement. Il doit même résister à la tentation naturelle et facile de disperser son action vers des mesures secondaires.

Mais il est indispensable qu'il grandisse par sa valeur scientifique, afin qu'il sache choisir ces points de départ à bon escient, et qu'il sache découvrir de nouveaux points de départ plus précis ou plus universels.

Si le personnel des cadres du Bureau International est bien pénétré de ce qui est son rôle essentiel, s'il possède les aptitudes scientifiques les plus élevées et les connaissances étendues qui sont nécessaires pour ce rôle, je suis persuadé que le Bureau International rendra au monde les meilleurs services qu'il soit en son pouvoir de lui donner.

Telles sont, Monsieur le Président, Messieurs et chers Collègues, les idées générales qui guideront l'orientation de mon travail, si vous voulez bien les approuver.

Par applaudissements, le Comité approuve unanimement cette ligne de conduite du Directeur du Bureau International.

Mr le PRÉSIDENT exprime ses remerciements à ses Collègues et les consulte sur la date de la session suivante qui est fixée, après discussion, du 1^{er} au 4 octobre 1963.

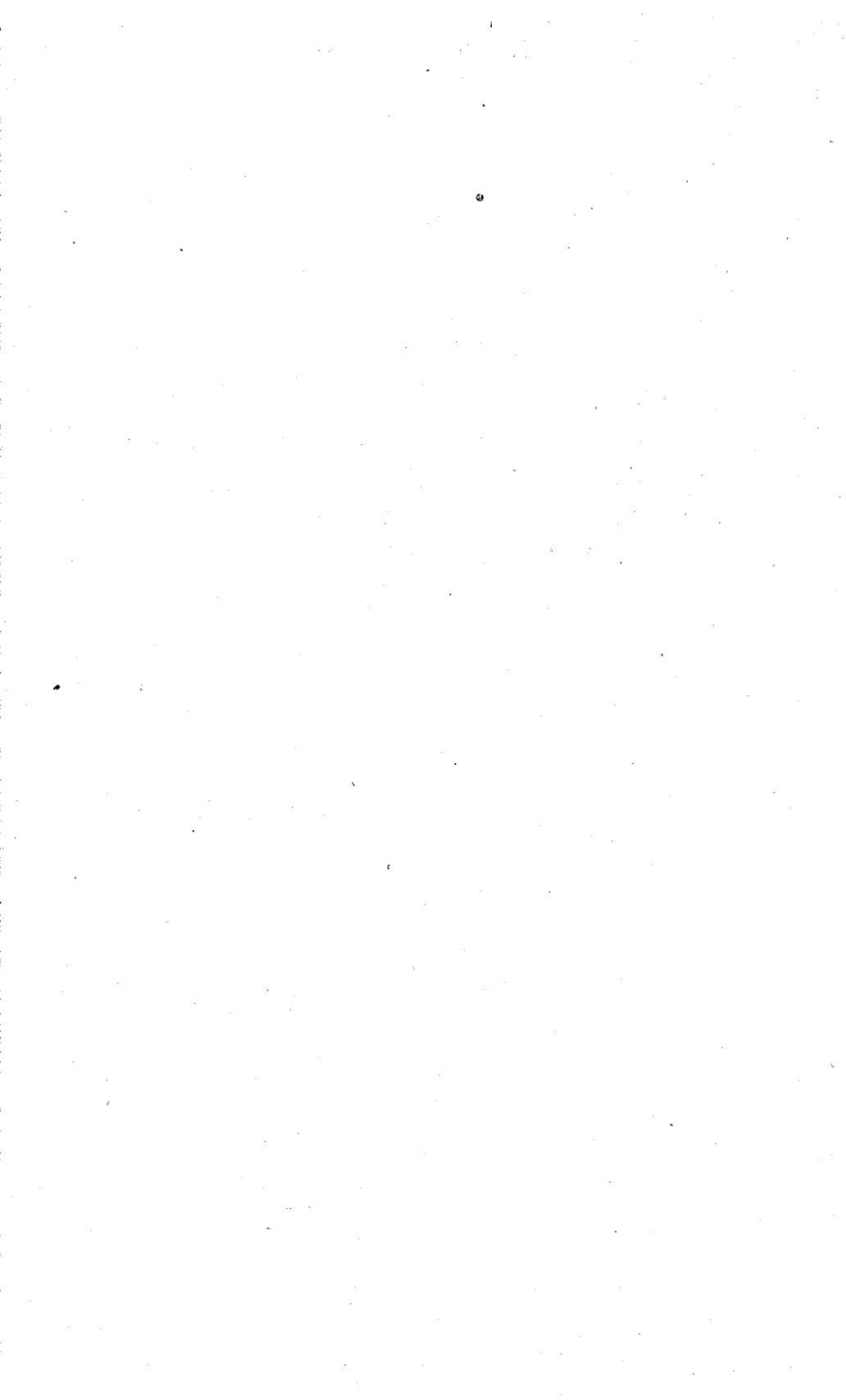
* * *

A l'issue de la dernière séance, le Comité International a marqué par une petite manifestation le cinquantième anniversaire de l'entrée de Mr A. Bonhoure au Bureau International.

Évoquant la carrière métrologique de A. Bonhoure qui est chargé de la mesure des fils géodésiques et plus spécialement depuis 1936 des mesures sur les Kilogrammes prototypes et les étalons de masse, Mr le PRÉSIDENT note le rôle que joue la balance dans la vie humaine et la fierté qu'un métrologiste peut ressentir d'avoir travaillé avec cet instrument important qui garde la valeur d'un symbole.

Au nom du Comité International, Mr le PRÉSIDENT remercie A. Bonhoure de ses dévoués services au Bureau et il lui exprime ses félicitations et ses meilleurs souhaits de bonne santé pour une heureuse retraite prochaine.

Mr A. Bonhoure, très touché de ces marques de sympathie, remercie le Comité pour la bienveillance qu'il lui a toujours témoignée. Ce n'est pas sans regret qu'il va quitter ses collègues et le Bureau où, depuis son entrée en 1912, il a eu l'honneur de connaître d'éminents membres du Comité International et de travailler sous les ordres des anciens Directeurs, aujourd'hui disparus, J.-R. Benoit, Ch.-Éd. Guillaume et A. Pérard, dont les noms restent attachés au développement du Bureau International et de la métrologie scientifique.



RAPPORT DU DIRECTEUR

SUR L'ACTIVITÉ ET LA GESTION DU BUREAU INTERNATIONAL.

(1^{er} Septembre 1960 — 1^{er} Septembre 1962)

I. — PERSONNEL

Cette période de deux ans est caractérisée par un relèvement important de l'effectif du personnel, notamment du personnel scientifique qualifié : trois départs contre quatorze engagements, dont neuf destinés principalement ou totalement au travail sur les radiations ionisantes.

Départs. — Après onze années de direction qui ont été marquées par des développements importants dans les activités du Bureau, Ch. VOLER a pris sa retraite le 31 décembre 1961 (*Procès-Verbaux C. I. P. M.*, 29, 1961, p. 39), au regret de tous ceux qui le connaissaient, et s'est retiré à Grilly (Ain). Je lui ai succédé le 1^{er} janvier 1962 conformément à la décision prise par le Comité International dans sa séance du 20 octobre 1960.

L. SOURIMAN, gardien dévoué depuis 1946, atteint par la limite d'âge le 15 janvier 1961, a dû se retirer le 27 novembre 1960 pour raison de santé.

M^{me} Y. MONTEUX avait été engagée comme Assistante le 18 janvier 1960. La consultation de plusieurs spécialistes, en particulier de présidents ou membres des Groupes de travail, a montré clairement qu'elle ne possédait pas toutes les aptitudes désirées pour jouer le rôle qu'on espérait pouvoir lui confier dans les activités concernant les radiations ionisantes. Elle a quitté le Bureau le 30 juin 1961, après avoir rendu d'appréciables services dans les activités courantes.

Engagements. — André ALLISY, né le 9 mars 1924 à Brunstatt (Haut-Rhin), a été appelé le 1^{er} mars 1961 aux fonctions de Chercheur principal, par décision provisoire du bureau du Comité International, pour suppléer immédiatement à la défaillance de Mr C. Garrett, Chef de la division des Radiations Ionisantes au National Research Council d'Ottawa, dont la précieuse compétence avait été généreusement offerte pour la mise en marche des activités nouvelles du Bureau, mais qui s'est trouvé empêché de venir à Sèvres par une maladie heureusement guérie plus tard. A. Allisy, directeur du Laboratoire de Dosimétrie à Paris, de réputation internationale, président du Comité II (Mesures étalons de doses d'exposition et de sources de neutrons) de l'International Commission on Radiological Units and Measurements, a accepté d'entrer dans les cadres du Bureau où la responsabilité de la nouvelle Section des radiations ionisantes lui a été confiée. Provisoirement, en raison d'obligations antérieurement

contractées, il n'y consacre que les trois quarts de son temps, mais avec une efficacité et un dévouement qui ont conduit en peu de temps à de premières réussites hautement appréciées. L'une de ses multiples tâches essentielles a été le recrutement des huit personnes suivantes, dont les antécédents, les qualités professionnelles et humaines, ont été soigneusement considérés avant que leur nomination soit proposée au bureau du Comité International, ou décidée.

Victor NAGGIAR, né le 22 novembre 1908, a été engagé le 1^{er} avril 1961, par décision provisoire du bureau du Comité, en qualité d'Adjoint chargé du groupe de mesures neutroniques. Il faisait partie précédemment du Centre d'Études Nucléaires de Saclay, où il dirigeait une équipe de chercheurs autour du Van de Graaff de 5 MeV. Il a étudié principalement les réactions nucléaires provoquées par des neutrons rapides.

M^{lle} Denise GUÉGAN a été engagée le 1^{er} avril 1961, en qualité de secrétaire-traductrice, chargée du secrétariat et de la documentation de la Section des radiations ionisantes. De formation universitaire, elle s'occupait précédemment du secrétariat commercial d'une entreprise de produits chimiques.

Pierre BRÉONCE, né le 15 janvier 1933, a été engagé le 1^{er} avril 1961, en qualité de technicien chargé de l'atelier d'électronique de la Section des radiations ionisantes. Il travaillait précédemment dans le laboratoire des faisceaux hertziens des Postes et Télécommunications.

Louis LAFAYE, né le 5 novembre 1931, a été engagé le 1^{er} octobre 1961, en qualité de technicien du Groupe de mesures neutroniques. Il était attaché antérieurement à un laboratoire de mesures des Postes et Télécommunications.

Claude GILBERT a été engagé le 1^{er} février 1962, en qualité de mécanicien de laboratoire. Il occupait précédemment ce poste au Laboratoire de Dosimétrie, de l'Institut National d'Hygiène.

Jean-Claude ROY, né le 6 janvier 1927, a été engagé le 15 juin 1962, par décision provisoire du bureau du Comité, en qualité d'Adjoint chargé de la partie radiochimique du groupe de mesure absolue des radionuclides. Il travaillait précédemment dans la Research Chemistry Branch (Chalk River), où il a effectué des travaux sur les mesures de section efficace de capture de neutrons thermiques et la détermination des spectres de neutrons rapides dans les réacteurs, sur l'étude de schémas de désintégration et les séparations radiochimiques des radionuclides préparés dans les réacteurs.

Albrecht RYRZ, né le 25 mai 1919, a été engagé le 1^{er} septembre 1962, par décision provisoire du bureau du Comité, en qualité d'Adjoint chargé de la partie physique du groupe de mesure absolue des radionuclides. Il était précédemment « Privat Dozent » à l'Université de Zurich; il a effectué d'importantes mesures absolues d'énergie de particules α , de résonances (p , γ) et de seuils de réactions (p , n).

Christian COLAS, après avoir fait un stage d'essai en août 1962, a été définitivement affecté comme Aide technique chimiste au Groupe de mesure des radionuclides le 1^{er} septembre 1962.

Un engagement important pour les cadres futurs du Bureau est celui de Pierre CARRÉ, né le 25 novembre 1926 à Lugny-Champagne (Cher), ancien élève de l'École Normale Supérieure, agrégé des sciences physiques en 1951, ayant travaillé ensuite pendant huit ans avec les Professeurs

A. Foch et Y. Rocard sur des sujets de mécanique physique. Entré au Bureau le 19 septembre 1960, il a acquis rapidement l'estime de tous par sa valeur personnelle et son érudition universitaire complète qu'il continue d'enrichir des acquisitions les plus récentes de la physique.

M^{lle} Rosemarie COUTIN, engagée le 1^{er} février 1962, excellemment notée au Lycée Technique de Sèvres où elle a achevé ses études en 1960, se met au courant rapidement de nos travaux de dactylographie, de secrétariat et de comptabilité qui sont en forte augmentation.

Louis LECOUFFLARD est entré comme gardien le 1^{er} décembre 1960 en remplacement de L. Souriman.

Jacques LEROUX, possesseur des certificats d'aptitude professionnelle de menuisier-ébéniste et de tourneur, est entré comme mécanicien le 1^{er} mai 1961.

Georges LORIC a été engagé comme calculateur-stagiaire le 1^{er} septembre 1961.

Parmi nos autres calculateurs, J.-M. CHARTIER a été appelé au service militaire obligatoire le 4 septembre 1961. R. CZERWONKA, qui était parti le 1^{er} juillet 1959 accomplir la même obligation, est rentré le 1^{er} octobre 1961. L'une de nos secrétaires-dactylographes, M^{lle} M. HUBLIN, s'est mariée le 30 juin 1962 et porte maintenant le nom de M^{me} B. PETIT.

II. — BÂTIMENTS

Laboratoire des étalons de mesure des radiations ionisantes. — Le choix des caractéristiques essentielles des bâtiments à construire pour ce Laboratoire a été l'une des tâches des Groupes de travail qui se sont réunis au Pavillon de Breteuil du 16 au 19 janvier 1961. Puis, lorsqu'il fut à peu près certain que l'extension de terrain demandée serait accordée par le Gouvernement français, et lorsque les chefs scientifiques furent recrutés et bien instruits de leurs tâches futures, une étude plus détaillée a été faite, pendant les dernières semaines de mai 1962, avec les précieux conseils de Mr C. Garrett, que le N. R. C. d'Ottawa a généreusement laissé libre de se consacrer à ce travail pendant toute la durée utile. Des instructions précises ont alors été données aux architectes qui ont entrepris aussitôt une étude technique complète en restant en liaison avec les chefs de service du Bureau International par des entrevues fréquentes.

Grand Pavillon. — Au départ de mon prédécesseur, en janvier 1962, le bureau du Comité International a donné son accord sur un projet de modernisation des pièces de réception dans l'appartement du Directeur, projet consistant essentiellement dans le percement d'une large baie entre le salon et la salle à manger.

Préalablement à toute réalisation, des sondages ont été exécutés pour s'assurer de la solidité des poutres de bois du plancher entre rez-de-chaussée et premier étage. Cette vérification a fait apparaître qu'au voisinage de la baie à créer, la charpente était profondément rongée par une humidité ancienne, au point que la solidité du bâtiment était compromise.

Après étaielement des planchers bas et haut, on a pioché le plafond ainsi que le mur et la cloison entre salon, salle à manger et cuisine, pour dégarnir les parties pourries des poutres et lambourdes. Des poutres et poutrelles métalliques ont été mises en place sur les longueurs nécessaires, l'ensemble

étant soutenu par un portique métallique encadrant l'espace de la baie. Au voisinage de celle-ci, on a reconstitué la cloison et les plâtres du mur et raccordé le parquet.

En sous-sol, l'ancienne cuisine a été aménagée en salle de séjour. La buanderie qui n'était plus utilisée a été convertie en débarras.

Dans tout l'appartement, les papiers-tentures et les peintures ont été refaits à neuf ou lessivés.

Les quatre bureaux au 2^e étage avaient, à tous égards, un aspect très vétuste. Ils ont fait l'objet d'une réfection complète comportant : dépose d'une cheminée et de vieilles armoires murales, révision des portes et des parquets, remplacement des radiateurs du chauffage central, réfection de l'installation électrique, peintures, pose d'un tapis-moquette sur toute la superficie des parquets.

Petit Pavillon. — L'atelier de mécanique, dont les tâches s'accroissent et dont l'outillage se développe, était trop à l'étroit dans deux seules pièces. Une extension des locaux, portant sur une superficie de 80 m² environ, a été réalisée de la manière suivante :

Une nouvelle salle de machines a été créée, en annexant à l'atelier, par le percement du mur intérieur, la courette contiguë. Celle-ci a été recouverte d'une toiture légère en matière plastique transparente procurant un éclairage naturel. Quatre petits locaux voisins, pris sur les caves en sous-sol, ont aussi été incorporés à l'atelier de mécanique et affectés au stockage des divers matériels et à un vestiaire avec douches.

Ces transformations ont entraîné des travaux de maçonnerie, de canalisation, de plomberie, de menuiserie, d'électricité et de peinture.

Dans le logement du gardien, après les réfections mentionnées dans les précédents Rapports, on a procédé à une remise en état de la chambre donnant sur le jardin fleuriste. Les moulures en bois vétustes au plafond ont été déposées. Les vieilles portes de la chambre et de deux placards ont été retirées et remplacées. Après exécution des raccords de plâtre, la pièce a été repeinte et retapissée.

Dans quatre pièces de l'appartement de fonction, les peintures et papiers-tentures ont été refaits à neuf.

Chauffage des Grand et Petit Pavillons. — L'usure de la chaudière du chauffage central du Petit Pavillon a déterminé un examen d'ensemble de la question du chauffage des deux corps de bâtiments. Indépendamment de la nécessité de prévoir la prochaine fin d'emploi de la chaudière en cause, on pouvait noter comme inconvénients des installations en service : une mauvaise disposition des soutes dans les deux Pavillons, entraînant des manutentions excessives tant à la livraison du charbon que pour l'alimentation des chaudières ; le passage en mur intérieur du conduit de fumée de la chaufferie du Grand Pavillon, avec des risques permanents de fissures dans des pièces habitées ; une insuffisance du chauffage dans la partie Nord du Grand Pavillon.

L'existence d'une vaste pièce inutilisée au sous-sol du Petit Pavillon a fourni le moyen d'apporter, au cours de l'été 1962, une solution rationnelle à ces divers problèmes. La pièce a été divisée en deux par une cloison pour constituer, d'un côté, une soute à charbon desservie par une trappe ouverte

sur la cour, et de l'autre, une chaufferie comportant une puissante chaudière à alimentation automatique, raccordée aux canalisations de chauffage des deux Pavillons. Pour l'évacuation des gaz de combustion, un conduit de fumée extérieur a été édifié contre le mur latéral.

Cette installation moderne réduira considérablement la main-d'œuvre nécessaire à la marche du chauffage. De plus l'emploi d'un charbon de petit calibre, au lieu du gailletin d'antracite consommé par les deux anciennes chaudières, procurera une économie permettant d'amortir en quelques années les frais de la transformation en chaufferie unique. Enfin, les sous-sols encombrés autrefois par un stockage irrationnel et malpropre de charbon deviendront utilisables après leur nettoyage.

Observatoire. — Un objectif essentiel a été de mettre des locaux provisoires à la disposition de la nouvelle section pour la mesure des radiations ionisantes, afin qu'elle entame sans retard ses activités avant que soient construits les bâtiments où elle trouvera son installation définitive. A cet effet, les sections de métrologie classique ont, en se resserrant, libéré les salles les moins utilisées. La salle la plus vaste dont on a ainsi disposé en faveur de la section des radiations ionisantes est la salle 11. Elle a été aménagée, par la pose de cloisons vitrées, en un bureau et deux salles de laboratoire, desservis par un couloir. Ont également été occupées par la nouvelle section les salles 6, 9, 12, 13 et « Nouvelle Chimie ». Les mises en état nécessaires ont été effectuées au préalable.

La salle 1, affectée à la mesure de g a fait l'objet, après démolition des supports de l'ancien comparateur géodésique, d'une réfection complète y compris la pose d'un parquet neuf et l'édification de quatre piliers de béton adaptés aux besoins.

Dans la salle 10, le parquet hors d'usage a été démoli et remplacé par une chape en ciment recouverte d'un linoléum.

Les quatre bureaux au 1^{er} étage ont été repeints.

Dans la plupart des pièces précédentes, l'installation électrique a été entièrement refaite.

Dans la salle 2, les piliers auxiliaires de béton armé destinés à supporter les sources de lumière et les dispositifs enregistreurs du comparateur photo-électrique ont été construits, ainsi que le pilier destiné à recevoir ultérieurement le manobaromètre interférentiel.

Les douze blocs de béton isolant sur lesquels reposait la plate-forme de béton armé devant supporter le comparateur photoélectrique ont été démolis et remplacés par des groupes de ressorts hélicoïdaux, de façon à réaliser une suspension élastique antivibratoire (voir p. 58).

Derrière l'Observatoire, les eaux usées de plusieurs salles s'écoulaient dans un caniveau du chemin de ronde. Afin de supprimer une cause d'humidité préjudiciable au bâtiment, on a posé en tranchée une canalisation en grès, munie de regards, qui recueille ces eaux et les dirige vers l'égout.

III. — INSTRUMENTS ET TRAVAUX

(Les chapitres « Instruments » et « Travaux » étaient auparavant distincts.)

L'équipement en instruments scientifiques pour la Section des radiations ionisantes résulte en partie d'achats, et en partie de dons des Laboratoires nationaux; le don le plus important est celui du Commissariat à l'Énergie

Atomique français (C. E. A.), d'une valeur d'environ 43 000 francs-or. Ce don en matériel et le don en espèces de 32 500 dollars U. S. (99 480 francs-or) fait au Bureau en 1960 par la « Ford Foundation », ont hâté considérablement le début des nouvelles activités du Bureau International.

Le programme de modernisation et de renouvellement des instruments des Sections anciennes s'est poursuivi. Un important équipement se constitue pour la mesure de g . L'installation du comparateur photoélectrique interférentiel progresse. Le grand interféromètre de Michelson est modernisé et fonctionne dans le vide.

En ce qui concerne les travaux, les deux particularités saillantes de la période de deux ans envisagée sont :

1° l'effort en vue d'établir la compétence scientifique du Bureau le plus rapidement possible dans le domaine des étalons de mesure des radiations ionisantes;

2° le progrès des expériences préparatoires pour la mesure de l'accélération due à la pesanteur avec une précision accrue.

Dans tous les autres secteurs d'activité du Bureau les travaux se sont poursuivis normalement.

Rayons X.

Générateur haute tension et tube à rayons X. — Une première source de rayons X est en cours d'installation. On a cherché pour cet appareillage la plus haute stabilité actuellement accessible. La source de tension est un générateur électrostatique S. A. M. E. S. (Grenoble) (*fig. 1*) dont la tension est continûment variable de 0 à 140 000 V, avec un courant maximal de 14 mA. Les fluctuations rapides de la tension de sortie n'excèdent pas ± 15 V. La dérive par heure est de l'ordre de 10^{-3} . La chute de tension occasionnée par la charge maximale est de l'ordre de 20 V.

Le tube radiogène qui a été choisi possède une filtration inhérente de 3 mm de béryllium. Il est susceptible d'être alimenté par des tensions pouvant atteindre 150 kV et il est muni de deux cathodes. La première cathode donne un foyer de 0,7 mm de côté, avec un courant anodique maximal de 4 mA sous 150 kV. La seconde cathode permet d'obtenir un foyer de 2,5 mm de côté, avec un courant maximal de 12 mA sous 150 kV. L'anode est au potentiel électrique de la masse. Le tube est refroidi par une circulation d'eau à température contrôlée par un ultra-thermostat.

Voltmètre haute tension. — Considérant la haute stabilité du générateur électrostatique et l'absence d'ondulation résiduelle, on a prévu une mesure de haute tension de très grande qualité au moyen d'un voltmètre comportant 200 résistances bobinées de 750 000 Ω , parcourues par un courant de 1 mA sous 150 kV. Les résistances ont été montées par groupes de huit, les arrivées de fils résistants sur les cosses ayant été ressoudées individuellement sous microscope. Les chaînes de huit résistances sont disposées à l'intérieur de 25 cylindres métalliques (*fig. 2*) destinés à les protéger du champ électrostatique intense dans lequel elles pourraient se trouver. Ces cylindres, montés sur un bâti en plexiglas disposé dans une cuve d'huile, sont parcourus intérieurement par une circulation d'huile maintenue à température constante à l'aide d'un ultra-thermostat.

L'alimentation stabilisée destinée au chauffage du tube radiogène est également comprise dans la cuve contenant le voltmètre. Cet appareil, alimenté à l'aide d'un transformateur d'isolement, permettra de chauffer

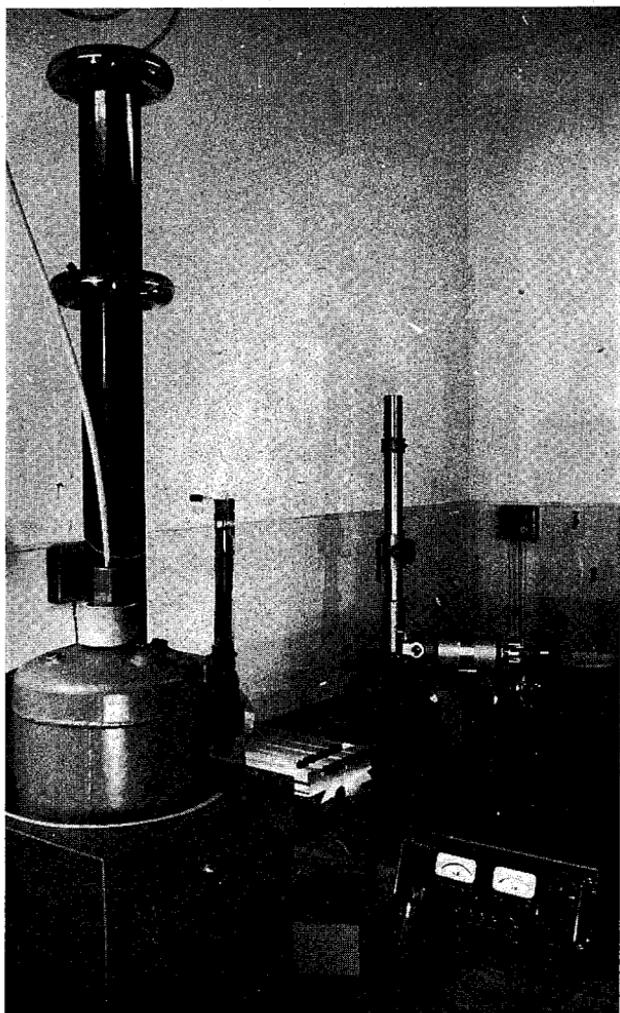


Fig. 1. — Générateur haute tension et banc de mesure.

le tube à rayons X par un courant continu constant, les variations de la tension de chauffage n'excédant pas quelques 10^{-1} lorsque les variations du secteur d'alimentation sont limitées à quelques pour cent.

Étude des résistances du voltmètre haute tension et de la stabilité du générateur haute tension (A. Allisy, G. Leclerc, R. Winterton). — Les résistances bobinées de $750\,000\ \Omega$ ont été mesurées individuellement au Bureau International, en utilisant un pont de Wheatstone composé de quatre bras sensiblement égaux à la valeur d'une résistance et en substituant à la résistance à mesurer des boîtes étalonnées.

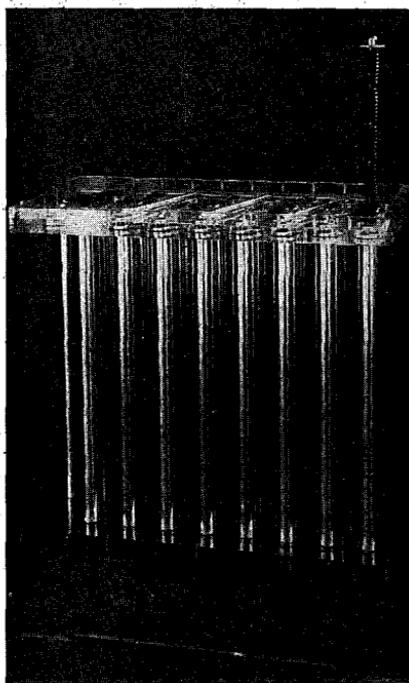


Fig. 2. — Chaîne de résistances.

Un premier lot de 30 résistances a été mesuré à trois reprises (novembre, décembre 1961, avril 1962). Ces résistances présentaient une évolution de l'ordre de 2×10^{-5} par semaine au début de la période de mesure et de 5×10^{-6} par semaine à la fin de la période de mesure. Cette évolution est certainement due au vieillissement du fil. Les autres résistances ont été mesurées dans les mêmes conditions au mois d'avril 1962.

La stabilité du générateur électrostatique a été contrôlée en alimentant sous 6 000 V un diviseur de tension formé d'une chaîne de huit résistances destinée au voltmètre et d'une décade de résistances. La tension aux bornes de la décade était mesurée à l'aide d'un potentiomètre muni d'un galvanomètre enregistreur. Après une période de préchauffage de l'ordre d'une demi-heure, la dérive moyenne entre 14 h 30 et 17 h 30 est de l'ordre de

0,5 pour mille. Superposés à cette dérive moyenne, certains enregistrements présentaient des pointes de tension très brèves dont l'amplitude pouvait atteindre 3 pour mille.

Banc de mesure. — Le banc de mesure est réalisé par des éléments d'un tour parallèle de 2 m d'entrepointe. Le chariot porte-outil sert à supporter le tube radiogène qui peut se déplacer de longueurs mesurables dans trois directions : le long du banc, perpendiculairement au banc dans un plan horizontal et perpendiculairement au banc dans un plan vertical. A l'extrémité du banc de tour a été disposée une table de fraiseuse perpendiculaire à l'axe du tour (*fig. 1*). Cette table, d'une longueur de 1,40 m, permet de placer côte à côte soit deux chambres d'ionisation étalons, soit une chambre d'ionisation étalon et une chambre d'ionisation de transfert, le déplacement du faisceau de l'une à l'autre étant effectué rapidement et avec précision par le déplacement du tube radiogène.

Mesures de comparaison à l'aide de chambres d'ionisation de transfert au Glowny Urzad Miar, Varsovie (A. Allisy). — Le but de ces mesures était de comparer les valeurs obtenues à l'aide de la chambre étalon polonaise à celles obtenues par les chambres étalons du National Bureau of Standards (Washington) et du Laboratoire de Dosimétrie (Paris). A cet effet, nous avons transporté à Varsovie deux chambres de transfert, deux condensateurs et un diaphragme mis à notre disposition par le N. B. S., ainsi qu'une chambre de transfert mise à notre disposition par le Laboratoire de Dosimétrie. Les mesures ont été effectuées à l'aide d'un tube radiogène alimenté sous 60, 75, 100, 150 et 200 kV. Les couches de demi-atténuation ont été déterminées pour l'ensemble de ces rayonnements. Les résultats de ces mesures ne sont pas encore entièrement analysés à l'heure actuelle. On peut néanmoins dire dès à présent que l'accord à 100, 150 et 200 kV est très satisfaisant. A 60 et 75 kV, il est nécessaire de préciser de façon plus fine la qualité du rayonnement utilisé, à cause de la variation relativement rapide des facteurs d'étalonnage des chambres d'ionisation de transfert en fonction de l'énergie dans ce domaine. Des mesures de coefficients d'homogénéité sont en cours au Laboratoire de Dosimétrie et au Glowny Urzad Miar.

Les comparaisons des condensateurs et du diaphragme ont également donné d'excellents résultats.

Radionuclides.

Préparation des sources. — Un laboratoire destiné à la préparation des sources utilisées dans les compteurs $4\pi\beta$ a été équipé. Il comprend le dispositif nécessaire à la production des films minces de quelques $\mu\text{g}/\text{cm}^2$, de formvar, celluloid, polystyrène, etc. L'appareil du Bureau International a été utilisé pour effectuer par évaporation dans le vide des dépôts d'or de l'ordre de $15\ \mu\text{g}/\text{cm}^2$ sur des films minces. Une microbalance Mettler a été achetée pour la détermination de la masse de solution radioactive déposée sur le film. Un équipement complet de verrerie, ainsi que des paillasses et sorbonnes, ont été mis en place pour rendre possibles les manipulations sur de faibles quantités de solutions radioactives. Un château de stockage en plomb permet le rangement aisé des diverses ampoules de

solutions actives. Une balance du type semi-micro, don de la Société Mettler-Sofranie, a également été installée dans ce laboratoire.

Compteur $4\pi\beta$. — Un compteur proportionnel $4\pi\beta$, de forme sphérique, à circulation de méthane, a été installé dans la salle réservée aux mesures physiques de radioactivité. Un amplificateur non saturable, dont le pré-amplificateur a été adapté au compteur, une alimentation haute tension stabilisée et un ensemble de comptage forment la partie électronique de ce dispositif expérimental.

Ces trois derniers appareils font partie du don important de matériel électronique que le C. E. A. a bien voulu mettre à notre disposition.

Coincidences $4\pi\beta\text{-}\gamma$. — Un dispositif complet de coïncidences $4\pi\beta\text{-}\gamma$ a pu être rapidement mis en œuvre, en grande partie grâce au matériel électronique du C. E. A. Ce dispositif comporte un compteur $4\pi\beta$ du type « pill-box », qui nous a été donné par la Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Braunschweig, autour duquel sont disposés deux scintillateurs d'iodure de sodium destinés à la détection des photons γ . Les divers détecteurs utilisés sont disposés à l'intérieur d'un château de plomb cylindrique (fig. 3).

L'ensemble électronique comporte un amplificateur non saturable, un dispositif de coïncidences, deux amplificateurs, trois échelles de comptage, ainsi que deux alimentations haute tension.

Organisation des comparaisons internationales. Rapports (C. Garrett, A. Allisy, V. Naggiar, J. C. Roy, D. Guégan). — Les comparaisons internationales suivantes ont été organisées :

Radionuclides	Date	Laboratoire distributeur	Nombre de participants
^{32}P	Janv. 1961	Centre d'Études Nucléaires de Saclay, France	16
^{131}I	Avril 1961	National Research Council, Canada	19
^{60}Co	Janv. 1962	Institut de Métrologie D. I. Mendéléev, U. R. S. S.	26
^{198}Au	Janv. 1962	National Physical Laboratory, Royaume-Uni	23
^{204}Tl	Mai 1962	National Physical Laboratory, Royaume-Uni	19
^{35}S	Juin 1962	Centre d'Études Nucléaires de Saclay, France	17

L'analyse des résultats et l'établissement du Rapport concernant la comparaison internationale de ^{32}P ont été effectués au Bureau International. Les Rapports concernant les distributions de ^{131}I et ^{198}Au ont été établis par les Laboratoires émetteurs et distribués par le Bureau International. Un Rapport préliminaire, donnant très rapidement les résultats des mesures de la comparaison internationale de ^{204}Tl , a été préparé et diffusé par le Bureau International trois mois après la distribution de ce radionuclide. L'organisation d'une comparaison de sources solides de ^{60}Co préparées pour le Bureau International par le Bureau Central de Mesures Nucléaires de l'Euratom est en cours.

Mesure absolue de l'activité d'une solution de ^{198}Au (V. Naggiar, A. M. Roux, P. Bréonce, L. Lafaye). — Ces mesures ont été effectuées au Bureau International pour permettre à son nouveau laboratoire de mesure des radio-nuclides de prendre part à la comparaison internationale de janvier 1962. Ces travaux ayant été effectués huit mois après la mise sur pied d'un laboratoire provisoire, il n'a pas été possible d'utiliser la technique des coïncidences $4\pi\beta-\gamma$. L'activité des sources a donc été déterminée uniquement par un comptage absolu $4\pi\beta$. Les sources de ^{198}Au ont été déposées sur des films de formvar ayant une « épaisseur » de $15\ \mu\text{g}/\text{cm}^2$, recouverts de chaque côté d'une couche conductrice d'or de $15\ \mu\text{g}/\text{cm}^2$ d'« épaisseur ». La détermination de la masse des gouttes d'or déposée sur les supports

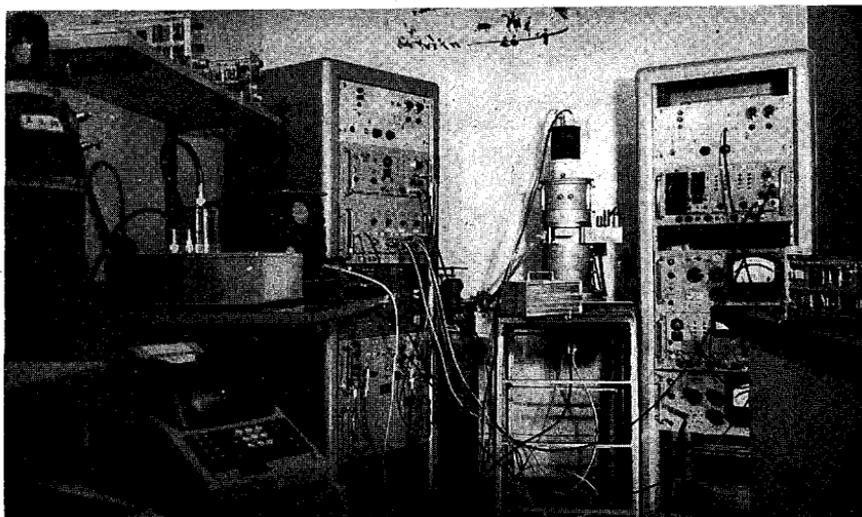


Fig. 3. — Installation de comptage par coïncidences $4\pi\beta-\gamma$.

minces a été faite par pesée à la microbalance. Deux compteurs proportionnels à flux de méthane ont été étudiés et utilisés : un compteur sphérique et un compteur du type « pill-box ». Ces deux compteurs possèdent des paliers de comptage sans pente appréciable pour des tensions comprises entre 3 400 et 3 800 V pour le compteur sphérique et entre 3 500 et 4 200 V pour le compteur « pill-box ». L'influence du débit gazeux a été étudiée. Les deux compteurs donnent des taux de comptage identiques pour un écart-type de $\pm 5 \times 10^{-4}$. La symétrie des deux demi-compteurs a été vérifiée. Les résultats obtenus sont concordants à 0,5 % près. Des mesures d'amplification gazeuse ont été effectuées avec une source de ^{210}Po . La limite de détection a été appréciée. L'absorption des rayons β par les supports minces de la source de ^{198}Au a été mesurée par la méthode du sandwich.

Les résultats des mesures effectuées au Bureau International sur les sources de ^{198}Au expédiées à l'occasion de la comparaison internationale

de janvier 1962 par le National Physical Laboratory ont été transmis. Ils sont supérieurs d'environ 1 % à la moyenne des résultats des laboratoires participant à la comparaison. Une expérimentation systématique a été entreprise pour essayer de mettre en évidence les causes de cet écart. Nos premiers efforts ont porté sur une vérification soignée du dispositif électronique de comptage et, en particulier, sur la détermination précise des temps morts des instruments, ainsi que sur l'étude des caractéristiques de saturation de l'amplificateur. Une deuxième étude radiochimique, portant sur le mécanisme de dilution, ainsi que sur l'évolution des sources séchées et l'influence des agents mouillants, doit commencer incessamment.

Mesure absolue de l'activité d'une solution de ^{60}Co (V. Naggiar, A. M. Roux, P. Bréonce, L. Lafaye). — Nous avons pris part à la comparaison internationale de ce nuclide distribué en janvier 1962 par l'Institut de Métrologie D. I. Mendéléev. Nous avons utilisé la méthode de mesure absolue par coïncidences β - γ . Notre efficacité γ est de 9 % et le rapport du comptage γ de la source au comptage γ de mouvement propre est dans ces conditions de 70. Le temps de résolution des coïncidences est de 0,9 μs et le temps mort de comptage de 5 μs . Comparé à la moyenne des résultats des laboratoires participants, le résultat de nos mesures en diffère de 1 %.

En prévision de la future comparaison internationale de sources solides de ^{60}Co prévue pour décembre 1962, nous étudions un dispositif électronique plus élaboré qui permettra de mieux définir les corrections à appliquer.

Mesure absolue de l'activité d'une solution de ^{204}Tl (A. M. Roux, P. Bréonce, L. Lafaye). — Le Bureau International n'a pas participé à la comparaison internationale de mai 1962 de ce nuclide distribué par le National Physical Laboratory. Des mesures effectuées au Bureau sur plusieurs solutions de ^{204}Tl mises à notre disposition par le N. P. L. ont présenté une dispersion de 1 à 2 % pour une même dilution. A la lumière des résultats obtenus par les Laboratoires participants, il semble que cette dispersion soit due aux dimensions du résidu solide constituant la source; la correction d'autoabsorption n'est pas constante et est difficile à évaluer.

Neutrons (V. Naggiar, L. Lafaye, P. Bréonce).

Sources de neutrons; stockage et manutention. — Un laboratoire a été aménagé pour les mesures neutroniques (fig. 4). Nous disposons :

a. en permanence, d'une source de Ra-Be (α, n) de 200 millicuries prêtée, à titre gracieux, par l'Union Minière du Haut-Katanga;

b. par intermittence, de la source Ra-Be (α, n) de 200 millicuries, N° 200-1, du National Research Council. Cette source, qui a déjà servi à de nombreuses comparaisons entre Laboratoires nationaux, séjourne au Bureau International entre deux comparaisons internationales.

La source de l'Union Minière nous sert à deux fins :

comme source de référence pour vérifier que la source étalon du National Research Council, qui circule entre les Laboratoires nationaux, n'a pas subi de modification pendant les transports et les manipulations auxquelles elle est soumise;

pour mettre au point les méthodes de mesure absolue que nous appliquerons avant de faire un choix sur le type de source de neutrons qui pourra servir d'étalon international.

Les sources de neutrons sont stockées dans un puits creusé dans le sol, à 2 m de profondeur. Elles sont manœuvrées à distance, au moyen d'un dispositif électromagnétique pour les retirer du puits et les disposer dans l'une des cuves qui servent à la mesure des sources.

Modération et capture des neutrons dans l'eau. — La source de neutrons enfermée dans une boîte en plexiglas étanche peut être suspendue au centre d'une cuve cubique en acier inoxydable de 1 m de côté, contenant de l'eau pure. Un moteur électrique peut faire tourner la source autour d'un axe vertical, au cas où il serait constaté une anisotropie dans le rayon-

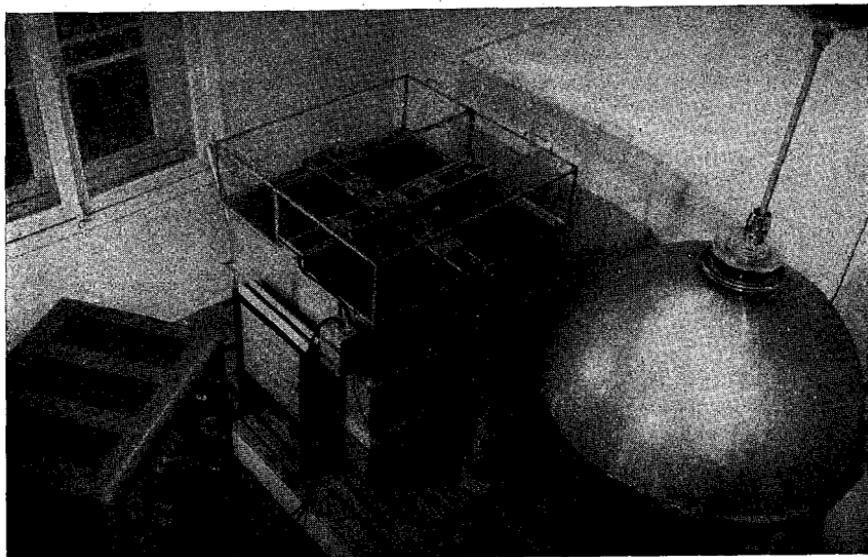


Fig. 4. — Installation pour les mesures neutroniques.

nement émis. Dans le cas contraire, la source est suspendue au centre de la cuve, au bout d'un fil d'acier inoxydable de 0,1 mm de diamètre.

Un compteur à BF_3 enrichi en ^{10}B (longueur 3 cm, diamètre 1 cm), plongé à 50 cm au-dessous de la surface de l'eau, sert à l'exploration de la densité de neutrons dans l'eau. Il fonctionne en régime proportionnel et détecte les neutrons grâce à la réaction $^{10}\text{B}(n, \alpha)$. Un ensemble électronique, comprenant la haute tension stabilisée, l'amplificateur, le discriminateur et l'échelle, permet le comptage des particules chargées issues de cette réaction au-dessus du bruit de fond provoqué par le rayonnement γ . Cet ensemble fait partie de la donation du C. E. A.

La densité de neutrons dans la cuve à eau peut également être explorée par activation de feuilles d'or suspendues dans l'eau au moyen d'un bifilaire fixé sur un chariot qui coulisse sur un banc; trois montages mécaniques disposés à 90° l'un de l'autre permettent d'irradier simul-

tanément trois feuilles d'or. Un écran de plomb de $50 \times 50 \times 10$ cm, à l'extérieur de la cuve, sert de protection contre le rayonnement γ .

Le comptage absolu de l'activité β de ^{198}Au est déterminé par la méthode de coïncidences γ - β au moyen du dispositif de mesure décrit plus haut dans la section des Radionuclides.

Modération et capture des neutrons dans une solution de sulfate de manganèse. — Une cuve sphérique en acier inoxydable de 1 m de diamètre contient 520 l de solution de sulfate de manganèse à 500 g de sulfate par litre d'eau. Après activation du manganèse par la source de neutrons, la solution est brassée vigoureusement par un mélangeur et l'on soutire 2,6 l de solution dans une enceinte contenant cinq compteurs Geiger-Müller montés en parallèle pour le comptage β du ^{56}Mn . Un ensemble électronique, comprenant la haute tension stabilisée, le préamplificateur et une échelle, sert au comptage. Le mouvement propre des compteurs est réduit par un château de plomb de 5 cm d'épaisseur.

Long compteur. — Le National Research Council nous a fait don d'un « long compteur » du type De Pangher. Après étalonnage en efficacité en fonction de l'énergie des neutrons, cet instrument servira à la comparaison de sources et à la mesure de flux de neutrons.

Générateur de neutrons. — Un accélérateur S. A. M. E. S. de 150 keV, 0,6 mA, a été commandé pour servir de générateur de neutrons par réaction D-D et D-T. Sa livraison est attendue en février 1963.

Comparaison de sources de neutrons. — Pour la comparaison des sources de l'Union Minière et du National Research Council nous avons appliqué deux méthodes :

intégration de la densité de neutrons dans toute la cuve à eau au moyen du compteur à BF_3 ;

comptage β du manganèse activé.

Nous avons mesuré le rapport U. M. / N. R. C. et nous avons obtenu

$$\begin{aligned} 1,068 \pm 0,005 \text{ par } \text{BF}_3, \\ 0,998 \pm 0,005 \text{ par } ^{56}\text{Mn}. \end{aligned}$$

Connaissant l'intensité de la source canadienne :

$$Q_{\text{NRC}} = 3,247 \pm 0,05 \times 10^6 \text{ neutrons/seconde (mai 1962),}$$

nous trouvons

$$Q_{\text{UM}} = 3,24 \pm 0,07 \times 10^6 \text{ neutrons/seconde,}$$

en accord avec le résultat communiqué par Bruxelles (octobre 1961) :

$$Q_{\text{UM}} = 3,26 \times 10^6 \text{ neutrons/seconde.}$$

La source du National Research Council a séjourné en février et mars 1962 à l'Electrotechnical Laboratory de Tokyo et en juin et juillet 1962 à l'Institut voor Kernfysisch Onderzoek d'Amsterdam, pour être comparée aux sources étalons de ces laboratoires.

Mesure absolue. — Pour la mesure de sources de neutrons nous mettons en œuvre deux méthodes classiques :

Activation de feuilles d'or de $20 \mu\text{m}$ d'épaisseur par la source de neutrons plongée dans la cuve de 1 m^3 d'eau. Comptage absolu β de ^{198}Au par coïncidences $4\pi\beta\text{-}\gamma$.

Activation du manganèse dans la cuve de 520 l . Comptage relatif de l'activité β et étalonnage du dispositif de comptage à partir d'une solution mère étalonnée en $4\pi\beta\text{-}\gamma$.

Gravimétrie (A. Sakuma).

État actuel de la mesure absolue de g . — La nouvelle détermination absolue de g par la méthode « des deux stations » (Rapport 1960, p. 48) reste encore au stade des études préliminaires. Ces études permettent maintenant d'affirmer qu'une mesure de haute précision par l'observation des franges achromatiques dans un interféromètre Michelson qui contient un trièdre faisant une chute libre, est bien réalisable avec les techniques modernes.

La plupart des problèmes expérimentaux ont été résolus, et la construction d'une partie de l'appareil définitif a été commencée pour faire des essais dans les conditions réelles.

D'autre part, l'emplacement où g sera mesuré a été choisi dans la salle 1, environ $5,8 \text{ m}$ à l'ouest de « Sèvres Point A ». La différence de g entre ces deux points a été mesurée avec une précision de $0,01 \text{ mgal}$ par le Bureau Gravimétrique International.

Précision prévue. — La précision de principe sur la détermination de g , qui dépend de la précision des mesures de longueur et de temps, est $\Delta g/g < \pm 7,3 \times 10^{-8}$ dans les conditions suivantes qui semblent réalisables : distance verticale entre les deux stations 50 cm , déterminée avec une précision de $0,02 \mu\text{m}$ par une méthode interférentielle; résolution des figures de franges achromatiques présentées sur l'écran d'un tube cathodique au dixième de la largeur à mi-hauteur d'une frange; un rapport des temps $t/T = k$, avec $k = 0,3$ (t , temps séparant les deux passages à la station haute d'un trièdre lancé de bas en haut; T , temps défini comme t mais à la station basse); précision de $5 \times 10^{-9} \text{ s}$ sur $T = 0,67 \text{ s}$.

Pratiquement, il existe d'autres causes d'erreur, mais il est remarquable que l'on puisse compter sur une précision de principe de cet ordre de grandeur car, dans le cas des mesures absolues qui ont été exécutées jusqu'à présent, une telle précision était impossible en raison de l'incertitude sur la mesure du temps qui correspond aux distances mesurées, ou de la condition réciproque.

A la précision meilleure que $0,1 \text{ mgal}$, la valeur de g en chaque lieu n'est plus constante, mais il est possible d'en tenir compte à chaque instant par des corrections d'effet lunisolaire qui sont connues avec une précision de l'ordre de $0,01 \text{ mgal}$. Si l'on peut déterminer une valeur de g meilleure que celle dont nous disposons actuellement, elle apportera plusieurs avantages en physique et en géophysique :

contribution décisive pour la révision du « Système de Potsdam »;

détermination de la forme de la Terre, détection de sa variation avec une meilleure exactitude;

analyse des caractères des pendules physiques, étalonnage des gravimètres, etc.

D'autre part, R. A. Haubrich et ses collaborateurs ont proposé une méthode de mesure de g basée sur la connaissance de la valeur de la vitesse de la lumière c (*Trans. Amer. Geophysical Union*, 39, n° 1, 1958, p. 27-34); il en résulte que, connaissant avec précision la valeur de g , il nous semble possible de déterminer dans un vide poussé la valeur de c uniquement par des mesures de temps.

En ce moment, il est prématuré de prévoir la précision finale que nous atteindrons, mais nous croyons qu'elle sera limitée par les microséismes et les chocs de la catapulte qui perturbent les points supposés fixes.

Instruments achetés ou construits pour la mesure de g .

a. Instruments électriques ou électroniques :

— Oscilloscope Tektronix type 585, bande passante 0 à 100 MHz, temps de montée $3,5 \times 10^{-9}$ s, destiné à la détection des franges achromatiques de brève durée, à l'analyse des expériences, ainsi qu'à la mise au point de certains appareils à employer dans ce travail.

— Horloge à quartz Ébauches (Neuchâtel) type B 243, comportant un oscillateur à quartz à la fréquence 100 kHz, stabilité de fréquence 1×10^{-7} , servant à la production d'une fréquence étalonée de 10 MHz par multiplication de fréquence. La stabilité a été améliorée jusqu'à 1×10^{-9} (sur des durées courtes). Les sorties de basse fréquence de cette horloge servent à commander des moteurs synchrones qui asservissent le fonctionnement des appareils prévus pour les mesures définitives de g .

— Stabilisateur de tension alternative General Radio type 1570 AHQ 11 R, puissance 6 kVA, stabilité de tension 0,25 %, pour l'alimentation des appareils qui sont affectés par les variations de tension du réseau. Son réglage automatique est commandé par un servo-moteur; il ne produit donc pas de composantes harmoniques. L'assemblage a été fait à l'atelier du Bureau.

— Alimentation stabilisée haute tension C. R. C. (Saint-Étienne), type ALS 302, sortie 300 à 3 000 V continu, bipolaire, débit maximal 10 mA, stabilité 1×10^{-4} , pour les photomultiplicateurs qui doivent avoir un fonctionnement fidèle et bien reproductible.

— Générateur de fréquence 0,5 à 250 MHz et L. C.-mètre 0,1 à 300 μ H, 0,1 à 300 pF, achetés en vue de l'analyse des circuits électroniques; ils servent surtout à la mise au point des circuits accordés placés à la sortie de l'un des photomultiplicateurs.

— Préamplificateur, bande passante 0,16 Hz à 40 kHz, taux d'amplification maximale 120 dB, tension efficace de bruit $< 4 \mu$ V, destiné à l'amplification d'un signal faible fourni par des capteurs de microséismes.

— Deux photomultiplicateurs Radiotechnique (Paris) type 56 AVP, photocathode Cs₂Sb, temps de montée 2×10^{-9} s, fluctuation du temps de transit 2×10^{-9} s, différence de temps de transit en divers points de la photocathode 3×10^{-10} s, débit anodique maximal 0,5 A, choisis comme détecteurs des franges achromatiques qui doivent apparaître pendant une durée de l'ordre de 10^{-8} s. Un autre photomultiplicateur, type 51 AVP, est destiné à la prédétection des franges. Leur montage est terminé.

— Tubes cathodiques Tektronix à forte luminosité sans rémanence, destinés à l'enregistrement photographique des franges; la vitesse maximale du spot est de l'ordre de 3×10^6 m/s sur l'écran du tube (pour une amplitude de 2 cm de crête à crête); de plus, il faut moduler l'intensité lumineuse avec les impulsions du chronographe numérique. La photographie nous semble être possible quand on se sert de ces tubes avec une tension d'accélération de 20 kV, un objectif à grande ouverture (0,95) et un film ayant une sensibilité de 6 000 ASA.

— Plusieurs appareils électroniques (générateur d'impulsions de l'ordre de la nanoseconde, etc.) ont été construits au Bureau pour satisfaire à des besoins spéciaux.

b. Instruments optiques :

— Caméra d'oscilloscope Tektronix C-19, objectif $f = 85$ mm, ouverture 1,5, pour prendre des photographies en vue de l'analyse instantanée de phénomènes isolés.

— Interféromètre Michelson et trièdres supportant trois miroirs orthogonaux, construits à notre atelier.

— Lampe à éclairs en lumière blanche; son dispositif électronique d'amorçage a été construit.

— Lampes à vapeur de mercure super-haute pression Osram HBO 107, destinées à servir comme sources de lumière grossièrement monochromatique (voir p. 57).

— Diverses pièces optiques : plusieurs miroirs et lames surfacés à l'Institut d'Optique (Paris) avec une planéité de l'ordre de $1/20$ de frange; la plupart de ces pièces serviront comme éléments de l'interféromètre Michelson définitif et des trièdres.

— Bain de mercure selon A. Danjon, pour servir d'étalon de planéité et de référence pour ajuster la verticalité et l'horizontalité des faisceaux optiques.

c. Instruments mécaniques :

— Un ensemble de mécanismes pour les expériences préliminaires, y compris un variateur de vitesse, un mécanisme de déplacement du trièdre à une vitesse constante, des bâtis des trièdres, etc., construits à notre atelier.

— Pompe à vide rotative double à palettes SOGEV (Choisy-le-Roi) type BL 14 B, vitesse de pompage 3,9 l/s, vide limite 2×10^{-4} mmHg, prévue comme pompe primaire; elle sert, pour le moment, à l'étude de la suppression de la propagation des vibrations mécaniques entre les deux parties du caisson à vide.

Capteur des franges achromatiques. — Il nous semble certain que la lampe à éclairs est la seule source de lumière qui soit suffisamment brillante pour notre expérience à cause des conditions de son utilisation :

la bande passante du photomultiplicateur doit être très large (30 à 50 MHz) en raison de la grande vitesse du trièdre tombant;

les faisceaux de l'interféromètre Michelson ont une longueur qui est cinq à six fois la distance des deux stations;

la section du faisceau est limitée à la région de bonne planéité des miroirs du trièdre;

pour obtenir un bon rapport signal/bruit, il faut avoir un courant photo-électrique suffisamment intense, malgré la petitesse de l'étendue géométrique des faisceaux.

Il faut donc assurer la synchronisation de l'éclair avec chaque moment d'apparition des interférences. Après plusieurs essais, le système de pré-détection adopté est le suivant : dans la figure 5 a, une source Lm produisant d'une façon continue de la lumière monochromatique est placée sur le même axe optique que la lampe à éclair Lb. A la sortie de l'interféromètre, deux photomultiplicateurs sont installés, l'un PMb pour la détection des franges achromatiques, l'autre PMm pour les franges monochromatiques. Ces dernières se produisent lorsque le sommet du trièdre mobile se trouve

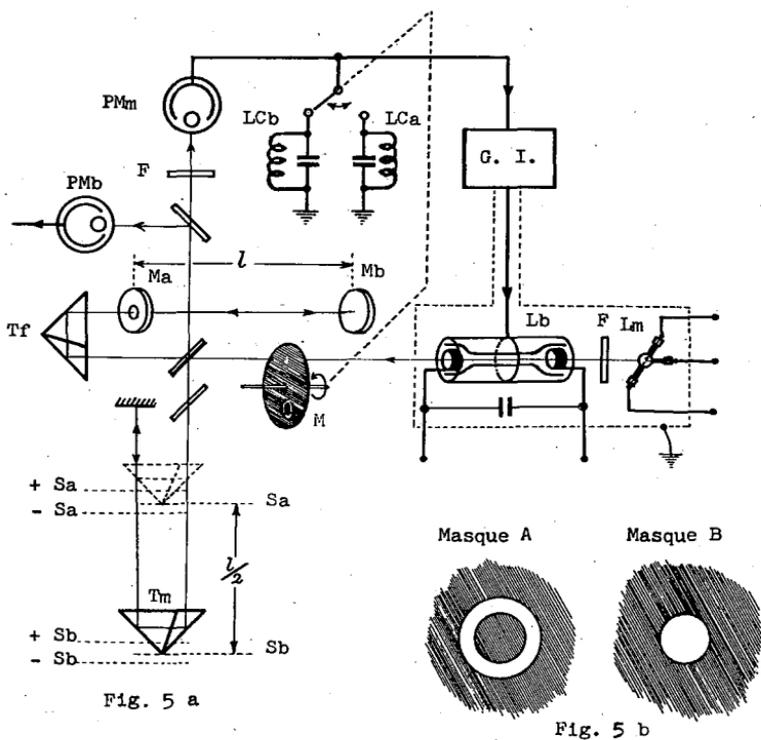


Fig. 5 a

Fig. 5 b

Fig. 5.

a. Schéma de principe de la mesure absolue de g .

F, filtres monochromatiques; G. I., générateur d'impulsions; l , distance Ma-Mb; Lb, lampe à éclair lumière blanche; Lm, lampe à vapeur de mercure; LCa, LCb, circuits accordés; M, masque pivotant; Ma, Mb, miroirs; PMb, PMm, photomultiplicateurs; Sa, Sb, stations fixes; + Sa - Sa, + Sb - Sb, stations supplémentaires; Tf, trièdre fixe; Tm, trièdre mobile.

b. Formes des masques destinés à sélectionner l'une des deux stations interférentielles.

à l'intérieur de deux petites régions qui s'étendent symétriquement de part et d'autre de chacune des deux stations Sa et Sb. Les fréquences F_p du signal PMm au moment du passage aux stations sont déterminées uniquement par la longueur d'onde λ_m de Lm et la vitesse v du trièdre au passage à chaque station : $F_p = \frac{4v}{\lambda_m}$. Donc, à la condition de fixer le

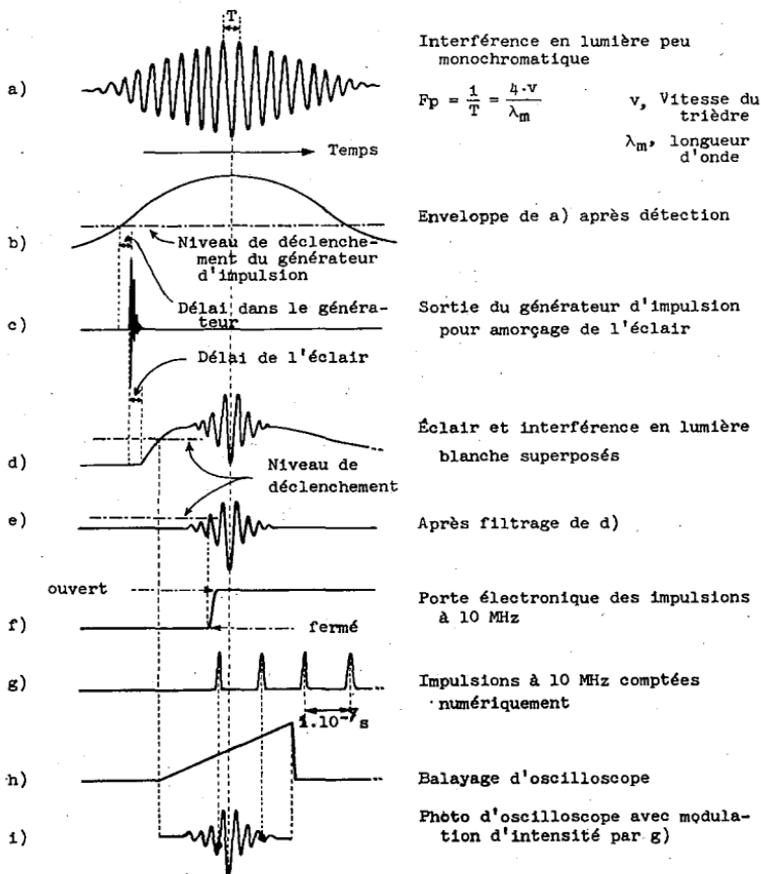


Fig. 6. — Principe du capteur de franges achromatiques.

sommet de la trajectoire du trièdre lancé, il est possible de détecter ces interférences monochromatiques avec un bon rapport signal/bruit, en employant deux circuits accordés LCa, LCb comme impédances de charge de PMm. Ces signaux déclenchent un générateur d'impulsions dont la sortie de haute tension amorce la lampe Lb avant l'apparition des franges achromatiques. Ce fonctionnement est schématisé dans la figure 6. Cette méthode nous a apporté quelques avantages pratiques :

on peut installer des stations fixes entièrement immatérielles; elles sont les conjugués optiques de miroirs qui se trouvent dans l'autre faisceau

de l'interféromètre. On peut ainsi éviter tout dérèglement, par dilatation thermique par exemple, qui agirait entre les stations fixes Sa, Sb et les stations complémentaires pour les prédétections;

les stations complémentaires sont installées au-dessus et au-dessous de chaque station fixe, donc la prédétection est effectuée de la même façon en montant et en descendant;

le réglage de la distance entre la station fixe et les stations complémentaires est fait électroniquement en changeant le niveau de déclenchement (fig. 6 b). On peut ainsi approcher les stations complémentaires de la station fixe jusqu'à environ $1 \mu\text{m}$, ce qui serait difficile à réaliser par d'autres moyens.

Avec la méthode ci-dessus, on a pu obtenir des franges achromatiques (fig. 7).

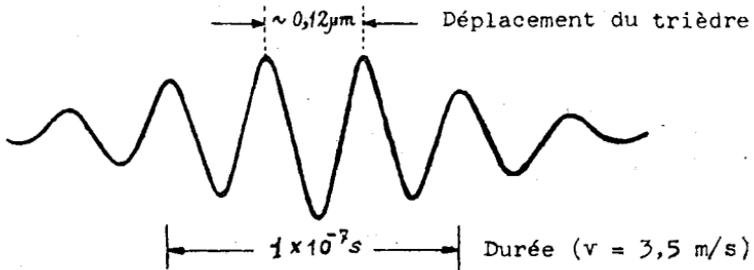


Fig. 7. — Franges en lumière blanche (copie de photo).

Les deux stations. — L'emploi d'un étalon Perot-Fabry avait été prévu pour ce besoin, mais en avançant l'analyse de l'expérience, on a trouvé un défaut à cette méthode : le temps de propagation de la lumière dans l'étalon n'est pas négligeable, et « la résonance de l'étalon Perot-Fabry » par réflexions multiples entre les deux miroirs déforme considérablement la figure de frange achromatique qui arrive au photomultiplicateur. Cet effet ne produit pas seulement une déformation mais aussi un affaiblissement de la visibilité, et l'angle de déphasage φ_n entre les franges d'ordre zéro (passage direct dans l'étalon) et d'ordre n ($2n$ réflexions dans l'étalon) est exprimé comme suit :

$$\varphi_n = 16 n \pi l \frac{v}{c \lambda}$$

où l , longueur de l'étalon Perot-Fabry; v , vitesse du trièdre; c , vitesse de la lumière; λ , longueur d'onde moyenne.

En admettant $l = 0,5 \text{ m}$, $v = 3,5 \text{ m/s}$, $\lambda = 0,48 \mu\text{m}$, on trouve $\varphi_n \approx 0,6 n \text{ rad}$.

Dans le cas des franges de superposition statiques, la visibilité augmente avec n ; mais dans notre cas avec miroir mobile, les franges d'ordre 10 s'écartent de presque une frange de celles d'ordre zéro. Nous avons en conséquence modifié le montage optique comme il est indiqué à la figure 5 a. Le faisceau lumineux quasi cylindrique éclairant l'interféromètre Michelson est, à l'aide de deux masques A et B (fig. 5 b), divisé en deux faisceaux

coaxiaux, de même flux, utilisés alternativement par changement de masques. D'autre part, deux miroirs parallèles Ma et Mb faisant face à la même direction, distants d'une longueur l , servent de miroirs terminaux pour les deux faisceaux horizontaux de l'interféromètre. Quand le faisceau central est isolé par le masque B, un trou percé dans le miroir Ma laisse passer ce faisceau à l'aller vers Mb et au retour de Mb. La position du sommet du trièdre mobile qui annule alors la différence de marche dans l'interféromètre définit la station Sb dans le faisceau vertical; elle définit de même la station Sa, distante de Sb d'une longueur égale à $\frac{l}{2}$, lorsqu'on utilise le masque A qui délimite un faisceau tombant sur Ma à l'extérieur du trou. Pendant une mesure de g , il est nécessaire de changer les masques deux fois ($B \rightarrow A \rightarrow B$); cette manœuvre est synchronisée avec le mécanisme déjà prévu du changement des circuits d'accord LCa, LCb, à l'entrée du photomultiplicateur PMm. Dans le cas où $l = 1$ m, le temps pour le changement des masques et des circuits d'accord est de l'ordre de 0,2 s. Dans ce montage, le parallélisme des faisceaux est plus sévère que dans le montage ancien, mais l'augmentation de luminosité par l'élimination de l'étalon Perot-Fabry peut bien compenser la perte d'étendue géométrique des faisceaux, et nous avons réalisé un montage dans lequel il est possible d'utiliser plus de 90 % de chaque faisceau, la luminosité restant suffisante. Avec ce nouveau montage, ce ne sont pas les mêmes régions des miroirs des trièdres qui sont éclairées par les deux faisceaux différents; si ces miroirs présentent des défauts de planéité, ceux-ci apporteront une erreur systématique sur g plus grande que dans le cas où l'on aurait adopté un étalon Perot-Fabry.

Trièdre mobile. — Un prototype du trièdre destiné à être lancé en chute libre a été construit (fig. 8). Il est constitué de deux trièdres identiques dont les sommets coïncident avec le centre de gravité, avec une exactitude d'environ 0,1 mm. Pour éviter le dérèglement des angles droits entre les miroirs au moment des chocs de lancement, les trois miroirs de chaque trièdre sont serrés sur un bâti en duralumin présentant trois plans orthogonaux; dans ce bâti sont percés plusieurs trous pour le passage des faisceaux lumineux, et un grand trou vertical axial pour le passage du fil élastique servant au catapultage du trièdre. La planéité finale des ondes réfléchies successivement sur les trois miroirs est meilleure que $1/20$ de frange sur une région de 12 mm de diamètre. La masse totale du trièdre est de 450 g, dont 240 g pour les six miroirs. Les angles droits ont une précision de $\pm 0,5''$.

Catapulte. — Les résultats obtenus avec notre catapulte ont été indiqués dans le Rapport précédent (1960, p. 49). Il faut maintenant ajouter une autre condition nécessaire : la prédétermination exacte du sommet de la trajectoire du trièdre lancé. Après amélioration des détails du mécanisme de lancement, on a obtenu que l'incertitude sur la position la plus haute soit environ 1×10^{-3} du trajet libre du trièdre. Ce résultat est suffisant pour que le facteur de surtension des circuits accordés soit de l'ordre de 50 à 100, en maintenant $k = 0,3$. La vitesse angulaire admissible du trièdre est $\omega = 0,04$ rad/s, quand il existe un décalage de 0,1 mm entre le sommet optique et le centre de gravité, pour maintenir à 0,01 μ m environ l'erreur

de détermination de la distance H , due à la rotation. Une autre erreur est due à la composante horizontale de vitesse dans la direction Est-Ouest; sa valeur est $\Delta g \approx 0,1$ milligal par cm/s à Paris. Les mécanismes pour freiner et pour relancer plusieurs fois le trièdre sans ouvrir le caisson à vide sont encore à l'étude.

Source de lumière blanche. — Une lampe à décharge dans le xénon du type Laporte, utilisée selon les instructions du fabricant, avait un délai

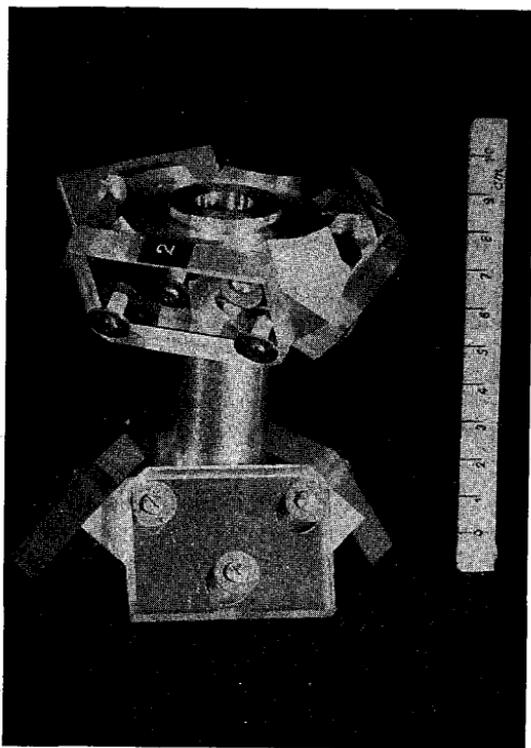


Fig. 8. — Corps mobile : trièdres de trois miroirs orthogonaux.

d'amorçage et une durée d'éclair de l'ordre de 10^{-1} s, ce qui est beaucoup trop long. Nous avons pourtant conservé cette lampe à cause de son mode de construction particulier avec deux électrodes en anneau sur le même axe que le capillaire, laissant libre passage à la lumière monochromatique du faisceau d'amorçage. Ses propriétés ont été étudiées, et l'on a fait les constatations suivantes :

pour diminuer le délai d'amorçage, il faut une impulsion électrique de tension aussi haute que possible et à front raide (à spectre de fréquence étendu);

le délai diminue lorsque la tension entre les deux électrodes augmente;

entre le courant de décharge et l'émission de l'éclair, il existe un délai de l'ordre de 0,5 à 4 μ s qui est fonction des tensions;

les moyens permettant de réduire le délai d'amorçage et la durée d'éclair produisent une diminution de l'intensité du courant, des irrégularités de la luminosité dans le capillaire et la concentration de la décharge lumineuse en une ligne mouvante à l'intérieur du capillaire.

Après fabrication d'un générateur d'impulsions comportant un thyatron à hydrogène et un transformateur d'impulsions conçu spécialement, on a obtenu un délai total de production de l'éclair de 1,6 μ s (délai du générateur d'impulsions 0,5 μ s compris), un temps de montée (zéro au maximum) de 1,4 μ s, une durée à mi-hauteur de 2,7 μ s, et un flux maximal de l'ordre de 10^8 lm. On peut, dans ces conditions, synchroniser l'intensité maximale de l'éclair et l'apparition de la frange achromatique produite par un trièdre tombant à la vitesse de 3,5 m/s; le signal de déclenchement est obtenu avec les interférences de la lumière monochromatique qui interfère jusqu'à une différence de marche d'environ 40 μ m (voir *fig. 6 b*). Actuellement, il reste des problèmes à résoudre pour les détails d'utilisation de l'éclair : les fuites d'onde électromagnétique produisent des déphasages des impulsions de fréquence commandées par l'étalon à quartz; une certaine irrégularité de la forme de la décharge lumineuse dans le capillaire perturbe la reproductibilité de l'intensité de la frange achromatique et devra être supprimée pour assurer un excellent rapport signal/bruit.

Source de lumière monochromatique. — Plusieurs sortes de lampes ont été examinées. Finalement, la lampe à vapeur de mercure super-haute pression Osram HBO 107, luminance $1,4 \times 10^5$ cd/cm², arc de $0,3 \times 0,3$ mm, a été la seule lampe satisfaisante. Pour faciliter la construction du circuit d'accord, la raie verte ($\lambda = 0,546 \mu$ m) a été préférée à la raie violette ($\lambda = 0,434 \mu$ m), malgré la sensibilité deux fois plus faible de la photocathode Cs₂Sb. Avec la raie verte, on a obtenu une différence de marche maximale pratique de 30 à 40 μ m; la distance de présynchronisation des franges achromatiques (*fig. 6 a, b*) est de l'ordre du quart de cette différence de marche maximale.

Chronométrie. — Avec deux chronographes électroniques, l'un numérique (comptage d'impulsions à la fréquence 10 MHz), l'autre analogique (photographie de la figure de franges sur l'écran de l'oscillographe cathodique), il nous semble possible d'obtenir la précision de 5×10^{-9} s sur une durée de 0,67 s. Les trois intervalles successifs qui sont définis par les quatre moments d'apparition de franges achromatiques seront mesurés. Cette mesure sera effectuée avec une paire de chronographes qui opèrent alternativement et qui évitent toute faute de comptage d'impulsions au moment des états transitoires des portes électroniques (brevet en France N° 1 255 621 du 30 janvier 1961, appartenant au Gouvernement japonais, inventeur Sakuma). On aura une vérification de la fidélité de chaque mesure en comparant le premier et le troisième temps, en principe égaux.

Lieu de la mesure et appareil définitif. — Après une analyse des vibrations sismiques sur plusieurs piliers de la salle 1, on a choisi l'emplacement de la nouvelle mesure de *g* sur un pilier situé à 5,8 m à l'ouest de « Sèvs

Point A ». Au milieu de la partie basse (en sous-sol) de ce pilier, un espace de 0,8 m de large, 1,6 m de long et 1,5 m de profondeur a été laissé vide; dans cet espace, une paroi de béton verticale attachée à un autre pilier est installée pour supporter une partie du caisson à vide, afin de diminuer les perturbations mécaniques de la catapulte sur le montage optique. En même temps, quatre tables en béton ont été construites, dont trois sont réservées à l'équipement et à la suspension de la partie du caisson à vide contenant le système optique. La construction d'une partie de l'appareil définitif est en progrès pour l'essai du capteur des franges achromatiques lorsque le trièdre est lancé dans l'air.

Longueurs.

- Comparateur photoélectrique interférentiel (P. Carré).

a. *Installation.* — Le comparateur longitudinal photoélectrique et interférentiel, conçu principalement pour la mesure directe en longueurs d'onde des étalons à traits, et réalisé par la Société Genevoise d'Instruments de Physique, nous a été livré en septembre 1960.

Le caisson rigide et étanche destiné à recevoir le comparateur, et réalisé par la Société Sapratin à Paris, a été scellé en septembre 1960 sur la plate-forme de béton armé prévue à cet effet. Un treuil électrique a été installé pour l'ouverture de la porte de ce caisson.

Après mise en place du comparateur et de la console des moteurs à la salle 2, en mars 1961, il est apparu que l'étanchéité du caisson était insuffisante. Deux défauts ont été trouvés : l'un aux joints des passages d'axes, l'autre au joint d'étanchéité entre les deux coquilles. Les réparations ont été effectuées respectivement par la Société Genevoise et par la Société Sapratin.

L'étanchéité est actuellement bien supérieure à celle que nous avions exigée. Lorsque la différence de pression entre l'intérieur et l'extérieur est 3 mmHg, la variation de l'indice de l'air intérieur due aux fuites résiduelles n'est que de 4×10^{-10} par heure.

Les microscopes photoélectriques équipant le comparateur et le pupitre d'électronique qui leur est associé sont actuellement à Genève pour une ultime mise au point.

La Société Sapratin a installé le dispositif de régulation de température de la salle 2. Un premier essai de fonctionnement permanent a été effectué et, après quelques modifications de l'appareillage, il a donné satisfaction tant en ce qui concerne l'endurance du matériel que ses performances. La stabilité de la température est de l'ordre de $\pm 0,1$ degré. Ces essais seront repris lorsque la partie de la salle 2 où se trouvent le caisson et le comparateur sera séparée, par une cloison isolante, de la cabine des opérateurs contenant les sources de lumière, la console des moteurs et le pupitre d'électronique.

b. *Étude et réalisation de la suspension antivibratoire.* — Les essais préliminaires effectués sur le comparateur photoélectrique, provisoirement installé dès sa livraison à la salle 8, ont montré une très grande instabilité des interférences, inutilisables pendant la journée. Cette instabilité étant due aux oscillations relatives des diverses parties du compa-

rateur, constamment entretenues par l'agitation microsismique du sol, une étude systématique a été entreprise.

On a mesuré les fréquences propres et déterminé les mouvements propres du comparateur par la méthode des oscillations forcées, en utilisant un capteur de vibrations fournissant l'amplitude de l'oscillation en divers points du comparateur et sa phase par rapport à celle de la force excitatrice. Nous avons mis en évidence sept fréquences de résonance lorsque le comparateur est suspendu sur ses crapaudines spéciales, et un nombre égal de fréquences lorsque le comparateur est posé directement sur le sol. La fréquence de résonance la plus basse est de 16,8 Hz dans le premier cas et 23,1 Hz dans le second. Les mouvements propres du comparateur

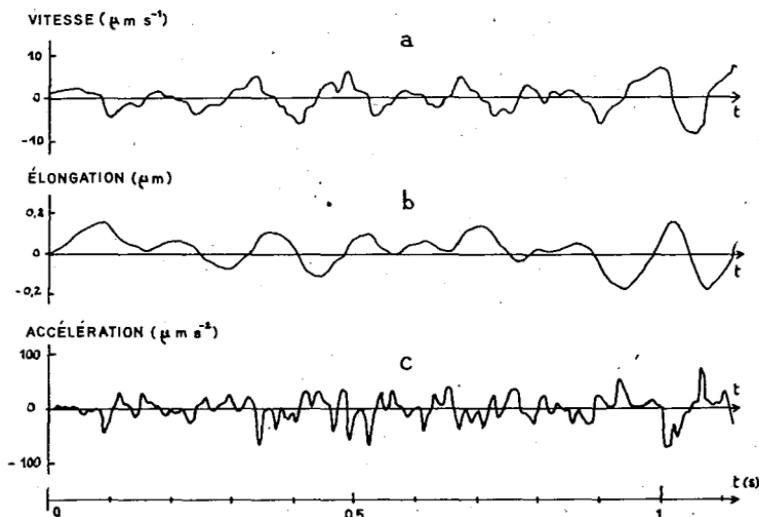


Fig. 9. — Agitation microsismique du sous-sol de la salle 2.

étaient mesurés uniquement par les composantes verticales des mouvements en divers points.

Une première étude des mouvements d'agitation des points d'appui du caisson étanche installé à la salle 2 et destinés à supporter le comparateur, a montré que l'amplitude de ces mouvements n'était pas nettement inférieure à celle du sol de la salle 8, soit environ les deux tiers. Nous avons donc décidé de suspendre élastiquement par des ressorts la plate-forme de béton supportant le caisson.

Nous avons alors enregistré le mouvement d'agitation de la dalle de béton armé constituant le plancher du sous-sol de la salle 2, à l'aide d'un capteur de vibrations à induction. Le signal obtenu est proportionnel à la vitesse; le coefficient de proportionnalité a été déterminé en fonction de la fréquence: il est pratiquement constant pour les fréquences supérieures à 1,5 Hz.

La figure 9 a reproduit une portion d'un enregistrement tel qu'il a été obtenu. Les figures 9 b et c reproduisent les courbes obtenues par intégration et différentiation numériques de la précédente.

Le spectre d'énergie, déduit de la vitesse par transformée de Fourier de sa fonction d'autocorrélation, a été calculé au moyen d'un ordinateur électronique I. B. M. 704. La figure 10 reproduit le début de ce spectre. On constate que l'énergie est en grande partie localisée entre les fréquences 5 et 10 Hz.

Nous avons alors adopté pour la fréquence propre des oscillations verticales de la plate-forme suspendue, la valeur $N_0 = 2$ Hz, ce qui correspond à une déflexion statique des ressorts de 62,5 mm.

On a fait une première étude théorique afin de prévoir la courbe de réponse en fonction de la fréquence d'un montage antivibratoire dans lequel l'amortissement visqueux n'agit que sur une partie du ressort.

Les courbes de réponse, tracées en fonction du rapport de la fréquence d'excitation à la fréquence de résonance N_0 correspondant à un amortis-

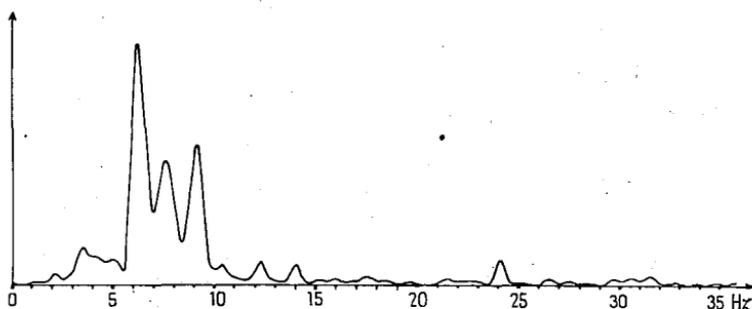


Fig. 10. — Spectre d'énergie correspondant à la figure 9.

sement nul, dépendent de deux paramètres : le rapport k des raideurs de la partie libre du ressort et de la partie soumise à l'amortissement et un paramètre α caractérisant cet amortissement ; on peut par exemple prendre $\alpha = 1$ si le système est à l'amortissement critique lorsqu'on bloque la portion de ressort non amortie.

Ces courbes présentent toutes un maximum. Si l'on choisit $k = 1$, c'est-à-dire si l'amortissement agit sur une moitié du ressort, l'ordonnée

du maximum est minimale pour $\alpha = \frac{\sqrt{3}}{2}$; sa valeur, c'est-à-dire la sur-

tension, est égale à 3 et la fréquence correspondante est $\frac{2 N_0}{\sqrt{3}}$ soit 2,31 Hz.

A la fréquence $8 N_0 = 16$ Hz l'ordonnée de la courbe est 0,031, à la fréquence $12 N_0 = 24$ Hz elle est 0,014. Telles sont les conditions de fonctionnement que nous nous sommes efforcés de réaliser.

Dans une deuxième étude, nous avons déterminé la répartition des masses de la plate-forme de béton et des appareils supportés en tenant compte des installations ultérieures, calculé les moments d'inertie, déterminé les six mouvements propres et les six fréquences propres en fonction du rapport des raideurs moyennes transversale et longitudinale des ressorts. Il est apparu que la valeur optimale de ce rapport est voisine de 1. Nous avons déterminé expérimentalement ce rapport pour les

ressorts que nous projetions d'utiliser, dans leur disposition prévue, et nous avons pu les commander définitivement.

La mise au point des amortisseurs hydrauliques a exigé des essais, d'abord sur modèles homothétiques, puis en vraie grandeur. Ces amortisseurs utilisent une huile aux silicones de viscosité dynamique égale à 100 unités SI. Nous avons également envisagé d'utiliser une contre-réaction électromagnétique, c'est-à-dire d'exercer sur la plate-forme suspendue, par un moyen électromagnétique, une force proportionnelle et de signe contraire à la vitesse de déplacement de la plate-forme, ce qui donnerait le même effet d'amortissement qu'un amortisseur du type visqueux dont le piston, par exemple, serait lié à la plate-forme et le cylindre maintenu immobile. Les essais effectués sur un modèle de 40 kg ont été très satisfaisants. On peut même envisager de réaliser une contre-réaction proportionnelle à l'accélération. Elle a pour effet d'abaisser la fréquence propre du système et d'améliorer l'atténuation des fréquences élevées. Nous n'avons cependant pas retenu ces solutions dont la mise en œuvre aurait exigé une mise au point longue et minutieuse et dont la réalisation aurait conduit à des dispositifs complexes.

La suspension antivibratoire a été réalisée de la façon suivante. Nous avons utilisé des ressorts hélicoïdaux de trois types différents, en acier écrouté et rectifié au manganèse et au silicium ou bien au silicium et au chrome. Ces ressorts, fabriqués par les Établissements Masselin à Rouen, ont été contrôlés individuellement (recherche de défauts éventuels du métal et détermination de la raideur). Les raideurs ont été choisies de telle façon que les charges produisant une déflexion de 31,25 mm soient 628 kg pour le type I, 314 kg pour le type II et 157 kg pour le type III. Les dimensions des ressorts sont telles qu'ils peuvent être montés coaxialement. Leur disposition en groupes de deux couches, suivant les arêtes latérales d'un prisme hexagonal, permet, par suppression de deux, trois, quatre ou six ressorts de l'un ou des autres types, de réaliser 38 valeurs différentes de la raideur du groupe, donc d'ajuster cette raideur selon la charge supportée. Elle permet aussi de fixer aisément le cylindre de l'amortisseur. La figure 11 montre cette disposition pour le groupe N° 5, qui n'utilise d'ailleurs que des ressorts du type I.

Les douze pieds de béton qui supportent la plate-forme avaient été initialement rendus peu conducteurs de la chaleur par l'interposition, en leur milieu, d'un bloc de béton isolant spécial de 20 cm d'épaisseur. Ces blocs ont été démolis, puis remplacés provisoirement par des vérins à vis. En juillet 1961, les douze groupes de ressorts réalisés comme il est indiqué ci-dessus ont été comprimés et glissés à la place des vérins.

Pendant tous ces travaux, la position de la plate-forme a été régulièrement déterminée et notée. Après installation des ressorts, nous avons constaté qu'elle était quelques millimètres plus haut qu'initialement et très légèrement inclinée. Par modification des raideurs de trois groupes de ressorts, nous l'avons remise à l'horizontale et à 1 mm au-dessus de sa position théorique. Depuis cette date nous n'avons à signaler qu'un seul incident : une fuite à l'un des cylindres des amortisseurs. Sa réparation a évidemment exigé le démontage du groupe de ressorts correspondant. Les mesures de position de la plate-forme faites un an après l'installation ne font apparaître aucune fatigue des ressorts.

Ce travail, important par l'étude préalable et par les soins nécessaires à son exécution, a été fait en totalité par le Bureau International sous la direction de P. Carré. Les résultats sont exactement conformes aux prévisions. La stabilité des franges d'interférences est devenue largement suffisante pour les mesures les plus précises.

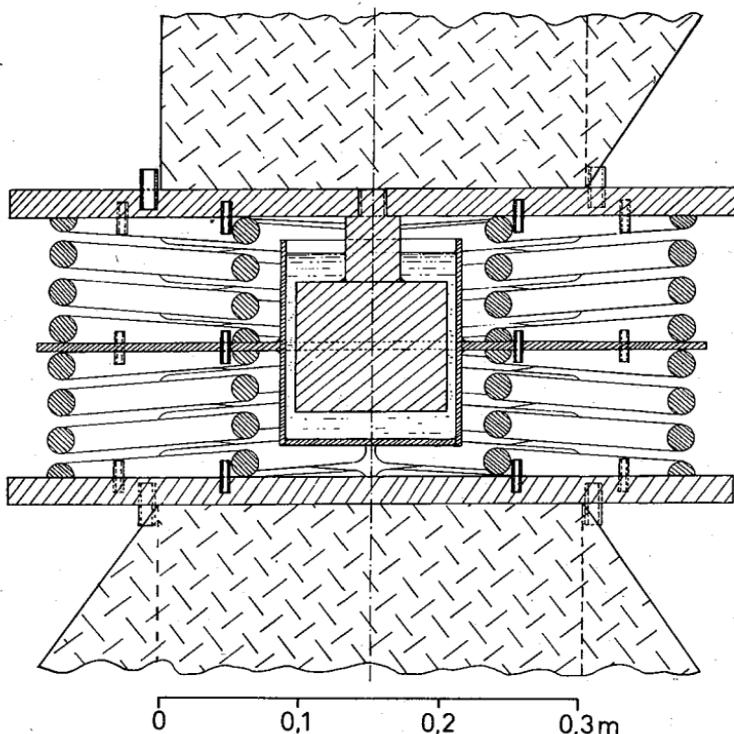


Fig. 11. — Montage antivibratoire à ressorts hélicoïdaux et amortisseur hydraulique : coupe du groupe N° 5.

Comparateur normal. — Pour supprimer les pertes de courant dans l'eau remplissant les auges du comparateur normal, pertes de courant responsables de dépôts électrolytiques, nous avons modifié le système d'entraînement de la pompe de circulation d'eau en isolant radicalement cette pompe du moteur. Dans le même but, nous avons substitué au chauffage électrique d'appoint un serpentin pouvant être alimenté par un courant d'eau chaude. L'auge intérieure, en laiton, a été remplacée par une cuve en acier inoxydable.

Mètres prototypes. — Le Mètre N° 4 appartenant au Gouvernement de l'Inde a été rénové en 1960-1961 par la Société Genevoise d'Instruments de Physique. Son nouveau tracé se compose d'un Mètre défini à 20°C,

divisé en millimètres, et d'un trait supplémentaire gravé au-delà du trait 100 cm (à environ 173 μm) et définissant un Mètre à 0°C.

Vérification de Mètres prototypes (G. Leclerc). — Plusieurs Mètres prototypes sont revenus au Bureau International depuis 1960, les uns pour y être redéterminés après retraçage, les autres pour y être vérifiés.

Bien que la nouvelle définition du mètre ait pris effet à compter du 14 octobre 1960, toutes les valeurs données ci-après sont encore exprimées en fonction de l'ancienne définition, c'est-à-dire du Prototype international M . Lorsque nos prototypes de référence auront été déterminés en longueurs d'onde de la radiation $2p_{10}-5d_5$ du krypton 86 (ces déterminations seront entreprises dès achèvement de la mise au point du comparateur photoélectrique interférentiel), il sera peut-être nécessaire de corriger légèrement ces valeurs si la discontinuité introduite par le changement de définition dépasse l'incertitude admise sur nos résultats actuels, c'est-à-dire 0,1 μm .

Les longueurs attribuées aux prototypes nouvellement retracés sont les suivantes :

N° 20 (Australie)	: $20_{(0)} = 1\text{ m} + 1,12\ \mu\text{m}$ à 0°C	} (septembre 1960)
	$20_{(20)} = 1\text{ m} + 1,31\ \mu\text{m}$ à 20°C	
I 1 (B. I. P. M.)	: $I 1_{(20)} = 1\text{ m} - 1,34\ \mu\text{m}$ à 20°C	(mai 1961)
N° 22 (Japon)	: $22_{(0)} = 1\text{ m} + 1,64\ \mu\text{m}$ à 0°C	} (septembre 1960)
	$22_{(20)} = 1\text{ m} + 1,48\ \mu\text{m}$ à 20°C	
N° 4 (Inde)	: $4_{(0)} = 1\text{ m} - 0,55\ \mu\text{m}$ à 0°C	} (juin 1962)
	$4_{(20)} = 1\text{ m} - 0,69\ \mu\text{m}$ à 20°C	

Pour les Mètres du Japon et de l'Inde, on a effectué aussi l'étude de leurs subdivisions : étalonnage des traits décimétriques et des traits millimétriques des premier et dernier centimètres pour les deux Mètres, étalonnage des traits centimétriques des premier et dernier décimètres pour le N° 22 et de tous les traits centimétriques pour le N° 4.

Les nouvelles valeurs à admettre pour les Mètres vérifiés au Bureau depuis 1960 sont les suivantes :

N° 10 C (Corée)	: $1\text{ m} + 1,36\ \mu\text{m}$ à 0°C (décembre 1960)
	(+ 0,73 μm en 1892)
N° 15 C (Archives de France)	: $1\text{ m} + 1,21\ \mu\text{m}$ à 0°C (mars 1961)
	(+ 0,97 μm en 1892)
N° 27 C (Indonésie)	: $1\text{ m} + 9,34\ \mu\text{m}$ à 0°C (juin 1961)
	(+ 9,34 μm en 1948)
	(+ 9,45 μm en 1921)
N° 7 C (Tchécoslovaquie)	: $1\text{ m} - 0,40\ \mu\text{m}$ à 0°C (mars 1962)
	(+ 0,16 μm en 1929)

On constate pour certains Mètres l'existence d'un écart important entre l'équation d'origine et l'équation nouvelle, écart supérieur aux erreurs de mesure et difficile à expliquer autrement que par l'altération des traits souvent minces, gravés peu profondément et peu ébarbés.

Étude d'étalons divers. — Certains États qui ne peuvent, ou ne veulent pas acquérir de prototype en platine iridié, ou certains laboratoires qui désirent ménager le leur, envoient depuis quelques années au Bureau, pour étude, des règles de 1 m à section en H, en nickel pur, en acier-nickel ou en acier nickelé, fabriquées le plus souvent par la Société Genevoise. La qualité du poli spéculaire et du tracé, et la régularité de la division de ces règles sont remarquables; les seuls points faibles sont l'instabilité plus ou moins importante dans le temps et une résistance moindre que celle du platine iridié aux agents corrosifs. Les mesures que le Bureau International effectue sur ces règles sont aussi précises et aussi complètes (sinon plus complètes lorsque la détermination du coefficient de dilatation est demandée) que sur les Mètres nationaux nouvellement retracés. Ces études sont toutefois longues; la mise en service prochaine du comparateur photo-électrique devrait permettre de les effectuer beaucoup plus rapidement.

Les principaux étalons étudiés depuis 1960 sont les suivants :

— Règle N° 9 212 (Vénézuéla), en nickel pur, divisée en millimètres (équation, dilatation et étalonnage* des divisions) :

$$l_t = 1 \text{ m} + 0,14 \mu\text{m} + [12,828 (t - 20) + 0,005 83 (t - 20)^2] \mu\text{m} \text{ (avril 1961).}$$

— Règle N° 4 614 (Australie), en invar (équation et dilatation) :

$$l_t = 1 \text{ m} + 0,18 \mu\text{m} + [1,321 (t - 20) + 0,002 78 (t - 20)^2] \mu\text{m} \text{ (décembre 1961).}$$

— Règle N° 4 756 (Australie), en acier à 58 % de Ni (équation et dilatation) :

$$l_t = 1 \text{ m} - 0,13 \mu\text{m} + [11,456 (t - 20) + 0,002 77 (t - 20)^2] \mu\text{m} \text{ (décembre 1961).}$$

— Règle N° 346 (Tchécoslovaquie), en invar (équation) :

$$\begin{aligned} & 1 \text{ m} + 1,33 \mu\text{m} \text{ à } 0^\circ\text{C} \text{ (novembre 1960)} \\ & \quad (+ 1,24 \mu\text{m} \text{ en } 1958) \\ & \quad (- 1,0 \mu\text{m} \text{ en } 1924) \end{aligned}$$

— Règle N° 351 (Société Genevoise d'Instruments de Physique), en acier à 58 % de Ni (équation) :

$$1 \text{ m} - 8,38 \mu\text{m} \text{ à } 20^\circ\text{C} \text{ (juin 1962),}$$

valeur confirmant le raccourcissement régulier (— 5,1 μm depuis 1940) signalé dans le Rapport de 1960, p. 28.

— Règle en invar (Institut Géographique National, Paris) :

$$\begin{aligned} & 1 \text{ m} + 7,30 \mu\text{m} \text{ à } 20^\circ\text{C} \text{ (janvier 1962)} \\ & \quad (+ 6,24 \mu\text{m} \text{ en } 1950) \\ & \quad (+ 5,0 \mu\text{m} \text{ en } 1946) \end{aligned}$$

— Règle en acier « Véga X » (Institut Géographique National, Paris) :

$$1 \text{ m} - 2,98 \mu\text{m} \text{ à } 20^\circ\text{C} \text{ (janvier 1962).}$$

Le Bureau a aussi étudié pour la Simpson Optical Manufacturing Co., à Chicago (U. S. A.), une règle en acier à 58 % de Ni, d'environ 914 mm de longueur, dont il a vérifié les subdivisions, déterminé la longueur totale et le coefficient de dilatation au voisinage de 20°C.

Je signale enfin l'ajustage à la valeur 2 m d'un étalon spécial appartenant à la Société d'Optique et Précision à Levallois.

Comparateur géodésique. — Afin d'avoir plus de place à la salle 1 pour les travaux de recherche sur la détermination absolue de g , le comparateur géodésique de 4 m a été démonté et enlevé en janvier 1961. Cet instrument, qui avait été installé en 1884 dans cette salle, ne nous servait pratiquement plus depuis quelque temps que pour la mesure de notre règle de 4 m en invar I 5 utilisée à la Base géodésique; cette Base de 24 m sera mesurée, dans un avenir assez proche, par une méthode interférentielle.

Base géodésique. — De nouveaux réticules, fournis par la Société Genevoise, équipent les micromètres des microscopes de notre base. Les anciens réticules ne portaient qu'une seule paire de traits, gravés sur verre, recoupés par un trait longitudinal. Ceux qui sont actuellement en place possèdent deux paires de traits d'écartement respectifs 40 et 70 μm , recoupées par deux traits longitudinaux distants de 200 μm . On peut ainsi pointer plus commodément des traits de largeurs différentes en choisissant la paire de traits qui convient le mieux. Pour passer d'une paire à l'autre, il suffit de connaître la distance (environ 150 μm) qui sépare leurs axes.

On a profité de cette modification pour vérifier l'alignement et le nivellement des microscopes de l'intervalle — 1 m + 25 m. Pour le nivellement, on a utilisé pour la première fois une cuve de 4,1 m de long et de 4×4 cm de section, partiellement remplie d'eau dont les mouvements sont atténués par des cloisons. On recouvre la surface du liquide de poudre très fine d'aluminium, ce qui facilite la mise au point. Cette cuve est placée sur le chariot de la règle de 4 m.

Cette méthode, qui est employée à la Physikalisch-Technische Bundesanstalt, à Braunschweig, nous a donné aussi satisfaction.

Règles géodésiques (A. Bonhoure, G. Girard). — La règle de 4 m en invar I 4, que nous avions prêtée en décembre 1957 au Centre Européen pour la Recherche Nucléaire (C. E. R. N.) à Genève (*Procès-Verbaux C. I. P. M.*, 26-A, 1958, p. 22), nous a été rendue en novembre 1961 munie d'un nouveau tracé d'excellente qualité. Celui-ci comporte, outre une division tous les mètres, une subdivision millimétrique de l'intervalle 0-1 m. Ce travail a été effectué par la Société Genevoise pour le compte du C.E.R.N. L'atelier du Bureau a construit les pièces-supports qui ont été vissées sur la règle elle-même, évitant ainsi tout déplacement accidentel.

La règle de 4 m en invar I 5 qui, je le rappelle, est indispensable, dans notre organisation actuelle, pour l'étude des fils géodésiques, a été mesurée en janvier-février 1961 et en avril 1962 sur notre base géodésique. Cette dernière détermination a été faite en même temps que celle de la règle I 4. Une comparaison directe de ces deux règles a aussi été effectuée sur l'intervalle 0-24 de la base. Les résultats de ces mesures ont été compensés. On a obtenu les valeurs suivantes :

Valeurs de la règle I 5 à 0°C

	Janv.-Fév. 1961.	Avril 1962.
Intervalle (0-1) = 1 m	+ 17,17 μm	1 m + 18,31 μm
» (1-2) =	+ 14,89	+ 15,54
» (2-3) =	+ 4,54	+ 4,55
» (3-4) =	+ 7,55	+ 7,44
» (0-4) = 4 m	+ 44,15 μm	4 m + 45,86 μm

Valeur de la règle I 4 à 20°C

Avril 1962

Intervalle (0-1) =	1 m +	2,56 μ m
» (1-2) =	+ 2,86	
» (2-3) =	+ 1,66	
» (3-4) =	+ 3,34	
» (0-4) =	4 m +	10,42 μ m

L'allongement de la règle I 5, loin de se ralentir, dépasse actuellement 1 μ m par an. Ces mesures ont été effectuées respectivement par quatre et par trois observateurs. Elles nous ont confirmé que les déterminations de la règle I 5, sur un intervalle de 1 m de la base géodésique, n'étaient pas aussi sûres que celles qui étaient faites autrefois à l'aide du comparateur géodésique de 4 m. Ce comparateur ayant été définitivement démonté, il devient nécessaire de mettre en application la mesure de la base de 24 m par les interférences lumineuses; des essais préliminaires satisfaisants ont déjà été effectués (voir p. 82).

La longueur de la règle N 1 de 1 m en invar, qui nous sert à la mesure de la règle I 5, a été déterminée en janvier 1961 et avril 1962. Sa parfaite stabilité dans le temps a été de nouveau confirmée.

Fils et rubans géodésiques (G. Girard). — De nombreuses demandes nous sont parvenues pour l'étude de fils et rubans géodésiques de différentes longueurs. Pendant cette période de deux années nous avons mesuré 82 fils et rubans et déterminé les coefficients de dilatation de 32 d'entre eux pour les pays suivants : Allemagne, Angola, France, Inde, Norvège, Pays-Bas, Portugal, Suisse.

Nous avons procédé à l'étuvage de deux rubans de 24 m (coulée 79 717) obtenus à partir d'un fil écrasé, pour le Norske Justervesen à Oslo; ils sont actuellement à la Société Genevoise pour le traçage. Ces instruments serviront comme étalons primaires de 24 m.

Deux rubans spéciaux de 17 m, faisant partie d'un système indicateur de niveau devant fonctionner dans des cuves de pétrole, ont été étudiés pour les Ateliers Morin à Paris.

Le ruban d'invar dont il a été question dans le Rapport de 1960, p. 33 et qui porte le numéro BIPM N° 4 est actuellement à la Société Genevoise qui doit le pourvoir d'un tracé fin.

Ruban voyageur BIPM N° 2 (A. Bonhoure, G. Girard). — Ce ruban d'invar de 24 m, que nous faisons circuler dans les Laboratoires spécialement équipés pour la mesure des étalons géodésiques (Rapport 1960, p. 32), a été étudié d'avril à juin 1961 par l'Institut Géodésique de Finlande (I. G.) à Helsinki. Le tableau ci-après reproduit les valeurs du coefficient de dilatation trouvées jusqu'à présent par les différents Laboratoires qui ont participé à ces mesures.

Compte tenu des températures assez différentes auxquelles le ruban a été exposé et de la diversité des méthodes de mesure utilisées par les Laboratoires, ces résultats nous semblent satisfaisants.

Date	Laboratoire	Mesures entre	Allongement du ruban entre 10 et 40°C			
			$\alpha_0 \times 10^6$	$\beta \times 10^9$	$\alpha_{25} \times 10^6$	
Avril-mai 1955	B. I. P. M.	4-41°C	+0,325	+1,45	+0,397	+286 μ m
Décembre 1955	N. B. S.	12-42	+0,400	+0,22	+0,412	+297
Juin 1956	N. P. L.	3-40	+0,357	+1,26	+0,420	+302
Février 1957	B. I. P. M.	4-41	+0,344	+1,40	+0,414	+298
Avril 1958	N. S. L.	20-40	+0,336	+2,45	+0,458	+330
Fév.-mars 1959	I. C. R. S. G.	2-48	+0,393	+1,71	+0,478	+344
Oct.-nov. 1959	B. I. P. M.	4-40	+0,354	+1,29	+0,418	+301
Avril 1960	P. T. B.	12-36	+0,381	+1,18	+0,441	+318
Avril-juin 1961	I. G.	- 4+29	+0,450	-0,58	+0,421	+303
			+0,437	-	-	+315

En ce qui concerne la longueur du ruban, elle a été déterminée au Bureau avant et après les mesures effectuées à Helsinki. L'instabilité relative du ruban ne permettant pas de comparer sa valeur actuelle avec celles qui ont été trouvées précédemment (Rapport 1960, p. 32), nous ne donnerons ici que les résultats récents calculés à la température de 20°C et sans correction de dépression de l'invar.

Date moyenne	Laboratoire	Valeur du ruban à 20°C
6 mars 1961	B. I. P. M.	24 m + 417 μ m
26 mai 1961	I. G.	+ 400
28 juillet 1961	B. I. P. M.	+ 435

Le résultat de cette comparaison entre l'Institut Géodésique de Finlande et le Bureau International est, de beaucoup, le plus discordant que nous ayons enregistré jusqu'à présent et nous n'avons pas encore pu en expliquer les causes. Cependant, l'écart entre nos mesures ou celles de l'Institut Géodésique et leur moyenne reste encore bien inférieur au millionième. Le ruban est étudié actuellement par le Geographical Survey Institute à Tokyo.

Dépression de l'invar (A. Bonhoure, G. Girard). — La vérification de la validité de la formule donnée par Ch.-Éd. Guillaume pour la dépression de l'invar a été poursuivie. Les cinq fils précédemment utilisés (Rapport 1960, p. 33) sont restés suspendus, depuis mai 1960, au râtelier de la base à une température lentement variable entre 18 et 21°C.

Le tableau ci-dessous montre la variation de la longueur à 15°C de ces fils, en millimètres, après un séjour dans une étuve à 44°C environ du 10 mars au 17 mai 1960.

Dates	Fils				
	N° 112	N° 275	N° 795	N° 1137	N° 533
10 mars 1960	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
17 mai 1960	-0,222	-0,238	-0,165	-0,036	-0,329
15 avril 1961	-0,017	-0,126	-0,090	-0,052	-0,365
20 mai 1962	-0,065	-0,081	-0,035	-0,012	-0,335
Relèvement en 2 ans	+0,157	+0,157	+0,130	+0,024	-0,006

Le relèvement de la longueur de ces cinq fils se poursuit, mais assez lentement. Il est à peu près proportionnel au raccourcissement subi lors du séjour des fils dans l'étuve, sauf pour le fil N° 533 qui est d'une livraison récente (1956). En effet, après avoir varié de — 0,33 mm, le N° 533 s'est stabilisé à cette nouvelle longueur. D'après Ch.-Éd. Guillaume, la variation de longueur d'un fil de 24 m passant de 44 à 20°C serait de — 0,124 mm.

Le comportement du fil N° 533 nous a amenés à étendre notre étude en constituant un deuxième groupe de cinq fils avec des longueurs de 24 m d'invar, provenant de coulées récentes, et munies des réglettes de fils anciens inutilisés. Ce nouveau groupe est le suivant :

Fil N° 108	Livraison 17 B
N° 352	18
N° 489	19
N° 754	20
N° 798	21

Ces cinq fils (dont le N° 489 est de la même coulée que le N° 533) ont subi le traitement habituel de stabilisation avant d'être étudiés soigneusement. Ils ont été ensuite placés dans l'étuve maintenue à 44°C, du 21 mars au 21 juillet 1961, puis observés de la même façon que le premier groupe. Au bout de ces quatre mois, bien que le phénomène de dépression ne soit pas terminé, les fils ont été remis au râtelier de la base et maintenus à 20°C environ. Les variations de longueur observées (en millimètres) sont les suivantes, ramenées à 15°C :

Dates	Fils				
	N° 108	N° 352	N° 489	N° 754	N° 798
21 mars 1961	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
19 juillet 1961	— 0,893	— 0,442	— 0,655	— 0,356	— 0,843
27 août 1961	— 0,961	— 0,461	— 0,721	— 0,355	— 0,914
26 février 1962	— 0,556	— 0,462	— 0,689	— 0,320	— 0,917
27 juillet 1962	— 0,938	— 0,434	— 0,661	— 0,296	— 0,905
Relèvement en 11 mois	+ 0,023	+ 0,027	+ 0,060	+ 0,059	+ 0,009

On remarque que le raccourcissement s'est encore accentué au cours du mois suivant la sortie des fils de l'étuve. Le relèvement est très faible au bout de onze mois.

Il ressort du tableau précédent :

- 1° que la variation de longueur des fils de ce deuxième groupe est beaucoup plus importante que pour ceux du premier groupe;
- 2° que la dépression varie assez fortement d'une livraison à l'autre;
- 3° que deux fils (N°s 533 et 489) provenant de la même coulée d'invar ont une dépression bien différente.

Ces expériences seront poursuivies; mais d'ores et déjà on peut dire que la formule de dépression donnée par Ch.-Éd. Guillaume ne semble pas devoir être applicable aux récentes livraisons d'invar.

Allongement des fils sous traction prolongée (G. Girard). — Dans les ouvrages d'art par exemple, on utilise depuis quelque temps des fils d'invar

pour vérifier la stabilité de la construction dans le temps. On nous a demandé à ce sujet quelle était l'influence, sur la longueur d'un fil, de la traction normale de mesure exercée pendant plusieurs mois. Une étude avait déjà été faite en 1910 sur l'initiative d'un membre du Comité International (1). La conclusion était « qu'il est difficile d'affirmer que les écarts entre les résultats excèdent les erreurs des observations ».

Cette étude a été reprise sur deux fils de 24 m : le N° 796 (11^e livraison) datant de 35 ans et dont la dilatabilité a été de nouveau déterminée, et le N° 109 construit avec de l'invar provenant d'une livraison récente (20^e). Ces deux fils ont été soumis à partir d'août 1961 à une traction de 98,09 N (correspondant à la force exercée par les poids tenseurs d'une masse de 10 kg). Les courbes de la figure 12 montrent leur allongement dans le temps.

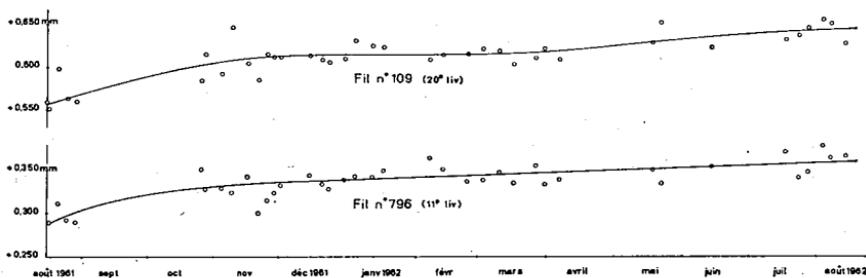


Fig. 12. — Allongement des fils d'invar de 24 m N°s 109 et 796 sous traction prolongée de 98,09 N.

On remarque que les deux courbes ont une forme à peu près semblable et que l'accroissement de longueur n'est pas négligeable. On ne peut toutefois pas être assuré que tous les fils réagissent de la même manière à une traction prolongée.

Divers. — Avant la dernière transformation de la base du Bureau (1949) on utilisait pour passer de la base primaire (à microscopes) à la base secondaire (à repères), les fils P₁ et P₂ dont les réglottes de forme spéciale portent un tracé fin. Ces fils, de construction ancienne (1931), étaient depuis sept ans restés suspendus au râtelier de la base. On a déterminé à nouveau leur longueur et l'on a constaté une variation annuelle de 4 et 5 μm, ce qui est un ordre de grandeur tout à fait acceptable pour des fils de cet âge n'ayant pas été utilisés depuis longtemps.

Après le résultat satisfaisant obtenu sur le ruban en invar BIPM N° 4 au point de vue dilatabilité, on a étuvé quatre nouveaux rubans provenant de la même coulée (79 717). Ces rubans ont été montés à l'atelier du Bureau et attendent d'être pourvus d'un tracé qui pourrait être observé aussi bien à la loupe qu'au microscope. On pense utiliser ces rubans dans la comparaison internationale dont il a déjà été question précédemment.

(1) BENOIT (J. R.) et GUILLAUME (Ch.-Éd.), *La mesure rapide des bases géodésiques*, 5^e édition, Gauthier-Villars, Paris, 1917, p. 230.

Après les commandes importantes de fil d'invar de ces dernières années, nous avons renouvelé notre stock. On a ainsi étuvé 60 kg de fil et 10 kg de ruban provenant de la coulée H 5 784 (22^e livraison); 88 kg d'une autre coulée (78 621) seront prochainement étuvés (23^e livraison).

Depuis quelque temps, le terme β du coefficient de dilatation de l'invar des dernières livraisons de fil avait une valeur jugée un peu forte ($0,005 \times 10^{-6}$). Les Acières d'Imphy se sont intéressées à ce problème et ont réussi à rendre β voisin de $0,001 \times 10^{-6}$.

Interférométrie (J. Hamon, J. Terrien).

Interféromètre Michelson. — Nous avons poursuivi et achevé les modifications et les améliorations destinées à moderniser cet instrument (Rapport 1960, p. 22 et 37). L'interféromètre est maintenant introduit dans son caisson étanche au vide en acier traité, protégé par une enceinte d'isolement thermique, et placé salle 14 sur un pilier en béton refait à cette occasion avec une forme largement évidée pour permettre un équilibre thermique plus rapide avec l'air thermostaté de la salle. Le groupe de pompage comprenant une pompe primaire à palettes et une grosse pompe à diffusion d'huile, avec piège à air liquide, a été installé dans le sous-sol de la salle 14. Toutes les précautions ont été prises pour éviter l'échauffement de ce sous-sol, particulièrement du soubassement du pilier de l'interféromètre, et les vibrations provenant de la pompe primaire.

Le nouvel emplacement de l'interféromètre et l'utilisation du monochromateur à réseau ont nécessité une réorganisation complète de l'installation de la salle et la construction de diverses pièces mécaniques accessoires.

Après avoir effectué le réglage optique des sources et du nouveau mécanisme de déplacement de la compensatrice de l'interféromètre, nous avons procédé à quelques essais divers :

Le vide limite obtenu sans utilisation du piège à air liquide, est environ 5×10^{-5} mm Hg.

La linéarité du mouvement de la compensatrice a été vérifiée; elle est largement suffisante pour nos besoins. La démultiplication du mouvement est telle que le passage d'une frange en lumière verte correspond à 140 mm environ de déplacement de la réglette servant aux lectures.

Pour vérifier la qualité de l'optique, on a mesuré la visibilité des interférences d'une radiation monochromatique lorsque les miroirs sont au contact optique; on a obtenu 0,99.

La stabilité de l'interféromètre est bonne, si l'on évite les causes de vibrations et les coups violents dans le voisinage de la salle d'observation qui provoquent des oscillations gênantes, quoique vite amorties.

La protection thermique semble très efficace car, en cours de mesure, on a très rarement noté une dérive de la différence de marche (pour 400 mm) supérieure à 0,01 frange en 1 heure.

La sensibilité des pointés par la méthode photoélectrique utilisée a été évaluée expérimentalement et trouvée égale à 0,000 1 à 0,000 2 frange lorsque la visibilité des interférences est de l'ordre de 0,4.

Filtre pour la radiation 0,606 μ m du Kr 86. — Pour compléter notre filtre de Dobrowolski (Rapport 1960, p. 22), nous avons acheté un filtre

interférentiel à SPECTROLAB (North Hollywood, Calif.). Son étude a montré qu'il répondait bien à ce que nous en attendions : bonne transmission de la raie $0,6056 \mu\text{m}$, $\tau = 0,85$, élimination quasi totale des raies voisines, particulièrement de la raie $0,6012 \mu\text{m}$ relativement intense.

Lampes et accessoires. — La Physikalisch-Technische Bundesanstalt (Allemagne) nous a donné plusieurs lampes à Kr 86 de construction améliorée.

Le National Research Council (Canada) a offert au Bureau une lampe spéciale à Kr 86 à capillaire vertical de section rectangulaire pour observation en travers.

Un cryostat semblable aux deux autres que nous utilisons déjà pour faire fonctionner les lampes à Kr 86 a été acheté à H. Heinrich (Braunschweig). Il est destiné à la salle 2 où l'on procédera avec le comparateur photoélectrique aux mesures de longueurs à traits par rapport à la radiation étalon. Quelques accessoires de ces cryostats, tels que agitateurs, thermocouples, manomètres, ont été achetés en même temps.

Le National Standards Laboratory (Australie) nous a offert deux lampes sans électrodes à Cd 114 (N^{os} 14 et 15) que nous avons pu faire fonctionner dans le champ de notre oscillateur à 400 MHz construit pour les tubes à Hg 198, bien que sa puissance soit tout juste suffisante.

Une lampe à xénon XBO 501 Osram (München) a été achetée, avec une alimentation électrique spéciale MCCA (Montreuil). Sa luminance, normalement $25\,500 \text{ cd.cm}^{-2}$, peut être poussée jusqu'à $35\,000 \text{ cd.cm}^{-2}$. Elle est destinée à l'observation de franges de superposition avec des étalons Perot-Fabry dont les lames n'ont qu'un très faible facteur de transmission; elle sert aux essais de mesure interférentielle de notre base géodésique de 24 m.

Les boîtes d'alimentation et les appareillages nécessaires pour le fonctionnement des lampes à Kr 86 et à Hg 198 destinées à la salle 2 ont été construits dans notre atelier, ainsi que tout l'appareillage annexe de l'interféromètre du comparateur photoélectrique.

Photomultiplicateurs et galvanomètres. — Deux photomultiplicateurs destinés aux travaux d'interférométrie ont été acquis : l'un à cellule tri-alkaline (E. M. I. Electronics, type 9 558 A), l'autre à couche Cs-Ag (La Radiotechnique (Dario), type 51 AVP). Nous n'avons pas encore étudié les performances de ces appareils. Un galvanomètre d'une sensibilité de $2 \times 10^{-10} \text{ A/div.}$ et un suiveur de spot ont été achetés à SEFRAM; ils serviront à l'enregistrement des pointés photoélectriques d'excédents fractionnaires dans l'interféromètre et dans le réfractomètre du comparateur photoélectrique de la salle 2.

Mesure de la différence de forme des deux surfaces d'onde de l'interféromètre de Michelson. — Afin d'étudier les tolérances que l'on peut admettre dans la reproduction de la répartition de l'éclairement sur les ondes lorsque l'on change de lampe source, il nous fallait connaître la forme des deux ondes interférentes, qui sont déformées différemment par les défauts des pièces optiques. La méthode suivante, bien adaptée à nos exigences, a donné le renseignement voulu.

Les miroirs étant au voisinage du contact optique, on les règle de façon que les deux ondes partielles soient approximativement parallèles. Une

petite ouverture est centrée dans le plan focal de l'objectif de sortie, suivie d'un photomultiplicateur relié à un système enregistreur. A l'entrée de l'interféromètre on dispose un petit diaphragme explorateur. On mesure en chaque région la densité du flux transmis pour deux inclinaisons de la compensatrice correspondant à deux positions à mi-chemin entre un maximum et un minimum d'interférence. De ces deux mesures, on déduit l'éclairement moyen dans la région choisie et la distance entre les deux ondes avec une précision de l'ordre du millièrne de frange. Les ondes peuvent être réglées dans notre appareil de façon que leur distance soit uniforme avec des écarts extrêmes de $\pm 0,03$ à $0,04$ frange en lumière verte sur une surface utile de 24×45 mm (*Rev. Optique*, 41, 1962, p. 131-135).

Étude de plusieurs radiations du krypton 86. — Comme première expérience, et pour vérifier le bon fonctionnement de l'ensemble de l'appareillage, nous avons entrepris la mesure dans le vide de 14 radiations du Kr 86 par rapport à la radiation étalon $0,605\ 6\ \mu\text{m}$ (lampe à environ 63°K , densité de courant $0,5\ \text{A.cm}^{-2}$). Deux mesures seulement ont été faites, à une différence de marche de 100 mm, la lampe étant observée par le côté cathodique. Les raies choisies (tableau I) ont permis une vérification de l'exactitude des mesures de longueurs d'onde par application du principe de Ritz.

Les résultats de nos mesures sont donnés dans le tableau I; la visibilité corrigée de l'erreur due au diamètre du trou placé dans le plan des anneaux et de celle due à l'interféromètre lui-même, est indiquée dans la troisième colonne.

TABLEAU I

Longueurs d'onde dans le vide de radiations du Kr 86, par comparaison à la radiation étalon $0,605\ 780\ 227\ \mu\text{m}$ (λ admis)

Radiation	λ_{vide}	Visibilité
1 $s_4-2\ p_4$	0,599 550 904 μm	0,84
1 $s_4-2\ p_3$	0,588 152 306	0,81
1 $s_4-2\ p_2$	0,587 254 174	0,74
1 $s_5-2\ p_4$	0,567 402 403	0,88
1 $s_5-2\ p_3$	0,557 183 525	0,80
1 $s_5-2\ p_2$	0,556 376 908	0,88
1 $s_4-3\ p_7$	0,446 494 184	0,77
1 $s_4-3\ p_6$	0,445 516 684	0,78
1 $s_2-3\ p_4$	0,442 643 192	0,81
1 $s_2-3\ p_3$	0,441 160 606	0,81
1 $s_3-3\ p_4$	0,430 169 574	0,82
1 $s_3-3\ p_3$	0,428 769 241	0,83
1 $s_5-3\ p_7$	0,428 417 198	0,83
1 $s_5-3\ p_6$	0,427 517 161	0,70

Il semble que l'incertitude sur les longueurs d'onde soit de l'ordre de ± 2 à 3 unités du dernier chiffre inscrit et sur les visibilités de $\pm 0,01$ en moyenne.

Le tableau II indique les nombres d'ondes qui s'en déduisent.

TABLEAU II

	$2p_2$	Δ	$2p_3$	Δ	$2p_4$	$3p_3$	Δ	$3p_4$	$3p_6$	Δ	$3p_7$
$1s_2$						22 667,481 8	75,922 3	22 591,559 5			
Δ						655,086 7		655,086 9			
$1s_3$						23 322,568 5	75,922 1	23 246,646 4			
$1s_4$	17 028,401 7	26,020 3	* 17 002,381 4	323,230 5	16 679,150 9				22 445,848 5	49,140 2	22 396,708 3
Δ	945,025 8		945,026 5		945,025 4				945,025 4		945,025 1
$1s_5$	17 973,427 5	26,019 6	17 947,407 9	323,231 6	17 624,176 3				23 390,873 9	49,140 5	23 341,733 4

* Isolée par filtre derrière le monochromateur.

On constate que la raie $1s_4-2p_3$ donne un résultat aberrant. Or c'est celle pour laquelle nous avons été obligés d'ajouter un filtre à la sortie du monochromateur pour éliminer une raie d'un autre ordre; sans doute ce filtre n'était-il pas assez efficace.

Étude de radiations du mercure 198. — On a étudié les trois radiations

$$\begin{aligned} 6^3D_1-6^1P_1 & \quad (\lambda = 0,5792 \mu\text{m}) \\ 6^3D_2-6^1P_1 & \quad (\lambda = 0,5771 \mu\text{m}) \\ 7^1S_0-6^1P_1 & \quad (\lambda = 1,0142 \mu\text{m}) \end{aligned}$$

produites au moyen d'une lampe sans électrodes de Meggers (pression de l'argon 0,3 mm Hg) dans un champ à la fréquence de 400 MHz et dans un courant d'eau à la température contrôlée de 2, 20 et 40°C; on observait à l'interféromètre de Michelson la visibilité et les variations de l'ordre d'interférence en fonction de la température de la lampe; les différences de marche étaient choisies de 0,1 en 0,1 m, jusqu'à 1 m dans le cas de la raie infrarouge. Quelques difficultés d'emploi du photomultiplicateur refroidi à la glace carbonique ont empêché d'atteindre toute la précision espérée. Néanmoins, plusieurs conclusions se dégagent des résultats expérimentaux.

1° Aucune de ces raies n'est renversée, même à 40°C, mais la visibilité est bien meilleure à 20°C et à 2°C qu'à 40°C, surtout dans le cas de la radiation infrarouge.

2° Le profil spectral comporte une importante composante du type résonance (largeur δ_2), s'ajoutant à la composante d'effet Doppler-Fizeau d'agitation thermique (largeur δ_1); les ordres de grandeur sont les suivants (unité : m^{-1}) :

	$\lambda = 0,5792 \mu\text{m}$	$\lambda = 0,5771 \mu\text{m}$	$\lambda = 1,0142 \mu\text{m}$
2°C	$\left\{ \begin{array}{l} \delta_1 = 15 \text{ à } 16 \\ \delta_2 = 9 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} \delta_1 = 15 \text{ à } 16 \\ \delta_2 = 9 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} \delta_1 = 9 \\ \delta_2 = 5 \end{array} \right.$
20°C	$\delta_2 = 11$	$\delta_2 = 10$	$\delta_2 = 7$
40°C	$\delta_2 = 13$	$\delta_2 = 13$	$\delta_2 = 13$

3° Les variations de la longueur d'onde avec la température de la lampe ne changent pas l'ordre d'interférence de plus de 0,01 à 0,02 frange, aux différences de marche pratiquement utilisables.

4° La raie infrarouge 1,0142 μm est utilisable avec sécurité pour la mesure interférentielle de longueurs jusqu'à 0,5 m et même au-delà; la visibilité V prend en effet les valeurs approximatives suivantes en fonction de la différence de marche D.

D(m)	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1
V _(2°C)	1	0,61	0,31	0,14	0,04	0,02
V _(20°C)	1	0,57	0,27	0,10	0,03	-

Mesures de la longueur d'onde de radiations étalons secondaires du cadmium 114 et du krypton 86. — Entreprises à la demande du Président du Comité Consultatif pour la Définition du Mètre, ces expériences ont fait l'objet d'un rapport détaillé qui sera publié dans la 3^e session (octobre 1962) de ce Comité Consultatif.

Les mesures ont été faites dans l'interféromètre de Michelson (vide de 5×10^{-5} mm Hg environ) avec une lampe à Kr 86 de Engelhard, à capillaire de 2 mm, utilisée et observée dans les conditions recommandées par le Comité International des Poids et Mesures en 1960, et nos deux lampes à Cd 114 N^{os} 14 et 15, l'une contenant de l'argon à la pression indiquée de 3 mm Hg et l'autre à la pression de 10 mm Hg. La différence de marche était 150 mm. Nous avons obtenu les résultats suivants :

Krypton 86 (unité : 10^{-10} m.)

6 458,071 96 \pm 0,000 03
 5 651,128 57 \pm 0,000 03
 4 503,616 16 \pm 0,000 03

Cadmium 114 (unité : 10^{-10} m.)

$p = 3$ mm Hg	$p = 10$ mm Hg
6 440,248 4 \pm 0,000 2	6 440,249 5 \pm 0,000 2
5 087,237 9 \pm 0,000 1	5 087,238 4 \pm 0,000 1
4 801,252 2 \pm 0,000 1	4 801,252 6 \pm 0,000 1
4 679,458 2 \pm 0,000 1	4 679,458 6 \pm 0,000 1

Pour ces mesures, les lampes à cadmium étaient placées dans le champ à la fréquence de 400 MHz environ de l'oscillateur servant d'ordinaire à exciter le tube à Hg 198. Il nous a semblé que la puissance de l'appareil était un peu faible pour illuminer suffisamment ces lampes.

Mesures complémentaires de longueurs d'onde du cadmium 114 (W. R. C. Rowley). — Afin d'éclaircir des désaccords apparents entre le N. P. L. et le B. I. P. M. sur des résultats de mesures de longueurs d'onde du Cd 114, la lampe N^o 13 (sans électrodes, offerte au N. P. L. par le N. S. L.) a été transportée du N. P. L. au B. I. P. M., puis comparée directement aux lampes N^{os} 14 et 15; la lampe N^o 13 a aussi été comparée à la lampe à Kr 86. Cette étude complémentaire a confirmé que la pression d'argon dans chacune des trois lampes était vraisemblablement différente de la pression indiquée par le N. S. L.; dans cette hypothèse, l'accord des mesures de longueurs d'onde du N. P. L. et du B. I. P. M. est excellent; il correspond en effet à une précision de 0,001 frange, malgré l'emploi d'interféromètres différents et de méthodes différentes de pointé des franges.

Recherche de la longueur d'onde de la radiation étalon sans perturbation. — Ce travail fait aussi partie du programme proposé par le Comité Consultatif pour la Définition du Mètre; il sera également publié, ainsi que le travail exposé dans les deux paragraphes suivants, dans la 3^e session (octobre 1962) de ce Comité Consultatif.

Une extrapolation à intensité nulle du courant de décharge n'est pas suffisante; on doit extrapoler à pression nulle, et pour diverses raisons nous avons choisi de faire cette extrapolation sur des observations effectuées avec la lampe spéciale à Kr 86 construite par Baird (N. R. C.) observée en travers. Le capillaire a une section rectangulaire de 2 mm \times 13 mm. L'intensité de la décharge était 20 mA. La température de condensation

du krypton était mesurée au bas d'une tubulure latérale soudée sur la branche anodique de la lampe.

L'interféromètre de Michelson sous vide était réglé à une différence de marche de 400 mm. On mesurait l'excédent fractionnaire de l'ordre d'interférence lorsque la température de la lampe était portée plusieurs fois et alternativement à deux valeurs T_1 et T_2 ; on en déduisait la variation $\Delta\sigma$ du nombre d'ondes par mètre entre les pressions correspondantes du krypton.

TABLEAU III

T_1 (°K)	T_2 (°K)	p_1 (mm Hg)	p_2 (mm Hg)	Δp (mm Hg)	$\Delta\sigma$ (m ⁻¹)	$\frac{\Delta\sigma}{\Delta p}$ (m ⁻¹ /mm Hg)	Poids
58,03	61,72	0,004 7	0,019 3	0,014 6	0,003 5	0,240	2
61,72	63,48	0,019 3	0,036 1	0,016 8	0,003 5	0,208	1
57,92	63,48	0,004 5	0,036 1	0,031 6	0,009 0	0,285	2
63,57	65,32	0,037 2	0,065 8	0,028 6	0,008 8	0,308	1

On peut admettre que $\Delta\sigma$ est une fonction linéaire de p . La pente moyenne est $\frac{\Delta\sigma}{\Delta p} = 0,261 \text{ m}^{-1}/\text{mm Hg}$, avec une incertitude de l'ordre de $\pm 0,050$.

Le nombre d'ondes par mètre à 63°K ($p = 0,03 \text{ mm Hg}$) et à 20 mA est donc

$$1650\,763,722 \pm 0,001\,6 \text{ m}^{-1}.$$

L'incertitude relative est de l'ordre de 10^{-9} .

Comparaison de la lampe à krypton 86 de Engelhard observée en bout à la lampe de Baird observée en travers. — La lampe Engelhard a un capillaire de 70 mm de long et de 2 mm de diamètre intérieur. La longueur d'onde étalon de la radiation émise par cette lampe a été mesurée aux différences de marche de + 400 et — 400 mm par comparaison à la lampe Baird utilisée comme étalon dans les mêmes conditions que précédemment et qui fournissait ainsi une radiation dont le nombre d'ondes est connu. La radiation émise par la lampe de Engelhard a été observée dans les six conditions suivantes : à 58, 61 et 63°K et dans les deux sens de propagation de la lumière : CAO (cathode-anode-observateur) et ACO (anode-cathode-observateur); l'intensité du courant était 10,4 mA ($j = 0,33 \text{ A.cm}^{-2}$).

Les résultats sont donnés dans le tableau IV où l'on a inscrit la différence entre le nombre d'ondes de la radiation de la lampe Engelhard et le nombre d'ondes extrapolé au moyen de la lampe Baird. Autrement dit, le nombre d'ondes est le nombre inscrit au tableau augmenté de $1\,650\,763,73 \text{ m}^{-1}$.

TABLEAU IV

T (anode)	$\sigma_{\text{observé}} - \sigma_{\text{sans perturbation}}$	
	Sens CAO	Sens ACO
58°K	+ 0,028 5 m ⁻¹	- 0,041 0 m ⁻¹
61	+ 0,015 0	- 0,033 3
63	+ 0,005 7	- 0,033 7

Extrapolation à pression nulle avec la lampe à krypton 86 de Engelhard. — Il semble bien évident que si l'on veut éliminer le changement de longueur d'onde provoqué par le sens du courant, il faut faire la moyenne entre les longueurs d'onde avec sens opposé du courant à une même pression du krypton. Or, une décharge en courant continu entretient une différence de pression entre les deux extrémités du capillaire. Nous avons donc appliqué une correction soustractive à la pression du krypton pour les observations faites côté cathode (ACO). La valeur de cette correction tirée des travaux

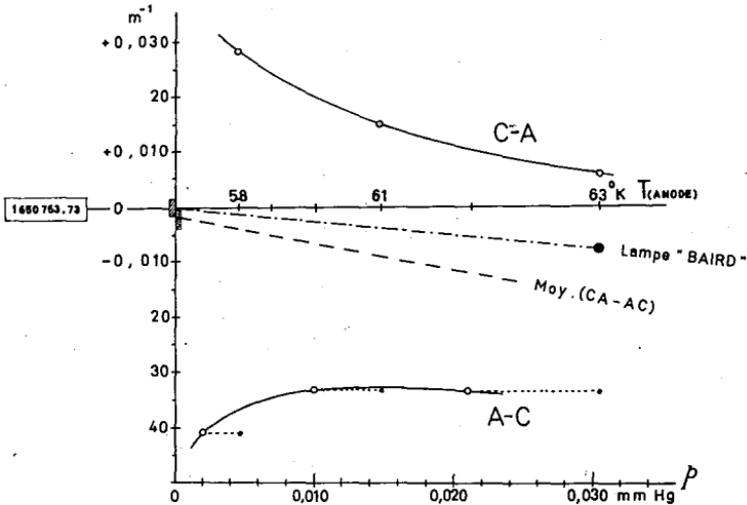


Fig. 13. — Radiation $2 p_{10}^{-5} d_s$ du Kr 86.

Comparaison de la lampe de Engelhard (capillaire $d = 2$ mm, $i = 10,4$ mA, $j = 0,33$ A.cm⁻²) à la lampe de Baird.

de D. S. Smith (N. R. C., Ottawa) est assez incertaine, le diamètre du capillaire n'étant pas le même, mais il n'y a guère de doute sur son signe.

Les résultats sont représentés sur la figure 13. Les domaines d'incertitude des deux résultats extrapolés se recouvrent; les deux lampes donnent des résultats cohérents.

D'autres expériences ont été faites dans les six mêmes conditions; mais l'intensité du courant était $24,4$ mA ($0,78$ A.cm⁻²); les résultats sont donnés au tableau V et à la figure 14.

TABEAU V

T (anode)	$\sigma_{\text{observé}} - \sigma_{\text{sans perturbation}}$	
	Sens CAO	Sens ACO
58°K	+ 0,030 8 m ⁻¹	- 0,047 0 m ⁻¹
61	+ 0,014 8	- 0,038 5
63	+ 0,003 1	- 0,038 9

Enfin, on a essayé d'étudier de la même façon la variation du nombre d'ondes lorsque l'intensité du courant était réduite à 5,8 mA ($0,185 \text{ A. cm}^{-2}$), mais le fonctionnement de la lampe était instable à la température la plus basse et les résultats manquent de certitude.

On peut conclure que le nombre d'ondes de la radiation $2 p_{10}-5 d_3$ émise par l'une de ces deux lampes peut être mesuré avec une incertitude relative comprise entre 1 et 2×10^{-9} .

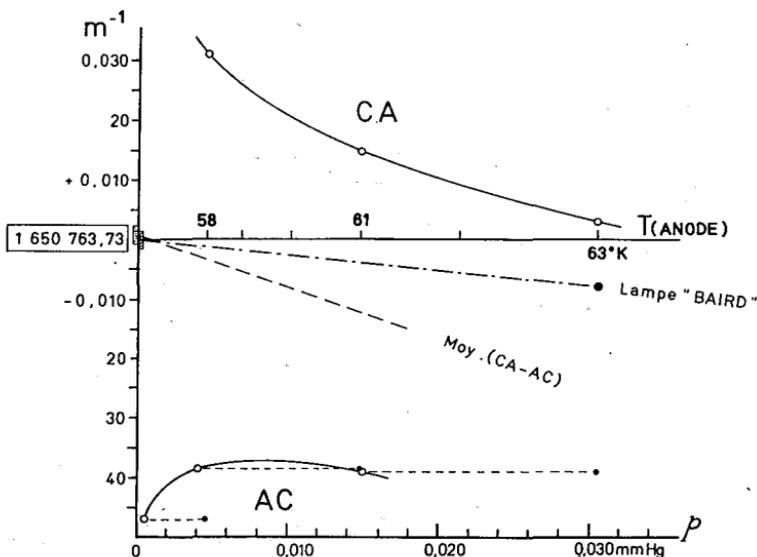


Fig. 14. — Radiation $2 p_{10}-5 d_3$ du Kr 86.

Comparaison de la lampe de Engelhard (capillaire $d = 2 \text{ mm}$, $i = 24,4 \text{ mA}$, $j = 0,78 \text{ A. cm}^{-2}$) à la lampe de Baird.

Dissymétrie du profil spectral de la radiation étalon du krypton 86 (W. R. C. Rowley, J. Hamon). — Deux études de la dissymétrie du profil spectral de la radiation $2 p_{10}-5 d_3$ du Kr 86, produite par la lampe recommandée par le Comité International des Poids et Mesures en 1960, ont été entreprises par l'observation de la visibilité complexe, transformée de Fourier du profil spectral.

La première étude est une comparaison du profil de cette radiation produite dans deux conditions différentes :

a. lampe maintenue à 58°K , densité du courant dans le capillaire $0,2 \text{ A. cm}^{-2}$;

b. lampe à 64°K , densité de courant $0,4 \text{ A. cm}^{-2}$;

la lumière cheminait de l'extrémité anodique vers l'extrémité cathodique du capillaire. Les résultats expérimentaux ne sont pas très homogènes, parce que la lampe, d'un modèle ancien de Engelhard, a dû être remplacée deux fois après rupture du filament cathodique; d'autre part, dans la

condition *b* d'excitation, la visibilité devient insuffisante pour des mesures précises au-delà de la différence de marche 0,5 m. On a constaté que les ordres d'interférence des deux radiations sont dans un rapport constant à $\pm 0,001$ frange près, jusqu'à 0,5 m; il n'y a donc pas de changement important du degré de dissymétrie d'une condition d'excitation à l'autre. Le nombre d'ondes par mètre est plus petit dans la condition *a* de $0,013 \pm 0,003 \text{ m}^{-1}$ lorsque le diamètre intérieur du capillaire est 3 mm; lorsque ce diamètre est 2 mm, un petit nombre de mesures indiquent une différence moindre. La valeur absolue de la visibilité a été mesurée; dans la condition *a* d'excitation, cette visibilité est bien meilleure que dans la condition *b*; interprétée conformément à la théorie déjà exposée (Rapport 1958, p. 41; *Procès-Verbaux C. I. P. M.*, 1958, 26-B, p. M 146), on en déduit une température d'agitation thermique de 58°K et une composante de largeur du type résonance de $0,16 \text{ m}^{-1}$, ce qui confirme des observations antérieures.

La deuxième étude de la dissymétrie de la radiation étalon a été faite par W. R. C. Rowley, de la Standards Division du National Physical Laboratory de Teddington, pendant son stage de février à août 1962 au Bureau International; nous sommes très reconnaissants au N. P. L. d'avoir accordé les frais de séjour à cet excellent spectroscopiste qui a pu ainsi, en utilisant l'interféromètre de Michelson du Bureau International, mener à bien la recherche difficile qu'il a entreprise : mesurer le degré de dissymétrie en valeur absolue, sans aucune référence à une radiation supposée symétrique. La visibilité complexe a été mesurée à plusieurs différences de marche qui étaient entre elles dans un rapport simple, connu par multiplication optique d'un étalon Perot-Fabry. Lorsque la radiation $2 p_{10-5} d_3$ est produite conformément aux premières recommandations du Comité International (63°K, $0,3 \text{ A. cm}^{-2}$) les signes de dissymétrie apparaissent nettement; ils existent encore à plus basse pression (lampe à 59,5°K, densité de courant $0,3 \text{ A. cm}^{-2}$). L'analyse des résultats est en cours; une conclusion provisoire est que le degré de dissymétrie est assez petit pour que la longueur d'onde moyenne soit définie sans précaution spéciale avec une précision relative de l'ordre de 5×10^{-9} . Les résultats définitifs devront être examinés avec soin; en effet, la connaissance du défaut de symétrie des profils spectraux est nécessaire pour comprendre la signification des résultats de mesures de longueurs d'onde, ou de variations de longueur d'onde, obtenus avec la sensibilité expérimentale accessible actuellement de 10^{-9} en valeur relative.

Indice de réfraction de l'air; réfractomètre (J. Terrien, J. Hamon, P. Carré). — L'expérience acquise par les essais préliminaires décrits dans les Rapports de 1958, p. 44 et 1960, p. 41, nous a permis de mettre au point le réfractomètre destiné à la mesure de l'indice de l'air à l'intérieur du caisson du comparateur photoélectrique interférentiel. Cet appareil a été construit à l'atelier du Bureau, à l'exception des chambres en verre pyrex qui ont été réalisées parfaitement, malgré des tolérances dimensionnelles sévères, par la Société Cahan (Paris) et que nous avons préférées aux chambres métalliques. Il est constitué essentiellement d'un petit interféromètre de Michelson sous incidence de Brewster (*fig. 15*); toutes les pièces d'optique sont montées sur un bâti métallique rigide largement évidé pour permettre la circulation de l'air (*fig. 16*).

La lame compensatrice est fixée sur un bras flexible dont l'extrémité est un noyau en fer pur plongeant librement dans une petite bobine B (fig. 16). Cette bobine est alimentée en courant continu par une alimentation spécialement construite et stabilisée par une diode de Zener; ce montage

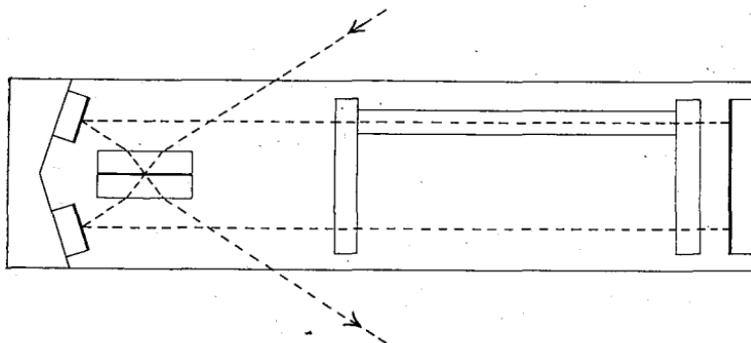


Fig. 15. — Schéma de principe du réfractomètre.

permet de donner automatiquement à la compensatrice quatre positions angulairement équidistantes de façon à pouvoir faire les pointés de franges photoélectriquement par la méthode des quatre enregistrements. La puissance dissipée dans cette bobine a pu être réduite à moins de 0,01 W.

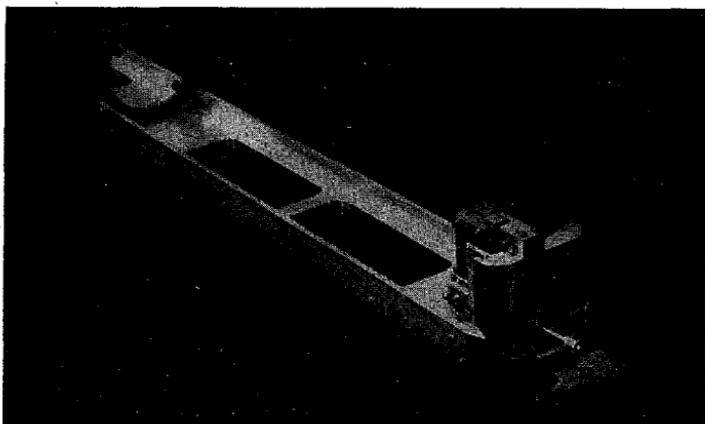


Fig. 16. — Bâti de l'interféromètre du réfractomètre.

La courbe d'hystérésis est très plate et se referme exactement; pour obtenir les quatre positions de la compensatrice, aller et retour symétriques comme l'exige la méthode, il nous a fallu néanmoins ajuster cinq valeurs de l'intensité du courant, la position repos constituant la première et la dernière positions. Dans un premier essai, nous avons obtenu ces réglages à mieux que 0,01 frange près.

Une chambre à vide peut être placée successivement sur l'un et sur l'autre des faisceaux. Elle est constituée d'un tube en verre pyrex soudé à ses extrémités sur des plaques percées de même matière qui sont maintenues par deux autres tubes communiquant avec la chambre (fig. 17). L'ensemble est fermé par deux lames optiques à faces parallèles légèrement graissées et maintenues par adhérence. La longueur utile du trajet dans le vide est $322\ 840 \pm 5\ \mu\text{m}$. Les lames sont inclinées sur les faisceaux d'un angle de $15,5 \pm 0,5 \times 10^{-3}$ rad pour que les réflexions parasites puissent être éliminées. Toute cette partie est ajustée dans une monture métallique permettant le passage d'un faisceau à l'autre par rotation autour d'un axe longitudinal commandé par un micromoteur à arrêt automatique.

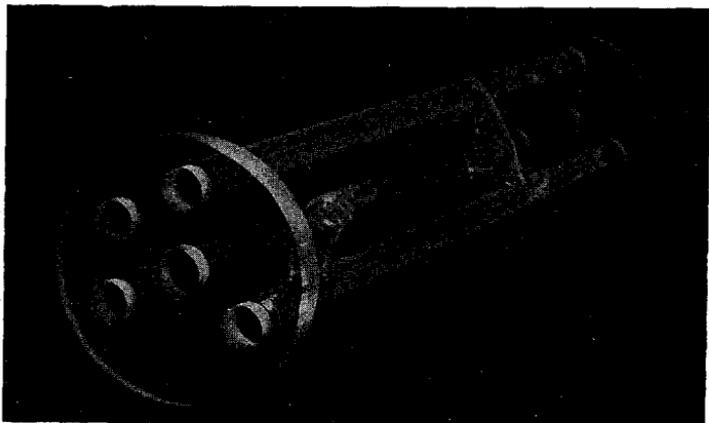


Fig. 17. — Chambre à vide du réfractomètre.

Ainsi les deux faisceaux de l'interféromètre traversent, à très peu près, la même épaisseur de verre. La mesure de l'indice de l'air nécessite un tarage préliminaire, par le pointé de l'excédent fractionnaire lorsque l'indice est le même sur les deux faisceaux, la chambre à vide étant d'abord sur le faisceau 1, puis sur le faisceau 2; on a dans ces conditions :

$$\left. \begin{aligned} \delta_{01} &= \Delta_i + \Delta_e \\ \delta_{02} &= \Delta_i - \Delta_c \end{aligned} \right\} \delta_{01} - \delta_{02} = 2 \Delta_e,$$

où

δ_{01}, δ_{02} = différence de marche observée quand la chambre est sur le faisceau 1, puis sur le faisceau 2;

Δ_i = différence de marche voisine de zéro due au réglage de l'interféromètre;

Δ_e = différence de marche due à la différence d'épaisseur de verre traversée par les deux faisceaux.

Pour la mesure d'indice, on fait le vide dans la chambre; celle-ci est placée successivement sur l'un et sur l'autre faisceau, l'appareil étant dans l'air dont on désire connaître l'indice; on a alors

$$\left. \begin{aligned} \delta_{v,1} &= \Delta'_i + \Delta_e + \Delta_c \\ \delta_{v,2} &= \Delta'_i - \Delta_e - \Delta_c \end{aligned} \right\} \delta_{v,1} - \delta_{v,2} = 2 \Delta'_e + 2 \Delta_c,$$

où

$\delta_{v,1}, \delta_{v,2}$ = différence de marche observée quand la chambre est sur le faisceau 1, puis sur le faisceau 2;

Δ_e = différence de marche due au réglage de l'interféromètre, qui peut avoir changé légèrement;

Δ_c = différence de marche due au vide dans la chambre.

Le tarage préliminaire n'aura à être effectué qu'une seule fois. Un caisson cylindrique étanche en acier inoxydable (diamètre 35 cm, longueur 60 cm) pouvant contenir le réfractomètre complet permettra de faire ce tarage dans le vide; l'expérience que nous avons acquise a montré en effet qu'il est impossible d'être assuré de l'égalité des indices de l'air ambiant et de l'air que l'on a introduit dans un tube, même soigneusement nettoyé.

D'autre part, les équations ci-dessus montrent qu'un réglage de l'interféromètre différent de celui existant lors du tarage n'introduit pas d'erreur. La qualité du vide sera contrôlée à chaque expérience.

Une plate-forme rigide a été construite et fixée à l'emplacement prévu sur le comparateur photoélectrique. Un système de miroirs mobiles permet de faire la mesure avec les mêmes radiations que celles qui seront utilisées pour la détermination des étalons.

Expériences en vue de la mesure de la base géodésique de 24 m par les interférences (J. Terrien, P. Carré, J. Hamon). — Entre deux étalons Perot-Fabry dont le plus petit mesurait 10 mm, on a pu observer les franges de superposition de la multiplication optique par un facteur 12; les lames du petit étalon étaient argentées avec les facteurs optiques suivants : $\tau = 0,55 \%$, $\rho = 96 \%$, celles du grand étalon étaient aluminées avec un facteur de réflexion d'environ 50 %. On a vérifié, par l'observation successive de multiplications croissantes, que la frange achromatique est bien la frange d'ordre zéro. On a observé ensuite la multiplication par 12 en vraie grandeur, c'est-à-dire le plus petit étalon P. F. ayant 1 m et le plus grand 12 m; les franges sont encore très visibles bien qu'il soit difficile de distinguer visuellement la frange achromatique, mais cela importe peu, car une erreur de 2 ou 3 franges est tolérable si la précision relative demandée sur chaque station de 12 m est de 1×10^{-7} . Pour cette expérience nous avons utilisé comme source de lumière blanche une lampe à xénon Osram XBO 501 (25 500 cd.cm⁻²).

Il est donc prouvé qu'à partir d'un étalon Perot-Fabry de 1 m, que l'on sait mesurer en longueurs d'onde, on peut mesurer par multiplication optique en lumière blanche, en produisant deux différences de marche de sens opposés dans un interféromètre de Michelson, la longueur de 24 m de notre base géodésique, avec une précision qui pourra être rendue largement suffisante.

Masses et Densités.

Balance Stanton de 10 kilogrammes. — Cette balance, qui avait été commandée à Stanton Instruments Ltd. (Londres) en mai 1958, a été montée au Bureau en avril 1961 dans la salle 5, à la place qu'occupait autrefois la balance Rueprecht N° 5.

Après avoir déterminé la valeur des surcharges destinées à mesurer la sensibilité de cette balance, on a effectué l'étalonnage de la série U_s du Bureau (p. 86). On a d'abord comparé la masse de 10 kg à Σ 10 kg, puis on a exécuté l'étalonnage proprement dit des masses de 5 à 1 kg dont les résultats ont été compensés par la méthode habituelle. Les écarts entre les valeurs observées et calculées des comparaisons, qui sont le meilleur test de la qualité d'une balance, ont tous été trouvés inférieurs à 0,02 mg (maximum 0,019 mg).

Ces résultats sont à rapprocher de l'étalonnage identique qui avait été fait en 1944 avec la balance Jouan de 5 kg à transposition, montée à l'époque dans la salle 2 de notre laboratoire. Les différences Observ.-Calc. atteignaient alors deux fois 0,06 mg et une fois 0,08 mg.

D'autre part, le Kilogramme U, en acier inoxydable « Uranus » qui a servi de point de départ à cet étalonnage a été comparé au prototype N° 9 à l'aide de la balance Rueprecht N° 1 et au prototype N° 31 avec la balance Stanton. On a trouvé des valeurs très concordantes :

$$\begin{array}{l} U_s = 1 \text{ kg} + 0,2616 \text{ mg} \quad (\text{Rueprecht N° 1 et Prototype N° 9}) \\ U_s = \quad \quad + 0,2596 \quad \quad (\text{Stanton et Prototype N° 31}) \end{array}$$

$$\text{Moyenne... } \dots \quad 1 \text{ kg} + 0,2606 \text{ mg}$$

On a aussi tracé les courbes correspondant aux positions d'équilibre des balances Rueprecht et Stanton pour une même charge de 1 kg et l'on a constaté que, dans l'ensemble, les écarts par rapport aux droites moyennes étaient sensiblement les mêmes avec l'une ou l'autre balance.

Tous ces résultats montrent la qualité tout à fait satisfaisante de la balance Stanton.

Balance Stanton de 2 grammes. — La balance de 2 g commandée au même constructeur en mars 1961 a été livrée au Bureau en mai 1962; elle a été placée dans la salle 5.

On a effectué d'abord avec cette balance un étalonnage partiel de la série étalon Oe du Bureau, de 500 à 100 mg. Les écarts entre les valeurs observées et calculées ont été trouvés inférieurs à 0,2 μ g, sauf un qui atteint 0,36 μ g. On a ensuite étalonné les subdivisions du milligramme de la petite boîte carrée N° 1 et, là encore, les erreurs résiduelles n'ont pas dépassé 0,34 μ g. Enfin, deux séries de comparaisons des deux pièces de 2 g de la série Oe, effectuées deux jours consécutifs, ont donné des résultats identiques.

La précision atteinte avec cette balance nous semble excellente.

Stanton Instruments doit encore nous fournir une balance pour les pesées hydrostatiques, qui lui a été commandée en avril 1961, et dont la construction pourrait être achevée à la fin de 1962.

Balance à fil de torsion V. D. F. — Nous avons acquis aussi une petite balance à fil de torsion en tungstène à Vereenigde Draadfabrieken (V. D. F.), à Nimègue, d'une portée maximale de 20 mg, mais nous pensons l'utiliser seulement pour comparer les plus petites masses, jusqu'à 5 mg. C'est à la suite d'une visite que A. Bonhoure a faite au Service de la Métrologie des Pays-Bas à La Haye, qui emploie couramment ce type de balance, que cet achat a été décidé.

Pour juger des qualités de cette balance, on a effectué aussi un étalonnage d'une série de poids en nickel de 5 à 1 mg. La balance a été utilisée comme une balance ordinaire à trois couteaux, les poids placés sur les plateaux à gauche et à droite étant échangés plusieurs fois au cours d'une même comparaison. Les écarts entre les valeurs observées et calculées ont été tous inférieurs au microgramme, c'est-à-dire du même ordre de grandeur que ceux que l'on obtient avec une balance à couteaux. La durée des pesées pour atteindre cette précision est aussi longue qu'avec une balance classique. La balance V. D. F. coûte environ cinq fois moins qu'une balance à couteaux de même précision; elle a toutefois une portée moindre.

Enfin, nous avons été heureux d'apprendre, par une lettre de Mr Astin, que le National Bureau of Standards serait disposé à faire bénéficier le Bureau International de l'étude qui est effectuée à Washington d'une balance de 1 kg, à un seul plateau, de la plus haute précision.

Le renouvellement des instruments de notre Section des pesées, après avoir été longtemps différé, serait ainsi presque complet.

Balances diverses. — La balance *Rueprecht* N° 2, de 200 g, qui avait été précédemment démontée et nettoyée à l'atelier du Bureau (Rapport 1960, p. 22) a subi un nouveau réglage de la position d'arrêt des plateaux par A. Bonhoure, qui permet maintenant d'effectuer correctement la transposition des poids au cours de leur comparaison. La Maison *Rueprecht* a accepté de réviser et d'apporter quelques perfectionnements à cette balance. Il s'agirait surtout de la munir d'un mécanisme permettant de déposer à distance, sur les étriers, des surcharges pour mesurer la sensibilité de la balance. Cependant ce constructeur ne pourra pas entreprendre cette révision avant quelque temps.

La cuve extérieure de la balance *hydrostatique*, contenant le bain d'eau pure, a été remplacée et munie d'une turbine entraînée par un moteur électrique plus efficace et plus commode que l'ancien système d'agitation actionné à la main.

Il semble par ailleurs qu'on ait légèrement amélioré la fidélité de la balance *Rueprecht* N° 1, de 1 kg, en diminuant sensiblement le jeu latéral du couteau central dans sa position d'arrêt.

Kilogrammes prototypes. — Johnson Matthey and Co. (Londres) nous avait fourni, en août 1956, un cylindre en platine iridié destiné à faire un Kilogramme prototype. Ce cylindre, dont la masse volumique avait été étudiée précédemment, a été poli et ajusté au début de cette année. Nous attendons de pouvoir constituer un groupe de prototypes pour déterminer sa masse avec précision. Une comparaison sommaire permet cependant de lui attribuer la valeur provisoire : 1 kg — 0,1 mg. Ce nouveau prototype

permettra de satisfaire éventuellement tout État ou Laboratoire désirant acquérir un Kilogramme en platine iridié.

Le Kilogramme prototype N° 34, appartenant à l'Académie des Sciences de l'Institut de France, qui n'a pratiquement pas été utilisé depuis les comparaisons originales des prototypes de 1886-1888, constitue en fait un excellent témoin du Kilogramme international. Il a été obligeamment prêté au Bureau International par l'Académie, pour participer à quelques vérifications de prototypes nationaux qui nous ont été demandées ces dernières années, et augmenter ainsi la précision des résultats.

Il nous a semblé que ce Kilogramme N° 34 présenterait encore plus d'intérêt si son étui pouvait être scellé par le Bureau International, afin qu'à l'occasion de comparaisons ultérieures on ait la certitude absolue qu'il n'a pas été manipulé entre temps. MM. les Secrétaires perpétuels de l'Académie des Sciences ont bien voulu accueillir favorablement cette suggestion que nous leur avons présentée.

Vérifications de Kilogrammes prototypes (A. Bonhore). — Le Kilogramme prototype N° 18 appartenant au Royaume-Uni, auquel le pound anglais avait été comparé au N. P. L. à Teddington, a été déterminé à nouveau au Bureau International de novembre 1960 à janvier 1961, en même temps que le Kilogramme N° 39, en platine iridié, appartenant autrefois au Japon et maintenant à la République de Corée.

Pour donner à ces déterminations une précision suffisante, on a joint à ces deux Kilogrammes les prototypes N°s 9, 25, 31 (Bureau International) et N° 34 (Académie des Sciences) et on les a comparés deux à deux dans toutes les combinaisons possibles à l'aide de la balance Rueprecht N° 1.

Après avoir examiné les résultats de ces comparaisons, on a décidé de calculer les valeurs des Kilogrammes N°s 18 et 39 en s'appuyant non seulement sur les trois prototypes du Bureau, mais aussi en tenant compte, avec un poids égal, des résultats des comparaisons avec le Kilogramme N° 34 de l'Académie des Sciences. En effet, le prototype N° 34, dont la surface est parfaitement conservée, a très peu servi et son équation de 1949-1950 (2^e vérification des prototypes nationaux) ne diffère de celle de 1889 que de — 0,005 mg. Son rattachement au Prototype international \mathfrak{K} , auquel il a été comparé directement en 1888, est donc excellent.

Le tableau suivant résume les valeurs successives des Kilogrammes N°s 18 et 39 (excès, en milligramme, sur la valeur nominale) :

Kilogramme	1889	1923	1933	1948	1960/61
N° 18 (Royaume-Uni)	+ 0,070	+ 0,051	+ 0,058	+ 0,071	+ 0,059
N° 39 (Rép. de Corée)	— 0,118	-	-	-	— 0,703

On voit que si le N° 18 accuse de petites variations qu'il est bien difficile de garantir, le N° 39, par contre, a nettement diminué comme le laissait d'ailleurs prévoir l'état de sa surface.

En septembre-octobre 1961, les prototypes N° 46 (Indonésie) et N° 50 (Canada) ont été comparés aux prototypes N°s 9 et 31 du Bureau International et au prototype N° 34 de l'Académie des Sciences. Les comparaisons ont été effectuées dans toutes les combinaisons possibles, comme précédemment. Pour la raison indiquée ci-dessus, on a déduit les valeurs des Kilogrammes N°s 46 et 50 de celles des prototypes N°s 9, 31 et 34.

Les valeurs successives des Kilogrammes N^{os} 46 et 50 sont données dans le tableau suivant (excès, en milligramme, sur la valeur nominale) :

Kilogramme	1939	1948	1951	1961
N ^o 46 (Indonésie)	+ 0,241	+ 0,294	-	+ 0,270
N ^o 50 (Canada)	-	-	- 0,130	- 0,152

La valeur du N^o 46 obtenue en 1939 est un peu incertaine, car à cette époque le lavage des poids à la vapeur d'eau bidistillée n'avait pas encore été remis en pratique.

L'importance du lavage a encore été constatée au cours de ces dernières comparaisons. Appliqué à ces Kilogrammes, ce traitement a entraîné une variation de masse de — 0,040 mg pour le N^o 46 et de — 0,019 mg pour le N^o 50.

Étalons divers (A. Bonhoure, G. Girard). — Un certain nombre d'étalons de masse ont été étudiés au Bureau depuis le 1^{er} septembre 1960 :

— quatre masses en baros de 500, 200, 10, 1 g et quatre masses en platine, de 500, 100, 20, 2 mg (Bureau d'État des Mesures, Poids et Métaux Précieux, Prague);

— deux masses en Nicral N^{os} 44 et 45 de 2 et 5 kg (Ministerio de Fomento, Caracas);

— quatre masses en fil de tungstène de 250, 50, 1 et 0,5 mg (Tréfilerie des Métaux Spéciaux, Boulogne-Billancourt);

— série de masses N^o 79 de 500 g à 1 g en Nicral et de 500 mg à 1 mg en platine (Ministerio de Fomento, Caracas);

— Kilogramme N^o 8 en bronze blanc, deux masses de 1 g en laiton doré, une de 500 mg en nickel, une de 1 mg en aluminium (Directia Generala pentru Energie, Metrologie, Standarde si Inventii, Bucarest).

— deux Kilogrammes N^{os} 1 et 2 en baros (Ministère des Affaires Économiques, Bangkok).

L'étude des deux masses de 2 et 5 kg pour le Vénézuéla a nécessité, en décembre 1960, une nouvelle détermination de nos deux étalons de 2 kg en forme d'assiette de la série spéciale U_s du Bureau, à l'aide de la balance Rueprecht N^o 6 (hydrostatique). En avril-mai 1961, l'étude complète de cette série U_s de 1 à 10 kg, en acier inoxydable « Uranus » (10 % Ni, 20 % Cr), a été faite avec la balance Stanton de 10 kg.

Le tableau suivant contient les résultats de la première étude effectuée en 1944, ceux de la détermination de 1961, ainsi que les valeurs des étalons de 2 kg obtenues en 1960.

Série U _s	1944 (a)	1969 (b)	1961 (c)	(c) — (a)
1	1 kg — 0,44 mg	-	1 kg — 0,37 mg	+ 0,07 mg
2	2 + 0,61	2 kg + 0,52 mg	2 + 0,61	0,00
2*	2 — 0,26	2 — 0,22	2 — 0,34	— 0,08
5	5 + 2,16	-	5 + 2,37	+ 0,21
10	10 + 6,7	-	10 + 9,2	+ 2,5

Le Kilogramme N° 8 en bronze blanc appartenant à la Roumanie avait été déterminé au Bureau en 1904. Sa masse a varié depuis de — 4 mg environ, soit 0,07 mg par année. Cet alliage, composé surtout de cuivre et de nickel, dont la dureté au surplus est insuffisante, n'est plus utilisé pour la construction d'étalons de masse.

Les deux Kilogrammes N°s 1 et 2 en bars appartenant à la Thaïlande ont diminué l'un et l'autre de 3,6 mg en 49 années, soit 0,07 mg par année. Le bars, qui contient une forte proportion de nickel, a été abandonné pour la confection des étalons de masse au profit des aciers inoxydables, stables et moins coûteux.

Parmi les Kilogrammes en acier inoxydable dont nous suivons l'évolution depuis fort longtemps, nous en avons vérifié à nouveau quelques-uns. La stabilité de leur masse est maintenant bien affirmée (voir tableau VI).

TABLEAU VI

(Excès en mg sur la valeur nominale)

"Nical D"		U.		N ₂		N ₃	
1934	+ 2 873,70	1941	+ 0,17	1950	+ 0,23	1951	+ 0,16
1935	68	1943	0,25	1952	0,31	1952	0,17
1938	82	1944	0,26	1955	0,23	1955	0,08
1938	66	1944	0,24	1960	0,25	1960	0,11
1941	66	1945	0,23				
1943	72	1947	0,32				
1944	73	1947	0,25				
1945	70	1947	0,21				
1947	77	1949	0,27				
1947	63	1949	0,26				
1947	62	1951	0,27				
1949	68	1955	0,21				
1949	67	1958	0,27				
1951	70	1961	0,23				
1962	70						

L'alliage Fe-Ni-Cr des Kilogrammes appelés « Nical D », N₂ et N₃ comporte 20 % de Ni et 20 % de Cr; il est fourni par la Société Métallurgique d'Imphy. Celui du Kilogramme U. comporte 10 % de Ni et 20 % de Cr et provient des anciennes Acieries Jacob Holtzer, aujourd'hui Compagnie des Ateliers et Forges de la Loire.

Mesures comparatives internationales de la masse volumique d'un cylindre (A. Bonhoure). — Depuis les résultats publiés dans le Rapport de 1960, p. 36, le cylindre a été étudié au National Standards Laboratory, à Chippendale. Lorsqu'il est revenu à Sèvres nous avons fait quatre nouvelles mesures de sa masse volumique.

Le tableau VII contient tous les résultats obtenus jusqu'à présent. Le cylindre est actuellement au National Research Laboratory of Metrology, à Tokyo.

TABLEAU VII

Date	Laboratoire	Température des mesures (°C)	Masse volumique à 20°C (g/cm ³)
Juin 1952	B. I. P. M. (Sèvres)	19,4	7,832 44
Été 1952	P. T. R. (Berlin)	19,7 à 21,1	39
Mars-mai 1953	C. C. M. I. M. (Moscou)	21,0	49
Octobre 1953	B. I. P. M.	19,3	44
Novembre 1954	B. I. P. M.	18,9	41
Été-automne 1955	N. P. L. (Teddington)	19,8 à 20,9	43
Avril 1956	B. I. P. M.	20,6	49
» 1958	N. B. S. (Washington)	18 à 22	43
Nov.-janv. 1959-1960	N. R. C. (Ottawa)	19,7 à 20,1	44
Juil.-août 1961	N. S. L. (Chippendale)	19,5 à 20,5	40
Déc. 1961-janv. 1962	B. I. P. M.	19,3 à 20,4	50

Je signale accessoirement que le coefficient de dilatation de l'acier inoxydable Nicral D dont est fait ce cylindre avait été déterminé autrefois au Bureau, sur une tige échantillon de 1 m, par des mesures au comparateur à dilatation. Ce même coefficient a été mesuré depuis sur le cylindre lui-même par des méthodes interférentielles au N. R. C. et au Bureau International. Au N. S. L. il a été déduit des mesures de la densité. Les résultats de ces mesures sont les suivants :

$\alpha \times 10^6$	Tige de 1 m	Cylindre		
	B. I. P. M.	N. R. C.	B. I. P. M.	N. S. L.
	15,59	14,9	15,3	14

Électricité (G. Leclerc).

Pont-double. — Un nouveau dispositif mécanique plus simple que le précédent, réalisé par l'atelier du Bureau, a été monté sur la cuve contenant les étalons de résistance en cours d'étude pour permettre la mise en circuit rapide des 10 ou 11 sections qui constituent les « instruments de passage » classiques de 1 à 10 et de 10 à 100 Ω ; les manipulations sont plus commodes; les échauffements parasites dus à l'observateur sont éliminés et les mesures durent moins longtemps.

Étalons. — Le Deutsches Amt für Messwesen a fait don au Bureau International de deux étalons de résistance de 1 Ω en alliage or-chrome de sa fabrication. Nous tenons à l'en remercier.

L'Electrotechnical Laboratory a déposé à notre Section un de ses prototypes d'étalons de 1 Ω constitués d'un fil résistant en manganine spéciale (contenant en particulier du germanium).

Si la stabilité dans le temps de ces trois nouveaux étalons, dont les coefficients de température sont faibles, se révèle satisfaisante, ils seront dans quelques années inclus dans le groupe primaire du Bureau qui « conserve » l'unité de résistance.

Pour accroître la précision des déterminations des étalons de 0,1 Ω utilisés dans certains montages de mesures (par exemple à la Section de photométrie), nous avons acquis une bobine de passage du type « marmite » constituée par onze sections de 0,1 Ω . Cet étalon dont la caractéristique

est, comme on le sait, de comporter deux prises de courant par prise de potentiel (sauf aux extrémités), a été construit par l'Association des Ouvriers en Instruments de Précision (Paris) avec tout le soin désirable. Le fil de manganine de 0,8 mm de diamètre, vieilli par deux recuits à 150°C pendant huit heures, est bobiné sur stéatite et recouvert d'un vernis isolant. Les onze éléments sont placés à l'intérieur d'un récipient étanche en cuivre que l'on peut remplir d'huile.

Trois étalons de premier ordre, deux de 0,1 Ω et un de 1 000 Ω , ont été achetés à la Cambridge Instrument Co., le dernier en prévision de l'étude ultérieure, dans leur condition d'emploi, des résistances élevées spéciales constituant les éléments du diviseur de tension précis pour le contrôle d'une source de rayons X (p. 42).

Pour des besoins particuliers, nous avons encore fait l'acquisition d'un étalon de 1 Ω (ajusté par excès pour servir de tare), d'un étalon de 100 Ω et de deux éléments Weston de type commercial fabriqués par la Compagnie des Compteurs (Montrouge).

Matériels divers. — La Section d'électricité s'est enrichie de deux boîtes de résistances de premier ordre fabriquées par Cambridge Instrument Co. : la première, comportant six décades à manettes, permet d'obtenir toutes les valeurs depuis 0,1 Ω jusqu'à 111 111 Ω par échelons de 0,1 Ω tandis que la seconde, constituée par dix sections de 100 000 Ω montées en série, assure le passage de 10⁵ à 10⁶ Ω par échelons de 10⁵ Ω .

Nous avons reçu livraison d'un potentiomètre Cambridge « Microstep » (2 V par échelons de 10⁻⁷ V) étalonné une première fois par le N. P. L., et destiné principalement à l'étalonnage du pont de Smith.

Comparaisons internationales des étalons de résistance et de force électromotrice. — Ces comparaisons, qui ont duré de novembre 1960 à mars 1961, ont rassemblé à Sèvres les étalons représentatifs de neuf laboratoires nationaux (non compris le B. I. P. M.). Elles ont fait l'objet de deux Rapports détaillés ⁽²⁾ et ont conduit aux résultats ci-après (tableaux VIII et IX) jugés satisfaisants par le Comité Consultatif d'Électricité d'octobre 1961.

TABLEAU VIII

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

		Variations depuis 1957
Allemagne	{ (D. A. M.) ⁽³⁾ Ω_{BIPM} — 2,9 $\mu\Omega$	— 2,9 $\mu\Omega$
	{ (P. T. B.).....	+ 0,5
Amérique (États-Unis d') (N. B. S.).....	— 0,4	+ 0,6
Australie (N. S. L.).....	— 3,5	-
Canada (N. R. C.).....	— 4,2	+ 0,6
France (L. C. I. E.).....	— 8,5	— 1,1
Japon (E. T. L.).....	— 0,3	+ 0,1
Royaume-Uni (N. P. L.).....	— 3,4	0
U. R. S. S. (I. M. M.).....	— 0,7	— 1,1

⁽²⁾ Comité Consultatif d'Électricité, 9^e session, 1961, Annexes 1, p. 17 et 2, p. 26.

⁽³⁾ Des déterminations effectuées en 1961 et 1962 ont permis de rattacher l'unité du D. A. M. à celle du B. I. P. M.

TABLEAU IX

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

	V_{BIPM}	Variations depuis 1957
Allemagne (P. T. B.).....	— 0,1 μV	— 0,3 μV
Amérique (États-Unis d') (N. B. S.).....	— 1,9	— 0,6
Australie (N. S. L.).....	+ 6,3	—
Canada (N. R. C.).....	— 3,4	— 2,6
France (L. C. I. E.).....	— 3,2	— 1,1
Japon (E. T. L.).....	— 2,9	+ 0,5
Royaume-Uni (N. P. L.).....	+ 5,1	— 0,1
U. R. S. S. (I. M. M.).....	+ 6,8	— 1,6

Comparaison internationale d'étalons de capacité. — Sept condensateurs au mica, d'une valeur nominale de 0,1 μF , circulent entre les grands Laboratoires nationaux qui doivent déterminer leurs capacités et leurs angles de pertes. Ces comparaisons ont un double but : contrôler la robustesse et la stabilité dans le temps d'instruments de provenances et de constructions différentes, évaluer la précision réelle avec laquelle les Laboratoires déterminent les étalons de capacité. Malheureusement, les mesures à effectuer sont longues et délicates et la comparaison ne progresse que lentement; en trois années, quatre Laboratoires seulement (I. M. M., D. A. M., P. T. B. et L. C. I. E.) ont pu étudier les condensateurs qui sont maintenant au N. P. L. A cause de cet étirement des mesures dans le temps, les évolutions naturelles des étalons prennent beaucoup d'importance; pour connaître ces évolutions, le Comité Consultatif a décidé d'interrompre momentanément la comparaison après les déterminations effectuées au N. P. L. et de renvoyer les étalons à l'Institut de Métrologie, à Leningrad. Ce Laboratoire, qui fit les premières mesures en 1959, refera une étude des sept condensateurs voyageurs dont on contrôlera ainsi la stabilité. Les instruments ne seront envoyés qu'ensuite aux derniers Laboratoires engagés dans la comparaison.

Les premiers résultats obtenus, ainsi que les détails des mesures exécutées et des méthodes utilisées, sont publiés dans *Comité Consultatif d'Électricité*, 9^e session, 1961, Annexe 8, p. 53.

D'autre part, en janvier 1962, le Bureau a soumis aux grands Laboratoires nationaux une proposition du N. B. S. envisageant l'organisation d'une nouvelle comparaison internationale d'étalons de capacité. Il s'agirait cette fois de condensateurs de faibles valeurs (10 pF), plus robustes et plus stables que les précédents. Cinq Laboratoires ont déjà fait connaître leur position sur ce projet; ils le jugent très intéressant, mais aucun n'est encore équipé actuellement pour exécuter la mesure de capacités de si faibles valeurs; ils demandent tous un délai d'organisation, au minimum d'une année.

Étalons électriques du Bureau International. — Tous les ans, le Bureau détermine la valeur de chacun des étalons de résistance qu'il a en dépôt, et d'abord de ceux qui constituent son groupe fondamental de référence. Les évolutions relatives de tous les étalons sont très régulières; bien que

ces évolutions soient faibles, elles ne marquent toutefois aucune tendance à se ralentir; il s'agit pourtant d'étalons anciens ayant tous plus de 25 ans d'âge, et de provenances et de constructions diverses.

Les instruments de passage et les étalons de valeurs multiples (10, 100, 1 000 Ω) ou sous-multiples (0,1 Ω) sont également déterminés annuellement. Le Bureau peut ainsi exécuter à tout moment, avec la meilleure précision, les étalonnages qu'on lui demande.

Les groupes d'éléments Weston sont également comparés entre eux très régulièrement, mais quelques-uns commencent à nous préoccuper beaucoup. Cette année, le nombre des éléments défailants, parmi les groupes fabriqués en 1929 par M^{me} Foehringer, s'est encore accru. Jusqu'ici ces éléments avaient montré une stabilité exceptionnelle et ils constituaient pour cela la plus grande partie de la base de référence du Bureau (24 éléments sur 44); leur disparition va donc nous obliger à modifier considérablement la composition de ladite base en faisant appel très prochainement à la générosité des Laboratoires nationaux. Pour éviter toute discontinuité dans la valeur de l'unité de force électromotrice conservée par le Bureau, il serait souhaitable que les éléments de remplacement nous parviennent assez tôt pour que nous ayons la possibilité de déterminer leurs valeurs et de contrôler leur stabilité avant de les inclure dans notre groupe fondamental.

Étalons de résistance en alliage or-chrome. — L'alliage or-chrome permettant de réaliser des résistances à coefficients de température extrêmement faibles, le Bureau s'est procuré (achats ou dons) un certain nombre d'étalons de 1 Ω constitués avec ce matériau afin d'en étudier la stabilité. Ces étalons, fabriqués à des époques différentes, sont cependant presque identiques car ils ont été construits par le Dr Schulze lui-même ou par ses continuateurs au Deutsches Amt für Messwesen; les plus récents ont toutefois l'avantage de ne pas présenter d'effet Peltier.

Bien que nous ne pensions plus maintenant que l'or-chrome puisse concurrencer la manganine dans la réalisation des étalons destinés à « conserver » l'unité de résistance, nous suivons néanmoins attentivement l'évolution des résistances que nous possédons (tableau X et fig. 18).

Étalons de résistance en métaux purs. — Nous poursuivons également l'étude des étalons en platine ou en palladium que nous avons construits; les résultats obtenus jusqu'à présent sont les suivants, à + 0,010°C :

1^o Étalon de 1 Ω à fil de Pt en atmosphère d'hélium (1958) :

15 septembre 1958	1,000 711 3 Ω
20 mars 1959	709 0
10 mars 1960	707 2
10 septembre 1961	709 7

2^o Étalon de 1 Ω à fil de Pd dans l'air sec (1960) :

15 mars 1960	1,009 044 9 Ω
10 septembre 1961	042 0

TABLEAU X. - Résistance à 20°C des étalons de 1 Ω en alliage or-chrome

Dates		GA (9)	GA (15)	GA (16)	H (53)	H (54)	H (56)	302/57	401/59
α_{20} ($\mu\Omega/\text{deg C}$)		- 0,7	+ 0,7	- 0,3	+ 0,9	- 0,1	0,0	- 0,1	+ 0,4
β ($\mu\Omega [\text{deg C}]^2$)		- 0,1	0,0	0,0	0,0	- 0,1	0,0	- 0,02	- 0,02
Juin	1951	1,000 473 4	1,000 366 1	1,000 066 2					
Août	1951	476 5	367 9	066 4					
Décembre	1951	480 1	370 1	067 0					
Octobre	1952	487 1	373 4	070 0					
Avr. et août	1958	496 5	373 3	070 5					
Mars	1959	—	—	—	0,999 944 3	0,999 979 0	0,999 959 2		
Juin-Juill.	1959	496 8	371 8	069 4	943 0	978 6	958 0		
Juillet	1960	496 9	370 3	068 0	938 2	976 1	956 4		
Juin	1961	497 3	368 8	066 7	935 4	977 8	954 4	0,999 998 6	1,000 006 2
Octobre	1961	—	—	—	—	—	—	998 6	006 8
Mai	1962	497 4	367 5	065 4	931 5	977 6	952 8	998 6	007 3

3° Étalons de 1Ω à fil de Pt, du type thermomètre à résistance :

		T_1 (Pt dans fluide silicone)	T_2 (Pt dans argon)	T_3 (Pt dans argon)
2 avril	1959	0,999 940 6 Ω	0,999 793 6 Ω	-
1 ^{er} juillet	1959	939 5	792 5	1,000 455 7 Ω
10 décembre	1959	939 8	793 5	455 9
20 juin	1961	940 4	-	456 5

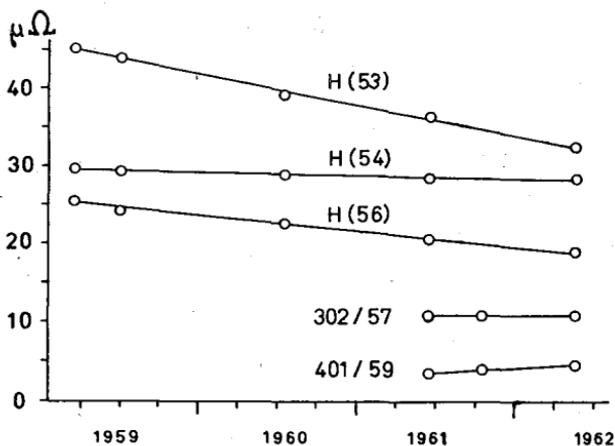
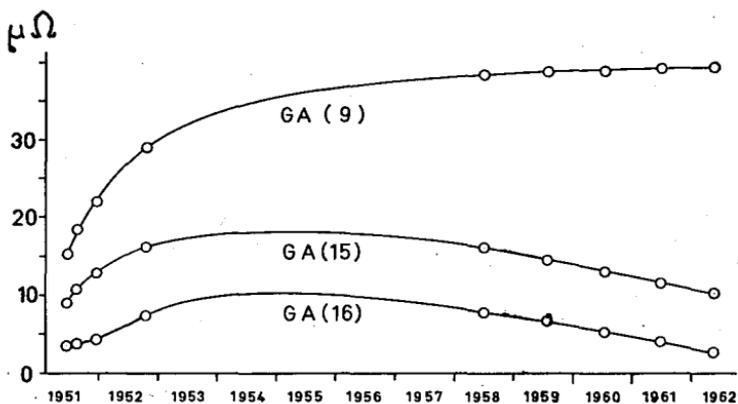


Fig. 18. — Évolution des étalons de 1Ω en or-chrome.

L'évolution de tous ces étalons en métaux purs est représentée à la figure 19.

Instrument de passage de 1 à 100Ω construit au N. S. L. — Nous continuons à suivre cet instrument et nous avons vérifié une nouvelle fois l'exactitude de la multiplication par 10 et 100. La résistance des bobines continue à augmenter légèrement.

Résistances à 20 °C des sections de 1 Ω

	Janv.-mars 1958	Nov.-déc. 1958	Juin-juil. 1960	Avril 1962
Bobines Nos 1 à 10				
en parallèle = 0,999 955 6	0,999 955 6	0,999 956 7	0,999 958 2	0,999 959 5 Ω
Bobines Nos 2 à 11				
en parallèle = 0,999 955 0	0,999 955 0	0,999 956 2	0,999 957 8	0,999 959 2 Ω

Études diverses. — En plus de l'étalonnage annuel complet de ses instruments et étalons, travail de routine mais indispensable, la Section d'électricité étalonne aussi les étalons électriques de la Section de photométrie; elle a déjà eu l'occasion d'étudier aussi quelques appareils pour

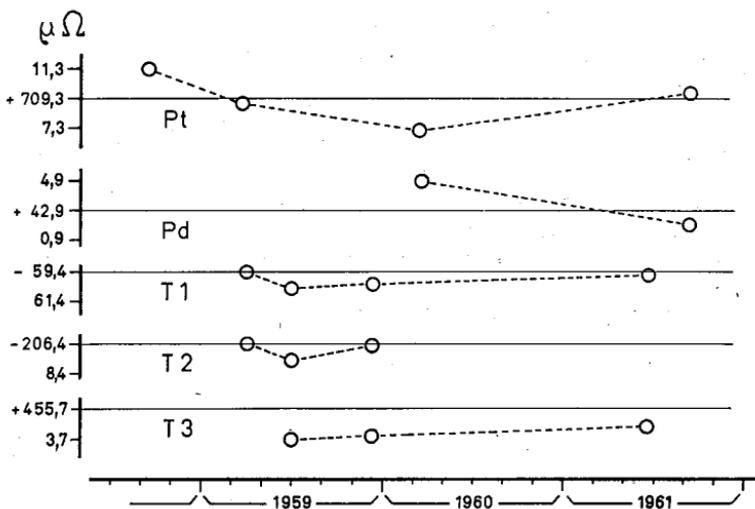


Fig. 19. — Évolution des étalons de 1 Ω en métaux purs.

la Section des radiations ionisantes dont elle devra, à l'avenir, étalonner et contrôler les piles étalons et les résistances de référence.

Au moyen de la cuve thermostat décrite dans le Rapport 1960, p. 23, nous avons déterminé ou vérifié les coefficients de température de plusieurs étalons de résistance qui ont participé aux comparaisons internationales. Nous avons pu ainsi expliquer les causes de petites différences systématiques constatées lors de ces comparaisons et y remédier.

Depuis septembre 1960, 28 éléments Weston et 14 étalons de résistance (0,1 à 10 000 Ω) ont été étudiés pour divers laboratoires : Istituto Elettrotecnico Nazionale Galileo Ferraris (Italie), Office de Normalisation et des Mesures (Tchécoslovaquie), Deutsches Amt für Messwesen (Berlin), Bureau Fédéral des Poids et Mesures (Suisse), Office National des Mesures (Hongrie), Dépôt Américain de Saumur, Office de la Métrologie (Roumanie).

Thermométrie. Manométrie.

Pont de Smith (J. Bonhoure). — En vue de réaliser l'Échelle Internationale Pratique de Température, le Bureau a poursuivi l'installation du pont de Smith pour la mesure des températures par thermomètres à résistance de platine.

Les résistances des quatre conducteurs reliant le pont de Smith aux différentes salles de l'Observatoire ont été déterminées; les inégalités sont suffisamment faibles pour permettre des mesures de température avec la précision souhaitée de 10^{-4} deg.

Le premier étalonnage au Bureau du pont de Smith a été effectué en 1961 avec les moyens réduits dont nous disposions à cette époque. Le procédé de mesure consistait à comparer successivement toutes les résistances nominalement égales et réalisables par arrangements différents des manettes, en utilisant une boîte de résistances bien stables comme tare et deux étalons de 0,1 et 100 Ω comme référence. Dans l'impossibilité de déterminer le rapport du pont, celui-ci était pris égal à 100 exactement; on admettait de plus que les deux résistances variables restaient constamment égales entre elles à 10^{-5} près. Malgré ces incertitudes, aucune évolution excessive des diverses bobines de manganine n'a pu être mise en évidence depuis l'étalonnage au N. P. L. en 1960. Dorénavant, les étalonnages seront faits dans de bien meilleures conditions, avec le potentiomètre « Microstep » de Cambridge nouvellement acquis.

Chaudière pour point d'ébullition de l'eau. — Une chaudière en cuivre étamé, prévue pour fonctionner ultérieurement en atmosphère contrôlée, a été construite; sa conception est inspirée de types déjà en usage dans plusieurs laboratoires.

Cuve pour la comparaison des thermomètres à mercure. — Une nouvelle cuve est en cours de construction à l'atelier du Bureau. On aura la possibilité de comparer les thermomètres à mercure, en position horizontale, directement à un thermomètre à résistance. Les comparaisons à température inférieure à l'ambiante seront possibles grâce à un appareil annexe, mobile, conçu de manière à servir aussi à la réfrigération de la cuve thermostat de la Section d'électricité.

Thermomètres en quartz fondu (H. Moreau, G. Girard). — Quelques travaux sur les thermomètres à mercure en quartz fondu ont été poursuivis en liaison avec le National Physical Laboratory de Teddington, pour lequel nous avons effectué l'étude complète du thermomètre N° 425 couvrant l'intervalle 0-100°C avec divisions en dixièmes de degré.

A la demande du N. P. L., deux thermomètres du type calorimétrique (N°s 803 et 804) ont été construits par la Société Prolabo à Paris, en vue d'une étude sur la précision et la reproductibilité des observations avec des thermomètres de ce type; ces thermomètres à échelle réduite (17-24°C) ont un degré de 32 mm de longueur avec deux divisions en cinquantièmes de degré diamétralement opposées, tracées sur des tiges prélevées sur le lot que nous possédons. Les corrections de ces thermomètres dans l'Échelle Internationale Pratique de Température ont été déterminées à mieux que le millième de degré par comparaison au N. P. L. à des thermomètres à résistance de platine; le thermomètre N° 804 a malheureusement été cassé à son retour du N. P. L.

Nous avons par ailleurs déterminé directement les coefficients de pressions extérieure et intérieure du N° 803. Les résultats obtenus ont permis un contrôle de la constante calculée à partir des coefficients de compressibilité du mercure (α_{II}) et du quartz fondu (α_q), qui permet habituellement d'obtenir le coefficient de pression intérieure (β_i) des thermomètres d'après la détermination expérimentale du coefficient de pression extérieure (β_e); la valeur expérimentale obtenue pour β_i (0,000 067 2 deg/mm Hg) est en accord satisfaisant avec la valeur calculée (0,000 069 7) à partir des plus récentes valeurs de α_{II} et α_q . Cette étude, qui doit être reprise avec un appareillage mieux adapté, devrait permettre de vérifier avec quelque précision la différence $\alpha_{II} - \alpha_q$.

Études courantes. — Quelques thermomètres à mercure ont été étudiés pour des Laboratoires de France et de Tchécoslovaquie et pour les services du Bureau International.

Manobarmètre interférentiel. — L'étude entreprise en collaboration avec les Établissements Jaeger (Levallois) de notre projet de manobarmètre interférentiel est terminée. Mais le prix très élevé de l'appareil prototype, plus de 150 000 francs-or, nous a conduits à chercher un mode de financement ne faisant pas appel au budget du Bureau. Le Ministère de l'Air français, sollicité, a bien voulu s'intéresser à cette importante réalisation; par contrat avec Jaeger, il doit pourvoir à l'établissement du devis descriptif complet du manobarmètre après essai du prototype au Bureau International; ce dernier, en échange de ses frais d'étude et de mise au point, deviendrait propriétaire du prototype. Le contrat actuellement en cours d'élaboration devrait ainsi permettre au Bureau de disposer rapidement du manobarmètre absolu dont il a un besoin urgent.

Photométrie (J. Bonhure).

Comparaison internationale des étalons photométriques. — Le Bureau a effectué la 4^e comparaison des étalons nationaux d'intensité et de flux lumineux au cours de 1961. Les résultats ont été présentés et discutés au *Comité Consultatif de Photométrie*, 5^e session, 1962, Annexe 9, p. 63.

Huit Laboratoires nationaux ont participé à cette comparaison qui comportait pour la première fois, outre les quatre groupes d'étalons habituels, un groupe d'étalons d'intensité lumineuse à 2 854°K.

Des déterminations absolues récentes des unités photométriques n'ayant été faites que par deux Laboratoires (N. R. C. et I. M. M.), la comparaison a essentiellement permis de voir comment chaque Laboratoire national a maintenu ses propres unités dans l'intervalle de cinq années séparant deux comparaisons successives. Les résultats montrent qu'une précision de 0,5 % est généralement atteinte; des écarts plus importants (maximum 1,1 %) et inexplicables existent pourtant.

Ceci a évidemment eu pour conséquence d'augmenter encore la dispersion des unités nationales; les écarts atteignent au maximum 1,8 % pour la candela à 2 042°K, 0,8 % pour la candela à 2 353°K, 2,3 % pour le lumen à 2 353°K et 2,4 % pour le lumen à 2 788°K. L'écart de 1,7 % obtenu pour la candela à 2 854°K s'insère normalement au sein des autres valeurs (tableau XI).

TABLEAU XI

*Résultats de la 4^e comparaison des étalons nationaux
d'intensité et de flux lumineux (1961)*

Valeur relative de l'unité réalisée dans chaque laboratoire national,
la moyenne des huit laboratoires étant prise comme unité.

Laboratoire	Corps noir de référence	Candela			Lumen	
		2042°K	2353°K	2854°K	2353°K	2788°K
Allemagne { (P. T. B.).....	1955/6	1,006	1,001	1,010	1,006	1,009
	{ (D. A. M.).....	1955/6	1,011	1,002	0,993	1,004
Amérique (États-Unis d') (N. B. S.)...	1937/8	0,995	0,997	0,993	1,000	1,000
Canada (N. R. C.)	1960/1	1,004	1,004	0,998	1,007	1,012
France (C. N. A. M.).....	1950/1	0,999	1,001	-	1,000	0,994
Japon (E. T. L.).....	1955	0,998	0,998	1,003	0,997	0,988
Royaume-Uni (N. P. L.).....	1954/6	0,993	0,996	0,993	0,984	0,997
U. R. S. S. (I. M. M.).....	1962	0,994	1,001	1,010	1,002	0,997

Nota. — Pour les raisons exposées dans *Comité Consultatif de Photométrie*, 5^e session, 1962, Annexe 9, p. 86, § 6 b, les valeurs ci-dessus ne sont pas celles des unités *effectivement* en usage dans les Laboratoires nationaux pour les étalonnages photométriques.

Un perfectionnement introduit dans cette 4^e comparaison internationale et qui consistait en la généralisation du préallumage spécifié des étalons, n'a pas apporté d'amélioration sensible aux résultats des mesures; il en est de même de l'emploi, par quelques Laboratoires, de lampes d'un nouveau type fabriquées au Japon.

Devant les différences importantes constatées entre les unités nationales, le Comité Consultatif de Photométrie a décidé la création d'un Groupe de travail de l' « étalon primaire photométrique »; ce Groupe de travail a pour tâche, avant un éventuel abandon de l'étalon primaire actuel, de voir si l'application des nombreuses corrections qui interviennent dans la mesure de la luminance du corps noir et dans le passage aux étalons secondaires, diminuerait ou non la dispersion, telle qu'elle résulte de la 4^e comparaison, entre les unités des Laboratoires. En attendant la conclusion de cette étude, et étant donné que les résultats de la comparaison de 1961 n'ont pas confirmé l'unification partielle des unités tentée après la comparaison de 1957, tous les Laboratoires nationaux et le Bureau International conservent leurs unités actuellement en usage.

Comparaison internationale d'étalons de température de couleur. — Ces comparaisons débiteront dès que tous les Laboratoires nationaux auront fait parvenir leurs étalons à Sèvres, à la fin de 1962. D'ores et déjà on sait que le N. S. L. d'Australie et le N. R. C. ne participeront pas à ces mesures.

Étalonnages divers. — Trente-deux lampes d'intensité et de flux lumineux ont été étalonnées pour quatre Laboratoires nationaux : Bureau National des Mesures (Pologne), Istituto Elettrotecnico Nazionale Galileo Ferraris (Italie), National Research Centre (République Arabe Unie), Office National des Mesures (Hongrie).

Vingt lampes neuves ont également été cédées au Bureau National des Mesures de Pologne.

Lampes étalons. — Dix étalons d'intensité lumineuse à 2 854°K ont été offerts au Bureau conjointement par Osram et la Physikalisch-Technische Bundesanstalt.

Bibliothèque (H. Moreau).

La réorganisation de la bibliothèque du Bureau, commencée en 1959, a été poursuivie lorsque les autres travaux nous en laissaient la possibilité. Les livres et ouvrages non périodiques ont été reclassés et un nouveau fichier « Auteurs-Matières » a été constitué. Il reste encore un important travail de classement à effectuer en ce qui concerne des collections anciennes et de nombreuses revues; certaines devront être évacuées, soit qu'elles ne présentent pas d'intérêt pour le Bureau, soit qu'elles sont en double exemplaire. Cette remise en ordre s'imposait non seulement pour obtenir un meilleur usage de notre bibliothèque, mais aussi devant la nécessité de trouver de la place pour les nouvelles collections, d'autant plus que certains emplacements réservés jusqu'ici à la bibliothèque ont dû être rendus disponibles, notamment au-dessus de la salle 2 pour le montage des installations de conditionnement d'air du comparateur photoélectrique interférentiel.

Documentation (H. Moreau).

Ces deux dernières années, le Bureau a continué d'être fréquemment consulté sur des questions d'unités de mesure. Ces nombreuses demandes de renseignements, officielles ou privées, ont principalement fait suite à l'adoption, par la Onzième Conférence Générale des Poids et Mesures, de la nouvelle définition du mètre et du Système International d'Unités, ainsi qu'à la promulgation de la nouvelle loi française (mai 1961) sur les Unités de Mesure. Par ailleurs, l'intérêt que portent de nouveau les Pays anglo-saxons au Système Métrique a motivé des réponses à des demandes d'information diverses sur les mesures métriques et sur l'historique du Système Métrique et du Bureau International.

Le travail que nous créent toutes ces demandes est compensé par la satisfaction que nous avons de voir le renom que le Bureau International maintient dans le monde par le développement de ses activités.

Publications du Bureau (H. Moreau).

Le développement continu des publications éditées par les soins du Bureau International et les délais d'impression de ces publications ont retenu l'attention du Comité International. Les décisions prises d'une part par le Comité en octobre 1961 (simplification des procès-verbaux des séances du Comité International; suppression des procès-verbaux détaillés des séances des Comités Consultatifs, qui sont remplacés par un Rapport plus détaillé au Comité International), et l'effort consenti d'autre part par notre imprimeur pour réduire ses délais d'impression ont permis une amélioration de la situation, ainsi qu'en témoigne la liste ci-après.

Deux autres modifications sont intervenues dans l'édition de nos publications. Les travaux des Comités Consultatifs, qui étaient jusqu'ici publiés dans la collection des *Procès-Verbaux du C. I. P. M.*, sont maintenant publiés dans des séries indépendantes, propres à chaque Comité Consultatif. En ce qui concerne les *Travaux et Mémoires* du Bureau, chaque Mémoire sera à l'avenir publié séparément et distribué dès son impression; plusieurs Mémoires constitueront ensuite un tome complet de la collection. En dehors des économies qui seront réalisées sur les frais d'impression, ces changements permettront notamment une diffusion plus rapide des travaux des Comités Consultatifs et rendront leur consultation plus facile.

Depuis octobre 1960, le Bureau a assuré la publication de :

1° *Procès-Verbaux des Séances du Comité International des Poids et Mesures*, tomes 27, 28 et 29.

Le tome 27 contient la 48^e session (mai 1960) du Comité International et la 1^{re} session (avril 1959) du *Comité Consultatif pour les Étalons de Mesure des Radiations Ionisantes*.

Le tome 28 contient la 49^e session (octobre 1960) du Comité International et 5 annexes.

Le tome 29 contient la 50^e session (octobre 1961) du Comité International.

2° *Comptes rendus des séances de la Onzième Conférence Générale des Poids et Mesures* (octobre 1960), avec 6 annexes, parmi lesquelles le texte de l'Échelle Internationale Pratique de Température de 1948, édition amendée de 1960.

Le Rapport sur les « Récents Progrès du Système Métrique », qui devait normalement être publié avec les Comptes Rendus de la Onzième Conférence Générale, n'a pu, faute de temps, être établi comme prévu par mon collaborateur chargé de sa rédaction.

3° *Comité Consultatif pour les Étalons de Mesure des Radiations Ionisantes*, 2^e session (septembre 1960) et 3^e session (octobre 1961).

4° *Comité Consultatif pour la Définition de la Seconde*, 2^e session (avril 1961) avec 19 annexes.

Deux autres Comités Consultatifs se sont réunis, celui d'Électricité en octobre 1961 et celui de Photométrie en mai 1962; les comptes rendus de leurs travaux sont en cours d'impression.

5° *Détermination absolue de l'accélération due à la pesanteur au Pavillon de Breteuil*, par ÅKE THULIN, ancien Assistant au Bureau International. Ce mémoire constitue le premier fascicule du tome 22 de nos *Travaux et Mémoires*.

Un Mémoire de A. BONHOURE sur *La mesure des fils géodésiques au Bureau International* constituera le deuxième fascicule de ce tome 22.

Publications extérieures.

TERRIEN (J.), Le changement de la définition du mètre et le rôle du Bureau International des Poids et Mesures. In « Conférences du Palais de la Découverte », série A, n° 268, 26 nov. 1960, 30 p.

TERRIEN (J.) et MOREAU (H.), La radiation orangée du krypton 86 remplace le Mètre en platine iridié, *La Nature-Science Progrès*, n° 3 311, mars 1961, p. 106-114.

- ROUX (A. M.) et ALLISY (A.), Détermination du rapport RAD/R dans l'os et le muscle par la méthode des gaz équivalents. Cas des rayons X de faible énergie (< 1 mm AlCDA), *Annales de Radiologie*, 4, n° 5/6, 1961, p. 387-392.
- BONHOURE (A.), La sensibilité des poulies utilisées dans l'emploi des fils géodésiques, *Bull. Géodésique*, sept. 1961, p. 283.
- TERRIEN (J.), La désignation des termes spectroscopiques du krypton et des niveaux $2p_{10}$ et $5d_3$ de la définition du mètre de 1960, *Mesures Contr. Ind.*, n° 294, nov. 1961, p. 1297.
- TERRIEN (J.), Le rattachement du mètre à une longueur d'onde lumineuse, *Mesures Contr. Ind.*, n° 283, déc. 1960, p. 1131; *Rev. Gén. Électronique*, n° 180, nov. 1961, p. 13.
- TERRIEN (J.), Projet d'une mesure interférentielle de la base de 24 m du B. I. P. M., *Annales Academiae Scientiarum Fennicae*, série A, III Geol-Geogr., 1961, p. 263.
- TERRIEN (J.), La définition des unités et le choix des étalons fondamentaux, *Acta IMEKO*, 1961.
- TERRIEN (J.), Articles « Spectrométrie », « Photométrie » et « Spectrophotométrie ». In *Techniques de l'Ingénieur*, vol. Mesure et Contrôle, p. R 3320, 3330, 3340.
- BONHOURE (J.), Sphère photométrique. Facteur de réflexion. Sélectivité, *Bull. Soc. Franç. Electr.*, 8^e série, II, 1961, p. 402.
- MOREAU (H.), Le Bureau International des Poids et Mesures et ses activités (Conférence au Stage de Normalisation organisé par l'AFNOR à l'intention d'ingénieurs étrangers, 17 nov. 1961).
- MOREAU (H.), Nouvelle définition de l'ångström, *Mesures Contr. Ind.*, n° 296, janv. 1962, p. 53; *Bull. Organ. Intern. Métrologie Légale*, n° 6, déc. 1961, p. 23; *La Nature-Science Progrès*, n° 3 321, janv. 1962, p. 30; *Rev. Optique*, 41, 1962, p. 67.
- TERRIEN (J.) et HAMON (J.), Mesure de la différence de forme des deux surfaces d'onde d'un interféromètre de Michelson, *Rev. Optique*, 41, 1962, p. 131.
- TERRIEN (J.), De l'ancienne à la nouvelle définition du mètre (trois conférences à l'Université Radiophonique Internationale, mars et avril 1962; le texte multicopié peut être demandé au Bureau International).
- PRUITT (J. S.), ALLISY (A.), JOYET (G.), POHLIT (W.), TUBIANA (M.) et ZUPANČIČ (C.), Transfer of N. B. S. high energy calibrations to European betatron laboratories, *J. Research N. B. S.*, 66-C, 1962, p. 107.
- BONHOURE (A.), La conservation des prototypes de masse, *Mesures Contr. Ind.*, n° 300, mai 1962, p. 677.

Exposés de perfectionnement.

Plusieurs exposés internes, suivis de discussion, faits par A. Allisy et V. Naggiar entre novembre 1961 et février 1962, ont permis à l'ensemble du personnel du Bureau de s'instruire ou de perfectionner ses connaissances sur les notions essentielles qui sont à la base du travail du Bureau dans le domaine des étalons de mesure des radiations ionisantes; de tels exposés doivent faciliter la collaboration et la bonne entente indispensables entre les nouveaux venus et les plus anciens.

D'autres exposés ont été organisés de la même façon, parfois avec invitation de spécialistes extérieurs au Bureau :

— le 8 mars 1962, par W. R. C. Rowley du National Physical Laboratory de Teddington, au sujet de ses études faites au N. P. L., avant sa venue en stage au Bureau, sur la radiation étalon de la définition du mètre;

— le 27 mars, par A. Sakuma, sur la mesure de g ;

— le 5 juin, par G. Leclerc, sur le coefficient gyromagnétique du proton;

— le 19 juin, par P. Carré, sur la détermination absolue de la capacité électrique et sur des théorèmes nouveaux d'électrostatique.

Voyages et visites du personnel.

Je suis allé avec P. Carré au National Physical Laboratory, Teddington, les 9 et 10 janvier 1961, en particulier pour établir avec l'aide de Mr Cox l'avant-projet de suspension antivibratoire du comparateur photoélectrique.

P. Carré a suivi, en janvier 1961, pendant deux semaines, le cours de programmation pour ordinateurs I. B. M. organisé par l'Association Française de Calcul et de Traitement de l'Information.

A. Bonhoure s'est rendu à Londres du 20 au 23 février 1961. Il a consacré deux journées à réceptionner, chez Stanton Instruments Ltd, la balance de 10 kg mentionnée précédemment, et deux autres journées à se documenter sur les balances que le National Physical Laboratory utilise pour comparer les petites masses jusqu'à 2 g. A cette occasion, il a rapporté à Teddington le Kilogramme prototype N° 18 appartenant au Royaume-Uni, qui venait d'être étudié au Bureau International.

A. Allisy a séjourné à l'Institut voor Kernfysisch Onderzoek, Amsterdam, du 21 au 23 février 1961.

V. Naggiar a visité le Laboratoire de Mesure des Radio-éléments du Centre d'Études Nucléaires de Saclay, du 17 au 22 avril 1961.

A. Allisy et V. Naggiar ont visité le laboratoire de mesures de l'Atomic Energy Commission, Research Establishment Risø (Danemark), ainsi que la Section des radiations ionisantes de la Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Braunschweig, du 2 au 5 mai 1961.

J'ai assisté et donné une conférence au Congrès IMEKO qui s'est tenu à Budapest du 26 juin au 1^{er} juillet 1961; ce congrès a été l'occasion de contacts nombreux, particulièrement avec des personnalités des pays de l'Est, telles que le Directeur du Laboratoire National de la République Populaire de Chine qui a été vivement intéressé par les renseignements que j'ai pu lui donner sur le Bureau International et la métrologie internationale.

A. Allisy a assisté à Copenhague, du 7 au 13 août 1961, à une réunion du comité de l'I. C. R. U. chargé d'examiner le problème des grandeurs et unités dans le domaine des radiations ionisantes, ainsi qu'à la réunion générale de l'I. C. R. U. qui s'est tenue du 2 au 14 avril 1962 à Montreux, Suisse. M^{lle} Guégan l'a accompagné dans ce dernier voyage en qualité de secrétaire du Comité II de l'I. C. R. U.

En novembre 1961, A. Bonhoure a fait une brève visite au Service de la Métrologie des Pays-Bas, La Haye, pour examiner et se documenter sur les balances à fil de torsion. Il a remarqué une balance à transposition

d'un kilogramme dont toutes les manœuvres sont commandées électriquement et qui présente certaines particularités intéressantes.

Le Bureau International effectue, pour l'Institut für Angewandte Geodäsie à Frankfurt-am-Main, de nombreuses mesures de fils d'invar. Sur l'invitation de cet Institut, G. Girard s'est rendu du 6 septembre au 14 octobre 1961 en République Fédérale d'Allemagne pour participer à des mesures géodésiques. Au laboratoire de Sindlingen de cet Institut, il a assisté à la mesure d'une base de 24 m à l'aide des interférences lumineuses par la méthode de Väisälä. Il a participé ensuite, en tant qu'observateur, à la détermination d'une base de 5,2 km dans les faubourgs sud de Göttingen, à l'aide de fils géodésiques de 24 m. La mesure de cette base fut précédée et suivie par l'étalonnage de ces mêmes fils géodésiques, préalablement étudiés au Bureau International ou à la Physikalisch-Technische Bundesanstalt, sur la base interférentielle de 864 m située dans la forêt d'Ebesberg près de München. Il a profité d'un accompagnement de fils géodésiques à Braunschweig pour faire une rapide visite des Sections des longueurs et des masses de la P. T. B.

P. Carré s'est rendu à Berne les 5 et 6 décembre 1961 et a contribué à l'établissement du projet d'installation du comparateur photoélectrique du Bureau Fédéral des Poids et Mesures.

J'ai assisté à Braunschweig du 10 au 13 avril 1962, avec G. Leclerc et P. Carré, aux cérémonies du 75^e anniversaire de la Physikalisch-Technische Bundesanstalt où j'ai donné une conférence sur l'étalon de longueur.

P. Carré a assisté à Orsay et Saclay, les 27 et 28 avril 1962, au colloque de magnétisme organisé par la Société Française de Physique.

Invité par l'Association Française de l'Éclairage à prononcer la conférence de clôture des Journées de l'Éclairage de Grenoble, j'ai assisté et participé à la plus grande partie des séances de travail sur la photométrie et des sujets connexes, et donné cette conférence le 5 mai 1962 sous le titre « Merveilles de la lumière » qui m'a permis, entre autres choses, de rappeler la signification de la nouvelle définition du mètre.

P. Carré et A. Sakuma ont assisté à Besançon, du 18 au 21 mai 1962, à l'Assemblée Générale de la Société Chronométrique de France.

A. Allisy s'est rendu au Glowny Urząd Miar, Varsovie, du 6 au 17 juin 1962, pour effectuer des mesures de comparaison de doses d'exposition. A la suite d'un accord intervenu entre le Bureau International des Poids et Mesures et l'Organisation Mondiale de la Santé, cette dernière organisation a pris en charge les frais de voyage et de séjour du physicien chargé des mesures, le Bureau International ayant mis à sa disposition ses chambres d'ionisation de transfert.

P. Carré a assisté à Clermont-Ferrand, les 8 et 9 juin 1962, aux Journées internationales de Physique sur la cohérence et l'incohérence des ondes électromagnétiques.

J. Bonhoure et H. Moreau ont fait un bref séjour au National Physical Laboratory les 12 et 13 juin 1962; ils ont apporté à ce Laboratoire les étalons de capacité électrique engagés dans une comparaison internationale et ont rapporté au Bureau le potentiomètre « Microstep » Cambridge que le N. P. L. a eu l'obligeance d'étalonner après sa fabrication.

Sur l'invitation de la Société Genevoise d'Instruments de Physique, j'ai assisté le 21 juin 1962 aux cérémonies et aux visites qui ont marqué la

célébration du centenaire de cette Société, et au cours desquelles le Bureau International a été mis à l'honneur.

Le Président du Comité International m'a demandé de représenter ce Comité à la Conférence Générale de Métrologie Légale qui s'est tenue à Vienne, Autriche, du 12 au 17 juin 1962.

P. Bréonce a visité le service de mesure des radionuclides du National Physical Laboratory, du 23 au 25 juillet 1962.

V. Naggiar et J. C. Roy se sont rendus le 27 juillet 1962 au Bureau Central de Mesures Nucléaires de Geel, pour discuter de l'organisation de la comparaison internationale des sources solides de cobalt 60.

A. Allisy a visité les Sections des radiations ionisantes du National Bureau of Standards, Washington, et du National Research Council, Ottawa, ainsi que le service de mesure de l'Atomic Energy of Canada Limited, Chalk River, du 14 au 20 août 1962. Il a assisté, du 21 au 23 août à la réunion de l'I. C. R. U. qui s'est tenue à Ottawa et du 27 août au 1^{er} septembre au Congrès International de Radiologie à Montréal, Canada. Au cours de ce Congrès, il a fait un exposé sur la Section des radiations ionisantes du Bureau International, précisant les tâches fondamentales du Bureau dans ce domaine, ainsi que les premiers travaux qui ont déjà été effectués.

Visites et stages au Bureau.

M^{lle} A. M. ROUX (Laboratoire de Dosimétrie, Paris) a effectué plusieurs stages d'une durée totale de quatre mois. Elle a collaboré très activement à l'élaboration des méthodes de préparation de sources, ainsi qu'aux comptages absolus par la méthode $4\pi\beta$ et par la méthode des coïncidences $4\pi\beta\text{-}\gamma$.

En janvier 1961, Mr R. K. TANDAN (National Physical Laboratory of India) s'est familiarisé avec le fonctionnement du pont double et du potentiomètre du Bureau en effectuant la mesure de quelques étalons électriques.

Mr Pedro JIMENEZ-LANDI (Instituto de Optica « Daza Valdés », Madrid) a pu faire, grâce à une bourse espagnole, un stage d'avril à juillet 1961 pour se familiariser avec les techniques des mesures interférentielles, particulièrement en vue des mesures d'étalons à traits par rapport à la radiation étalon. Il a participé à plusieurs études expérimentales sur la radiation optique étalon du mètre. Il doit revenir au Bureau International lorsque notre comparateur photoélectrique sera en état de marche.

Mr G. A. BRINKMAN (Instituut voor Kernfysisch Onderzoek, Amsterdam) a fait un séjour d'un mois en octobre 1961, au cours duquel il a posé les premiers jalons de la détermination absolue des activités β par la méthode des scintillateurs liquides.

En accord avec Mr Barrell, notre interféromètre de Michelson a été mis à la disposition de Mr W. R. C. ROWLEY (National Physical Laboratory, Teddington) qui, au cours d'un séjour de février à août 1962, a procédé aux mesures destinées à mettre en évidence la dissymétrie de la raie $2p_{10}\text{-}5d_3$ du krypton 86.

M^{lle} M. CAREGGIO (Istituto Elettrotecnico Nazionale Galileo Ferraris, Turin), boursière en stage depuis une année au Laboratoire Central des Industries Électriques, s'est spécialement initiée aux mesures de haute

précision des étalons de force électromotrice et de résistance en participant aux travaux du Bureau du 15 mars au 15 avril 1962.

Mr R. WINTERTON (Université de Cambridge, Grande-Bretagne) a séjourné au Bureau International du 15 mars au 30 juin 1962. Il a effectué les mesures des 250 résistances bobinées destinées au voltmètre haute tension de notre générateur à rayons X, et contribué à l'élaboration de plusieurs instruments destinés au groupe des rayons X.

Mr A. RYTZ a effectué un stage de quinze jours au mois de mars 1962, pendant lequel une collaboration ultérieure a été mutuellement envisagée. A la suite de ce stage il a été décidé que Mr A. Rytz rejoindrait la Section des radiations ionisantes du Bureau au mois de septembre 1962.

Mr C. GARRETT a établi, avec le personnel scientifique de la Section des radiations ionisantes, les plans de principe des nouveaux laboratoires, pendant la deuxième quinzaine du mois de mai 1962. Je tiens à remercier ici le National Research Council du Canada, de nous avoir si généreusement délégué Mr Garrett pour participer à ce travail.

M^{me} M. BÎRJEGA (Office de la Métrologie, Bucarest) a effectué du 28 mai au 22 juin 1962 un stage à notre Section d'électricité.

Enfin, Mr M. БУКОВ, chef du Laboratoire des étalons de mesure électrique à Moscou, commence le 1^{er} septembre 1962 un stage de deux ans qui sera de nature à rendre encore plus intimes les relations de collaboration déjà existantes.

Trop nombreuses sont par ailleurs les visites de courte durée pour être mentionnées ici, malgré leur intérêt souvent très grand.

CERTIFICATS
NOTES D'ÉTUDE. RAPPORTS

Pendant la période du 1er septembre 1960 au 31 août 1962,
83 Certificats, 7 Notes d'étude et 1 Rapport ont été délivrés.
On en trouve la liste ci-après

CERTIFICATS

1960

N°		
34.	Deux fils de 24 m, N ^{os} 828 et 2673	Geodätischen Institutes der Deutschen Akademie der Wissenschaften, Potsdam.
35.	Ruban de 24 m en invar, N° 185	Id.
36.	Ruban de 20 m en acier	Deutsches Amt für Mass und Gewicht, Berlin.
37.	Série de masses, N° 75, de 100 g à 1 mg ..	Société Prolabo, Paris.
38.	Ruban de 4 m en invar, N° 075	Mr Ch. Jarre, Paris.
39.	Règle de 1 m en invar, N° 346	Bureau d'État des Mesures, Poids et Métaux Précieux, Prague.
40.	Mètre prototype N° 10 (Alliage de 1874) ..	Corée.

1961

1.	Mètre prototype N° 22	Japon.
2.	Deux étalons de 1 ohm, N ^{os} 84 490 308 et 84 490 310	Bureau d'État des Mesures, Poids et Métaux Précieux, Prague.
3.	Deux éléments Weston, N ^{os} 1 160 762 et 1 160 763	Id.
4.	Quatre masses en baros de 500, 200, 10 et 1 g	Id.
	Quatre masses en platine de 500, 100, 20 et 2 mg	

1961 (suite)

N°		
5.	Deux masses en Nicral de 2 et 5 kg, Nos 44 et 45	Ministerio de Fomento, Caracas.
6.	Kilogramme prototype N° 18	Royaume-Uni.
7.	Kilogramme prototype N° 39	Corée.
8.	Ruban de 4 m en invar, N° 062	Mr Ch. Jarre, Paris.
9.	Trois fils de 24 m, Nos A27, 301, 302 (addition)	Institut für Angewandte Geodäsie, Frankfurt-am-Main.
10.	Cinq fils de 24 m, Nos 36, 381, 382, 921, 922 (addition)	Id.
11.	Trois fils de 24 m, Nos 89, 90, 91	Netherlands Geodetic Commission, Delft.
12.	Quatre masses en fil de tungstène	Tréfilerie des Matériaux Spéciaux, Boulogne-Billancourt.
13.	Étalon d'intensité lumineuse, N° SV 28 (To 2353°K), deux étalons de flux lumineux, V° 11 (To 2353°K) et G 76 (To 2788°K)	National Research Centre, Le Caire.
14.	Mètre prototype N° 15 (Alliage de 1874) ..	Archives de France.
15.	Fil de 8 m, N° 520	Mr Ch. Jarre, Paris.
16.	Ruban de 4 m en invar, N° 068	Id.
17.	Règle de 1 m en nickel N° 9212	Ministerio de Fomento, Caracas.
18.	Deux éléments Weston Nos 700 297 et 700 322	Dépôt Américain de Saumur.
19.	Étalon de 1 ohm N° 1 329 219	Id.
20.	Étalon de 10 ohms N° 1 336 590	Id.
21.	Étalon de 100 ohms N° 1 508 811	Id.
22.	Étalon de 0,1 ohm N° 1 501 393	Id.
23.	Étalon de 1000 ohms N° 1 331 311	Id.
24.	Étalon de 10 000 ohms N° 1 500 776	Id.
25.	Fil de 24 m, N° 482 (addition)	Société Française de Stéréotopographie, Paris.
26.	Fil de 24 m, N° 1320 (addition)	Id.
27.	Quatre fils de 24 m, Nos 94 à 97, un fil de 8 m, N° 86 (addition)	Instituto geografico e Cadastral, Lisboa.
28.	Quatre fils de 24 m, Nos 511 à 514, un fil de 8 m, N° 510 (addition)	Id.
29.	Ruban de 4 m en invar, N° 11 (addition) ..	Id.

1961 (suite)

N°		
30.	Ruban de 4 m en invar, N° 060 (addition) .	Instituto Geografico e Cadastral, Lisboa.
31.	Quatre éléments Weston, N°s 302 581 A et B, 306 750 A et B (addition)	Office National des Mesures, Budapest.
32.	Trois étalons d'intensité lumineuse: OMH 15, 16, 19 (Tc 2854°K)	Id.
33.	Mètre prototype N° 27 (Alliage de 1874) (addition)	Indonésie.
34.	Règle de 1 yard N° 180/60	Simpson Optical Manufacturing Co, Chicago.
35.	Deux fils de 24 m, N°s B 531 et B 532	Mr Ch. Jarre, Paris.
36.	Fil de 24 m, N° S 512	Société Française de Stéréotopographie, Paris.
37.	Fil de 24 m, N° 1321 (addition)	Id.
38.	Trois fils de 24 m, N°s A 27, 301, 302 (addition)	Institut für Angewandte Geodäsie, Frankfurt-am-Main.
39.	Cinq fils de 24 m, N°s 36, 381, 382, 921, 922 (addition)	Id.
40.	Deux fils de 24 m, N°s 11992 et 11993	Det Norske Justervesen, Oslo.
41.	Six éléments Weston, N°s 61221 à 61225 et N° 61236	Dépôt Américain de Saumur.
42.	Étalon de 1 ohm, N° 1 985 513	Bureau Fédéral des Poids et Mesures, Berne.
43.	Deux étalons de 1 ohm, Nos 755 522 et 1 527 396	Istituto Elettrotecnico Nazionale, Turin.
44.	Kilogramme prototype, N° 46 (addition) ...	Indonésie.
45.	Kilogramme prototype, N° 50 (addition) ...	Canada.
46.	Fil de 24 m, N° 482 (addition)	Société Française de Stéréotopographie, Paris.
47.	Fil de 24 m, N° 1320 (addition)	Id.
48.	Règle de 1 m, N° 4614 en invar	National Standards Laboratory, Chippendale.
49.	Règle de 1 m, N° 4756 en acier-nickel à 58 % (addition)	Id.

1962

1.	Deux fils de 24 m, N°s 341 et 342 (addition)	Institut Géographique National, Paris.
----	--	--

1962 (suite)

N°		
2.	Deux fils de 24 m, N°s 607 et 608 (addition)	Institut Géographique National, Paris.
3.	Trois fils de 24 m, N°s A 27, 301, 302 (addition)	Institut für Angewandte Geodäsie, Frankfurt-am-Main.
4.	Cinq fils de 24 m, Nos 36, 381, 382, 921, 922 (addition)	Id.
5.	Règle de 1 m en invar (addition)	Institut Géographique National, Paris.
6.	Règle de 1 m en acier Véga X (addition) ..	Id.
7.	Quatre fils de 24 m, Nos 541 à 544, un fil de 8 m, N° 540	Commissariat à l'Énergie Atomique, Fontenay-aux-Roses.
8.	Ruban de 4 m en invar, N° 063	Id.
9.	Dix étalons d'intensité lumineuse: Nos 164, 174, 180, 182, 190 (Tc 2042°K) Nos 141, 142, 144, 151, 152 (Tc 2353°K)	Bureau National des Mesures, Varsovie.
10.	Dix étalons de flux lumineux: Nos 68, 69, 71, 74, 75 (Tc 2353°K)	Id.
11.	Six étalons d'intensité lumineuse Nos 167, 168, 184 (Tc 2042°K) et Nos 136, 138, 140 (Tc 2353°K)	Istituto Elettrotecnico Nazionale, Turin.
12.	Série de masses N° 79 de 500 g à 1 mg	Ministerio de Fomento, Caracas.
13.	Quatre éléments Weston N°s 7361, 7362, 7363, 7366	Istituto Elettrotecnico Nazionale, Turin.
14.	Règle de 1 m en acier-nickel à 58 %, N° 351 (addition)	Société Genevoise d'Instruments de Physique, Genève.
15.	Mètre prototype N° 4	Inde.
16.	Mètre prototype N° 7 (Alliage de 1874) ...	Tchécoslovaquie.
17.	Kilogramme en bronze blanc, N° 8 (addition)	Directia Generala pentru Energie, Metrologie Standarde si Inventii, Bucarest.
18.	Deux masses de 1 g en laiton doré, une masse de 0,5 g en nickel, une masse de 1 mg en aluminium	Id.
19.	Fil de 24 m, N° 534	Mr Ch. Jarre, Paris.
20.	Fil de 24 m, N° 1207 (addition)	Société Française de Stéréotopographie, Paris.
21.	Fil de 24 m, N° 1314 (addition)	Id.
22.	Deux fils de 24 m, Nos S 513 et S 514	Id.

1962 (suite)

- N°
23. Deux fils de 25 m, N°s 10 055 et 10 056 .. Société Française de Stéréotopographie, Paris.
24. Trois étalons de 1 ohm, N°s D-5, D-10, 301/57 Deutsches Amt für Messwesen, Berlin.
25. Cinq éléments Weston N°s 263/54, 265/54, 302/54, 304/54, 311/54 Directia Generala pentru Energie, Métrologie, Standarde si Inventii Bucarest.
26. Cinq éléments Weston N°s 57097, 57102, 57104, 57106, 57107 Id.
27. Quatre fils de 24 m, Nos 490 à 493, un fil de 8 m, N° 474 (addition) Mission Géographique de l'Angola.

NOTES D'ÉTUDE

1960

1. Deux fils de 24 m, N°s 548 et 558 Mr Ch. Jarre, Paris.
2. Fil de 8 m, N° HS 530 Id.

1961

1. Deux thermomètres Prolabo, N°s 187 632 et 187 633 Institut Océanographique, Paris.
2. Deux thermomètres Prolabo, Nos 83 809 et 83 810 Mr Jaulmes, Faculté de Pharmacie, Montpellier.
3. Deux fils de 24 m, N°s 548 et 558 (addition) Mr Ch. Jarre, Paris.
4. Fil de 8 m, N° HS 530 (addition) Id.

1962

1. Deux rubans en invar, N°s CSEE 1 et CSEE 2 Ateliers H. Morin, Paris.

RAPPORT

1961

1. Thermomètre en quartz Prolabo, N° 425 National Physical Laboratory, Teddington.

IV. — COMPTES

Le compte rendu précédent, présenté au Comité International dans sa session d'octobre 1960, s'arrêtait au 31 décembre 1959. L'exposé qui suit comprend les mouvements des comptes du 1^{er} janvier 1960 au 31 décembre 1961, date du dernier bilan.

COMPTE I

Fonds ordinaires

La désignation "Fonds ordinaires" désormais attribuée au Compte I dans lequel est suivie l'exécution du budget ordinaire a été préférée au libellé antérieur "Fonds disponibles" qui avait été adopté à l'époque où existait un "Fonds de réserve", compte qui a été clos en 1954.

	francs-or
Actif au 1 ^{er} janvier 1960	258 110,45
Recettes du 1 ^{er} janvier 1960 au 31 décembre 1961 suivant détail donné au Tableau A ..	872 725,08
Total	<u>1 130 835,53</u>
Dépenses du 1 ^{er} janvier 1960 au 31 décembre 1961 suivant détail donné au Tableau B ..	1 022 648,29
ACTIF AU 31 DÉCEMBRE 1961	<u>108 187,24</u>
Total	<u>1 130 835,53</u>

COMPTE II

Caisse de Retraites

Actif au 1 ^{er} janvier 1960	32 508,73
Recettes du 1 ^{er} janvier 1960 au 31 décembre 1961 :	
Intérêts des titres	225,52
Retenues sur les traitements	23 908,41
Différences de change	231,76
Virements du Compte I	45 000,00
Total	<u>101 874,42</u>
Dépenses du 1 ^{er} janvier 1960 au 31 décembre 1961 :	
Pensions de M ^{mes} Brochard, Gillon et Leveugle, de MM. Pérard, Minault et Souriman, et des Mineurs Roux	45 810,97
Remboursement des versements de M ^{me} Monteux	541,42
ACTIF AU 31 DÉCEMBRE 1961	<u>55 522,03</u>
Total	<u>101 874,42</u>

COMPTE III

Fonds spécial pour

l'amélioration du matériel scientifique

Il est rappelé que ce compte est alimenté par les contributions d'entrée des États.

	francs-or
Actif au 1er janvier 1960	71 887,00
Contribution d'entrée du Vénézuéla	5 732,00
Total	<u>77 619,00</u>
Dépenses en 1960 et 1961	65 557,67
ACTIF AU 31 DÉCEMBRE 1961	12 061,33
Total	<u>77 619,00</u>

COMPTE IV

Laboratoire pour les radiations ionisantes

Ce compte a été ouvert en 1960 pour suivre pendant quelques années l'encaissement et l'emploi des contributions exceptionnelles des États et, éventuellement, des subventions d'organisations publiques ou privées.

	francs-or
Don de la Ford Foundation	99 479,64
Contributions exceptionnelles	98 730,00
Intérêts des fonds	1 707,87
Total	<u>199 917,51</u>
Études préparatoires concernant le terrain et les bâtiments	5 190,74
Équipement scientifique	53 373,15
Personnel	49 188,35
Secrétariat et documentation	10 812,48
Voyages	1 162,85
ACTIF AU 31 DÉCEMBRE 1961	80 189,94
Total	<u>199 917,51</u>

BILAN AU 31 DÉCEMBRE 1961

	francs-or
Compte I "Fonds ordinaires"	108 187,24
Compte II "Caisse de Retraites"	55 522,03
Compte III "Fonds spécial pour l'amélioration du matériel scientifique"	12 061,33
Compte IV "Laboratoire pour les radiations ionisantes"	<u>80 189,94</u>
ACTIF NET	<u>255 960,54</u>

Cet actif se décompose comme suit :

	francs-or
<u>a.</u> Les fonds déposés en banque :	
1° En monnaie française	69 520,70
2° En monnaie américaine U.S.A.	98 609,86
3° En monnaie suisse	30 552,65
4° En monnaie britannique	61 130,44
<u>b.</u> Les espèces en caisse	<u>6 405,49</u>
Total	266 219,14

A déduire :

Provision pour remboursement aux États	7 500,00	} 10 258,60
Créditeurs divers	2 758,60	
ACTIF NET		<u>255 960,54</u>

Le portefeuille-titres, dont la composition figurait dans le précédent compte rendu, a été entièrement vendu au cours du deuxième semestre 1961 pour parer à des difficultés de trésorerie du compte I.

TABLEAU A. - Recettes du Compte I de 1955 à 1961 (francs-or)

	1955	1956	1957	1958	1959	1960	1961
Contributions réglementaires :							
Pour l'année en cause	262 109,06	276 869,00	313 260,00	293 741,00	390 670,00	379 166,00	305 074,00
Arriérées	22 200,00	44 962,00	59 802,00	52 548,00	70 560,00	17 844,00	15 828,00
Anticipées	32 706,00	37 051,00	31 737,00	6 070,00	21 814,00	31 341,00	91 890,00
Total	317 015,00	358 882,00	404 799,00	352 359,00	483 044,00	428 351,00	412 792,00
Intérêts des titres et des fonds ...	2 412,80	2 459,40	2 275,02	3 136,65	3 114,22	3 469,53	3 385,10
Taxes de vérification (1)	3 465,28	40 281,09	72 901,91	4 284,87	8 208,45	11 462,13	5 510,10
Recettes diverses	1 049,44	1 049,44	1 049,44	921,93	419,87	660,83	1 255,39
Prélèvements sur le compte "Remboursements aux États"	11 654,00	—	—	—	7 584,00	—	5 839,00
Total général	335 596,52	402 671,93	481 025,37	360 702,45	502 370,54	443 943,49	428 781,59

(1) Les deux tiers du produit des taxes de vérification pour les exercices antérieurs à 1957 ; la totalité à partir de 1957.

TABLEAU B. - Dépenses du Compte I de 1955 à 1961 (francs-or).

CHAPITRES DES DÉPENSES	1955	1956	1957	1958	1959	1960	1961
A. - PERSONNEL :							
Traitements, indemnités, charges de famille	215 523,39	218 083,15	230 824,48	248 337,04	238 019,82	269 021,86	307 275,79
B. - INDEMNITÉ DU SECRÉTAIRE :.....	3 000,00	3 000,00	3 000,00	3 000,00	3 000,00	3 000,00	3 000,00
C. - FRAIS GÉNÉRAUX D'ADMINISTRATION:							
Bâtiments et dépendances	65 074,46	30 583,64	34 322,64	28 700,48	43 955,47	28 814,53	29 198,27
Mobilier	-	1 007,83	3 736,86	2 909,90	663,99	573,37	2 586,49
Laboratoire et atelier	22 861,16	39 156,50	43 238,32	39 825,02	71 193,57	117 275,61	118 449,23
Chauffage, éclairage, force motrice ...	14 788,07	18 579,73	17 517,23	19 125,03	17 620,49	16 274,79	15 755,36
Primes d'assurances	1 190,63	1 190,63	1 604,47	1 323,55	1 174,22	1 555,36	2 106,69
Bibliothèque	2 415,40	3 021,23	2 921,77	3 914,43	3 355,74	3 875,39	3 051,55
Impressions et publications	9 222,08	12 952,90	5 989,35	17 297,56	11 868,75	6 844,65	10 290,68
Frais de bureau	4 690,46	6 566,20	10 944,17	9 837,12	6 670,91	12 759,69	10 497,94
Voyages	611,45	1 874,14	5 790,38	4 742,81	2 787,73	303,58	2 045,46
Frais divers et imprévus	3 168,42	2 123,40	1 843,37	1 986,55	1 732,42	3 321,66	2 560,56
Versements à la Caisse de Retraites ...	15 000,00	15 000,00	17 000,00	17 000,00	15 000,00	15 000,00	30 000,00
D. - DÉPENSES OCCASIONNELLES :							
Bifférences de change	-	-	3 533,84	1 428,74	1 623,97	1 587,58	5 622,20
Moins-value des titres	-	13 914,60	-	-	-	-	-
Provision pour remboursements aux États	-	-	6 578,00	10 295,00	-	-	-
Total	357 545,52	367 053,95	388 844,88	409 723,23	418 667,08	480 208,07	542 440,22

CINQUIÈME RAPPORT
DU
COMITÉ CONSULTATIF DE PHOTOMÉTRIE
AU
COMITÉ INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES

Par H. KORTE, Rapporteur

Le Comité Consultatif de Photométrie a tenu sa cinquième session au Pavillon de Breteuil à Sèvres, au cours de cinq séances les lundi 14, mardi 15 et mercredi 16 mai 1962 ⁽¹⁾.

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

Les délégués des Laboratoires membres :

Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Braunschweig
(H. KORTE, H. WILLENBERG).

National Bureau of Standards, Washington (L. E. BARBROW).

National Standards Laboratory, Chippendale (W. R. BLEVIN).

National Research Council, Ottawa (C. L. SANDERS,
G. W. WYSZECKI).

Conservatoire National des Arts et Métiers, Paris (M. DEBURE).

Electrotechnical Laboratory, Tokyo (K. YOSHIÉ).

National Physical Laboratory, Teddington (J. S. PRESTON,
O. C. JONES).

Institut de Métrologie D. I. Mendéléév, Leningrad (M^{mes} V. E.
KARTACHEVSKAIA, E. N. TCHETCHOURINA).

⁽¹⁾ Les communications et les documents de travail présentés à cette session sont publiés sous forme d'Annexes dans *Comité Consultatif de Photométrie*, 5^e session, 1962.

Les Membres spécialistes :

E. PERUCCA, Milano; L. PLAZA, Madrid; O. REEB, Karlsruhe;
W. D. WRIGHT, London; C. ZWIKKER, Eindhoven.

Le Directeur du Bureau International (J. TERRIEN).

Excusé : Deutsches Amt für Messwesen, Berlin (S. NÜNDEL,
B. FISCHER).

Mr Korte (assisté de Mr J. Bonhoure du Bureau International
comme secrétaire) fut nommé Rapporteur.

Travaux sur l'étalon primaire

Mr le PRÉSIDENT rappelle que l'on a rencontré des causes d'erreurs imprévues dans la réalisation de l'étalon primaire. Il croit qu'il serait nécessaire de discuter des possibilités d'amélioration actuelles et demande aux Laboratoires nationaux qui ont récemment refait le corps noir d'exposer les divers aspects de leurs travaux.

Au National Bureau of Standards, depuis 1957, on a réalisé l'étalon en lui donnant successivement des caractéristiques géométriques différentes; on a étudié, en particulier, l'influence des dimensions du creuset et du tube de visée; on a également fait l'essai d'une bobine de chauffage asymétrique et, par suite d'une plus grande uniformité de température du platine, on a obtenu des résultats plus reproductibles.

A l'Institut de Métrologie D. I. Mendéléév, au cours des plus récentes mesures, on a employé pour le chauffage en haute fréquence du bain de platine un enroulement mobile; la vitesse de déplacement de cet enroulement n'était pas uniforme, mais choisie de telle sorte que les extrémités du creuset bénéficient d'un supplément de chauffage. On a ainsi pu obtenir des paliers de fusion et de solidification sensiblement identiques, et il n'a été nécessaire d'éliminer qu'un très petit nombre de paliers.

Un autre perfectionnement apporté à l'appareillage concerne le système optique; un dispositif auxiliaire a permis de déterminer la valeur du facteur de transmission et d'en suivre l'évolution au cours même des mesures. Dans ces conditions, on est parvenu à une précision sur une seule mesure de 0,3 à 0,4 %.

Cependant, à la vue des incertitudes qui apparaissent entre les unités représentées par les lampes à incandescence des Laboratoires nationaux, et suivant une proposition écrite présentée au Comité Consultatif, l'I. M. M. pense qu'une comparaison directe des corps noirs (y compris leurs systèmes optiques) aurait peut-être permis de connaître leur concordance réelle.

Au National Research Council, on a porté depuis 1957 son attention sur le dispositif de chauffage; le four a été modifié en introduisant une enveloppe métallique de tantale autour du creuset. Ce procédé a permis d'améliorer l'uniformité de température du lingot de platine, mais on observe malheureusement une certaine contamination du platine. Les paliers de solidification sont excellents; les paliers de fusion sont aussi nettement définis, mais les paliers de solidification sont seuls utilisés.

Au cours de ces travaux, on a étudié l'importance des diverses erreurs intervenant dans la réalisation du corps noir et dans le passage de l'étalon primaire aux étalons secondaires.

Dans le but de voir si l'application des corrections qui peuvent être apportées aux résultats de mesure améliorerait l'accord entre les laboratoires, le Comité Consultatif a décidé de créer un *Groupe de travail* ayant pour tâche l'étude de ces corrections, et plus généralement l'étude de toutes questions relatives à l'étalon primaire (*Recommandation 1*). Mr SANDERS a été proposé comme Président de ce Groupe de travail (2).

Radiométrie absolue

Au National Physical Laboratory, on a mesuré l'échauffement d'une surface noircie soumise à un rayonnement énergétique (visible et proche du visible) en reproduisant le même échauffement par énergie électrique. Le récepteur utilisé pour ces mesures absolues était une thermopile munie d'une résistance électrique de chauffage; sa sensibilité spectrale était rendue aussi voisine que possible de la courbe V_λ à l'aide d'un filtre liquide. Avec ce type de récepteur dont la sensibilité globale est faible, il est préférable d'étalonner des lampes de forte intensité lumineuse, à la température de couleur de 2 854°K par exemple.

En fixant par convention internationale une valeur de l'efficacité lumineuse maximale K_m , il serait possible de déduire la candela des unités électriques.

A l'Institut de Métrologie D. I. Mendéléev, on a déjà effectué en 1957 un travail dans le même but par une méthode semblable à celle du N. P. L. citée ci-dessus. La valeur de l'efficacité lumineuse maximale a été déterminée par une méthode expérimentale fondée sur les mesures de l'intensité lumineuse et de l'intensité énergétique d'un groupe de lampes à incandescence pour trois températures de couleur. Ces mesures ont été exécutées à l'aide

(2) Ce Groupe de travail a tenu sa première réunion le 16 mai 1962.

de thermopiles munies d'un filtre liquide dont la courbe de transmission spectrale était aussi voisine que possible de la courbe V_7 .

Des recherches semblables sont présentement en cours à l'Electrotechnical Laboratory où l'on mesure l'échauffement par la variation de résistance de fils fins métalliques. Au National Standards Laboratory, où l'on est en faveur des méthodes radiométriques de préférence au corps noir, on étudie des holo-mètres à couches minces d'or.

Il semble que les mesures radiométriques aient une reproductibilité meilleure que celle du corps noir actuel et qu'elles pourraient constituer pour l'avenir une solution intéressante au problème de l'étalon primaire.

Sur une proposition du N. S. L. approuvée par les autres laboratoires, le N. P. L. accepte d'organiser une comparaison préliminaire de récepteurs thermiques absolus; le N. P. L. se chargera d'étalonner des récepteurs d'un même type, sans doute des thermopiles à air de sensibilité $60 \text{ mV} \cdot \text{W}^{-1} \cdot \text{cm}^2$ environ, pour les laboratoires qui en feront la demande; les étalonnages devront être effectués en éclaircissement énergétique au moyen du rayonnement, filtré par une cuve d'eau, de lampes à filament de tungstène en atmosphère gazeuse réglées à température de couleur élevée (*Recommandation 2*). Le N. P. L. prendra la responsabilité d'obtenir et de distribuer les thermopiles et, si nécessaire, d'examiner la question des frais correspondants.

Mesures spectrophotométriques

L'E. T. L. a effectué, au cours de mesures de photométrie hétérochrome par la méthode spectrophotométrique, le passage de la candela à $2\,042^\circ\text{K}$ à la candela à $2\,353^\circ\text{K}$ et du lumen à $2\,353^\circ\text{K}$ au lumen à $2\,788^\circ\text{K}$. Les écarts trouvés entre les valeurs photométrique et spectrophotométrique, 0,3 % pour la candela à $2\,353^\circ\text{K}$ et 1,7 % pour le lumen à $2\,788^\circ\text{K}$, confirment ceux qui ont été obtenus antérieurement au Bureau International. Il semble que la méthode de la longueur d'onde de Crova, peut-être plus simple, donne les mêmes résultats que la méthode spectrophotométrique.

Le Comité Consultatif souhaite que de telles études soient poursuivies (*Recommandation 3*).

Comparaisons internationales de 1961 Unification des unités photométriques

Le Bureau International présente les résultats de la quatrième comparaison des étalons d'intensité et de flux lumineux, à laquelle ont participé huit Laboratoires nationaux. Ces résultats

montrent que les écarts concernant la conservation des unités de 1957 à 1961 ne sont pas tous satisfaisants; les différences extrêmes entre les laboratoires ont même augmenté par rapport aux différences correspondantes de 1957. Il y a lieu de rechercher les causes d'un tel état de fait (*Recommandation 3*). Le pré-allumage spécifié des étalons et l'emploi de lampes d'un nouveau type, construites au Japon, n'ont pas apporté l'amélioration escomptée.

En 1957, quatre laboratoires avaient modifié leurs unités pour les aligner sur une même moyenne internationale. La concordance interne entre ces quatre laboratoires n'étant pas meilleure que la concordance d'ensemble de tous les laboratoires, ceux-ci décident de maintenir leurs unités présentement en usage.

Qualités des lampes étalons

Des lampes, des types préconisés par l'E. T. L. en 1957 pour constituer des étalons d'intensité lumineuse, ont été acquises par plusieurs laboratoires et certaines d'entre elles ont participé à la quatrième comparaison internationale. L'examen de la stabilité de ces lampes a montré qu'elles sont très satisfaisantes lorsqu'elles sont utilisées en un même lieu. Mais au cours de transports non accompagnés, quelques accidents spécifiques aux lampes à 2 042°K se sont produits; il semble qu'en l'absence de tout crochet-support, les deux seules soudures qui fixent le filament aux arrivées de courant soient fragiles compte tenu du poids du filament. L'E. T. L., en collaboration avec le constructeur, doit chercher à porter remède à ce manque de robustesse.

Comparaisons futures

Pour la cinquième comparaison internationale des étalons photométriques, dans le but d'augmenter encore si possible tout le soin apporté à ces comparaisons et également pour alléger le travail du Bureau International, le Comité Consultatif décide de supprimer les étalons d'intensité et de flux lumineux à 2 353°K, bien qu'ils soient les plus stables. Chaque laboratoire n'enverra que les groupes de lampes présentant le plus d'importance actuellement, à savoir : des étalons d'intensité lumineuse aux températures de couleur de 2 042 et 2 854°K et des étalons de flux lumineux à la température de couleur de 2 788°K.

La date retenue pour l'arrivée des lampes au Bureau International est octobre 1965 (*Recommandation 4*).

Travaux photométriques du Bureau International

Outre la quatrième comparaison des étalons photométriques nationaux, le Bureau International a effectué une étude sur sa sphère lumenmètre, toujours recouverte intérieurement du mélange oxyde de zinc-carboxyméthylcellulose réalisé en 1955. Le but de cette étude était la détermination, directement sur la sphère de mesure, du facteur de réflexion du revêtement blanc diffusant. La méthode utilisée consistait à mesurer, pour un même flux lumineux pénétrant dans la sphère, le rapport des luminances correspondant, soit à l'aire totale de la sphère, soit à l'aire d'un seul hémisphère; le calcul permettait ensuite de connaître la valeur du facteur de réflexion. Après avoir contrôlé la validité pratique de cette méthode, par comparaison à celle des échantillons utilisée jusque-là, on a obtenu le résultat suivant : le revêtement de la sphère est légèrement sélectif dans la partie bleue seulement du spectre et son facteur de réflexion mesuré en lumière blanche a pour valeur 0,90 (*Bull. Soc. Franç. Élect.*, 8^e série, 1961, p. 402).

Par ailleurs, depuis la session de 1957, le Bureau International a procédé aux études courantes (formation, réglage en température de couleur, étalonnage en candelas et en lumens) de plus de 60 lampes, à la demande de laboratoires appartenant aux pays suivants : Égypte, Hongrie, Inde, Italie, Pologne, Suisse. Des lampes neuves ont été également cédées à quelques laboratoires.

Comparaison internationale d'étalons de température de couleur

Les laboratoires suivants prendront part à la première comparaison internationale d'étalons de température de couleur :

Physikalisch-Technische Bundesanstalt;
Deutsches Amt für Messwesen;
National Bureau of Standards;
Conservatoire National des Arts et Métiers;
Electrotechnical Laboratory;
National Physical Laboratory;
Institut de Métrologie D. I. Mendéléev.

Il a été convenu que les étalons de température de couleur devaient parvenir au Bureau International avant le 1^{er} novembre 1962.

Valeurs des efficacités lumineuses relatives V_λ

Après un échange de vues sur cette question, on constate qu'au cours des dix dernières années, aucune information tirée de travaux expérimentaux ne justifie une modification de la courbe V_λ que tous les spécialistes reconnaissent cependant imparfaite.

Comparaison de lampes fluorescentes tubulaires

A la suite d'une recommandation de la Commission Internationale de l'Éclairage (C. I. E.) en 1955, le National Physical Laboratory a organisé une comparaison internationale de lampes fluorescentes tubulaires. Le N. P. L. a envoyé à chacun des huit Laboratoires nationaux participants neuf lampes sélectionnées et étalonnées réparties en trois groupes : « Daylight », « Colour Matching » et « Warm White ». Après mesures dans les divers laboratoires, les neuf lampes ont été contrôlées à nouveau au N. P. L.

Les mesures effectuées étaient de deux sortes : mesure du flux lumineux et mesure des coordonnées trichromatiques; on a également déterminé la répartition spectrale de la lumière émise par une région de 1 cm^2 spécifiée de la surface du tube.

A la fin de cette comparaison, on a pu conclure que la précision des mesures photométriques est nettement meilleure que la stabilité des lampes, et l'on estime que si l'industrie peut conserver le lumen par un groupe de tubes fluorescents, il est préférable dans les Laboratoires nationaux d'étalonner les tubes à partir de lampes à incandescence.

Le Comité Consultatif félicite et remercie le N. P. L. pour l'important travail réalisé dans ce domaine.

Questions diverses

Au sujet des travaux que comptent poursuivre les Laboratoires nationaux dans les quelques années à venir, on constate que trois d'entre eux (N. B. S., N. R. C., I. M. M.) continuent à s'intéresser à la réalisation et à l'amélioration du corps noir, mais que tous désirent étudier l'importante question des méthodes radiométriques.

Le Bureau International a l'intention d'effectuer, outre les comparaisons d'étalons de température de couleur, le rattachement de la candela à 2854°K aux deux autres candelas

par la méthode spectrophotométrique; il pense également s'engager vers la radiométrie absolue.

En conclusion de ses travaux, le Comité Consultatif a adopté les quatre recommandations ci-dessous.

Mr le PRÉSIDENT remercie ses collègues pour le travail accompli au cours de cette session et Mr PRESTON rend hommage à Mr le Président pour la façon dont il a conduit les discussions. A ces remerciements, M^{me} KARTACHEVSKAIA associe le Bureau International dont elle souligne l'importance du travail effectué.

(22 juin 1962)

RECOMMANDATION 1

Plusieurs Laboratoires nationaux ayant sensiblement amélioré :

a. le mode de réalisation du corps noir étalon primaire photométrique par la recherche de meilleures conditions de température et par le calcul de corrections,

b. le passage de la luminance du corps noir à l'intensité lumineuse des lampes étalons secondaires,

laissant ainsi espérer qu'il est maintenant possible d'atteindre l'exactitude de 0,5 pour cent estimée suffisante pour les besoins actuels, le Comité Consultatif de Photométrie recommande à ces Laboratoires nationaux de poursuivre leurs travaux, et crée un Groupe de travail de l'« étalon primaire photométrique », comprenant Mr Sanders, proposé comme président, M^{me} Kartachevskaia, MM. Barbrow, Jones, Willenberg et Yoshié.

RECOMMANDATION 2

Considérant l'intérêt croissant des Laboratoires nationaux pour la mesure énergétique des rayonnements visibles ou proches du visible (radiométrie absolue), le Comité Consultatif de Photométrie recommande à ces Laboratoires d'orienter leurs travaux en tenant compte de la possibilité (illustrée par les études du National Physical Laboratory et de l'Institut de Métrologie D. I. Mendéléev) de définir les grandeurs photométriques par la fixation d'une valeur de l'efficacité lumineuse d'une radiation monochromatique et de mesurer ces grandeurs au moyen d'un récepteur thermique absolu combiné à un filtre dont le facteur de transmission soit connu et approximativement proportionnel à V_λ aux diverses longueurs d'onde. Parmi les travaux envisagés dans cette voie, le Comité Consultatif a pris connaissance avec satisfaction du projet d'un

étalonnage comparatif de récepteurs thermoélectriques de rayonnement que le N. P. L. se propose d'organiser avec les autres Laboratoires nationaux.

RECOMMANDATION 3

La quatrième comparaison internationale (1961) des étalons photométriques ayant fait apparaître, dans le contrôle de la conservation des unités des divers Laboratoires nationaux et dans le rattachement hétérochrome des étalons de flux lumineux aux deux températures de couleur, des divergences que ni les erreurs expérimentales ni les défauts de stabilité des lampes ne suffisent à expliquer, le Comité Consultatif de Photométrie recommande que leur cause soit recherchée par les Laboratoires nationaux et le Bureau International des Poids et Mesures.

RECOMMANDATION 4

En vue de renforcer la valeur des renseignements qui seront obtenus par la cinquième comparaison internationale des étalons photométriques qui doit commencer en octobre 1965, le Comité Consultatif de Photométrie recommande de concentrer les efforts en limitant à trois le nombre des types d'étalons envoyés par les Laboratoires nationaux au Bureau International des Poids et Mesures, à savoir :

1° A la température de couleur du corps noir étalon primaire, des lampes dont l'intensité lumineuse sera déterminée sur la base des expériences les plus récentes de chaque Laboratoire national sur cet étalon primaire; ces expériences et les corrections appliquées aux résultats seront exposées dans un rapport qui sera adressé au Bureau International et étudié par le Groupe de travail de l'étalon primaire photométrique;

2° Des lampes étalons secondaires d'intensité lumineuse à la température de couleur de 2 854°K;

3° Des lampes étalons secondaires de flux lumineux à la température de couleur de 2 788°K,

ces deux derniers types étant les plus fréquemment employés par les Laboratoires nationaux.

SIXIÈME RAPPORT

DU

COMITÉ CONSULTATIF DE THERMOMÉTRIE

AU

COMITÉ INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES

Par J. A. HALL, Rapporteur

Le Comité Consultatif de Thermométrie s'est réuni pour sa sixième session au Bureau International des Poids et Mesures à Sèvres, où il a tenu quatre séances les mercredi 26 et jeudi 27 septembre 1962 (1).

Étaient présents : Mr J. DE BOER, Président.

Les délégués des Laboratoires membres :

Physikalisch - Technische Bundesanstalt, Braunschweig
(H. MOSER, W. THOMAS).

National Bureau of Standards, Washington (H. T. KOSKOWSKI, H. H. PLUMB, J. L. RIDDLE).

National Standards Laboratory, Chippendale (A. F. A. HARPER).

National Research Council, Ottawa (H. PRESTON-THOMAS).

Conservatoire National des Arts et Métiers, Paris
(M. DEBURE).

National Research Laboratory of Metrology, Tokyo
(S. TAKATA).

(1) Les communications et les documents de travail présentés à cette session sont publiés sous forme d'Annexes dans *Comité Consultatif de Thermométrie*, 6^e session, 1962.

Kamerlingh Onnes Laboratorium, Leiden (H. Van DIJK, M. DURIEUX).

National Physical Laboratory, Teddington (C. R. BARBER, J. A. HALL).

Institut de Métrologie D. I. Mendéléév, Leningrad (B. N. OLEINIK, M^{me} P. ORLOVA).

Les Membres spécialistes :

F. G. BRICKWEDDE (Pennsylvania State University);
G. BOZZA (Milano); J. TIMMERMANS (Boitsfort-lès-Bruxelles).

Le Directeur du Bureau International (J. TERRIEN).

Invité : T. R. ROBERTS (Los Alamos Scientific Laboratory).

Excusé : Deutsches Amt für Messwesen, Berlin (M. RICHTER).

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

Domaine 90°K à 273°K (— 183°C à 0°C)

La question de la valeur à adopter pour la température d'ébullition de l'oxygène a été examinée. D'après un rapport du N.P.L. la valeur moyenne est 90,175°K, mais après avoir corrigé cette valeur pour la température de référence et en donnant le poids un à la moyenne des deux valeurs de Heuse et Otto, elle devient 90,170°K; cette valeur a été acceptée provisoirement comme *nouvelle valeur de travail* qui remplacera probablement la valeur actuelle (90,18°K). Les Laboratoires nationaux ont été invités à poursuivre l'étude de cette question afin qu'une décision puisse être prise avant la prochaine Conférence Générale des Poids et Mesures sur la nouvelle valeur à attribuer à ce point fixe de définition de l'Échelle Internationale Pratique de Température (E. I. P. T.).

On a comparé les mérites d'une équation et d'un tableau comme procédés d'interpolation entre le point d'ébullition de l'oxygène et le point triple de l'eau. La préférence est allée à un tableau de corrections joint à la formule d'interpolation actuelle, car il est plus simple d'appliquer les corrections d'un tableau que de convertir la résistance du thermomètre en température à l'aide d'une équation d'un degré élevé.

De nouvelles expériences au thermomètre à gaz sont nécessaires, afin de connaître avec plus de précision les températures thermodynamiques. On a demandé aux Laboratoires nationaux d'examiner ce problème et de préparer un tableau de corrections.

Des appareils pour effectuer de telles mesures sont en cours de construction au N. P. L. et au N. R. C. Le N. B. S. a aussi l'intention d'entreprendre des travaux semblables.

Domaine 0°C à 1063°C

Au sujet des travaux sur la détermination du point de congélation de l'or dans l'échelle thermodynamique, la P. T. B. a attiré l'attention du Comité Consultatif sur les coefficients de dilatation du platine iridié et du quartz fondu adoptés dans les expériences de l'Institut de Métrologie D. I. Mendéléév. Dans un document la valeur $1,016 \times 10^{-8}$ est indiquée pour le platine iridié, tandis que dans un autre document on trouve 990×10^{-8} . La différence entre ces deux valeurs correspond à 1 degré environ sur la température du point de congélation de l'or. La P. T. B. exprime des doutes sur la valeur adoptée par l'I. M. M. pour le coefficient de dilatation du quartz fondu, qui est beaucoup plus élevée que celle trouvée à la P. T. B. Mr OLEINIK s'informerait auprès de ses collègues de l'I. M. M. pour fournir les renseignements demandés.

Sur cette question, le N. P. L. signale ses nouvelles expériences interférométriques sur la dilatation du quartz fondu entre 20 et 120°C. Le coefficient α obtenu est légèrement plus élevé que celui trouvé par Beattie en 1941 et qui était lui-même plus élevé que celui donné par Harlow il y a 50 ans. Mais les courbes sont devenues plus droites à mesure que le coefficient α augmente et il semble possible que la dilatation moyenne entre 0 et 1063°C n'ait pas beaucoup changé.

On a noté que les travaux de J. Oishi (Tokyo Institute of Technology) avec le nouveau thermomètre à gaz ne sont pas encore achevés.

La P. T. B. a proposé au Comité Consultatif d'envisager, pour la Conférence Générale des Poids et Mesures en 1966, une modification des températures assignées à certains points de congélation.

Après discussion, le Comité Consultatif estime que les valeurs données dans l'« Échelle Internationale Pratique de Température de 1948, édition amendée de 1960 » pourraient être augmentées de

- 1,5 degré environ pour le point de congélation de l'or,
- 1,1 degré environ pour le point de congélation de l'argent,
- 0,07 degré environ pour le point de congélation du zinc.

Il est par ailleurs très probable qu'en 1966 le point de congélation du zinc remplacera celui du soufre comme point fixe de

définition de l'E. I. P. T. et que le thermomètre à résistance de platine servira d'instrument d'interpolation à la place du thermocouple dans le domaine de 630,5 à 1063°C.

Le Comité Consultatif a considéré la question du remplacement du point d'ébullition de l'eau par un point de congélation, celui de l'étain par exemple, afin d'obtenir une meilleure répartition des points fixes. Dans cette même voie, des études sont en cours au N. R. C. sur le point de congélation de l'antimoine. D'après des expériences déjà faites avec le bismuth, on pense qu'il serait possible de définir le point de congélation de l'antimoine avec une précision satisfaisante.

Le Comité Consultatif a décidé de constituer un Groupe de travail ayant pour mission de préparer un tableau des écarts entre l'E. I. P. T. et l'échelle thermodynamique dans le domaine — 182-1063°C. Mr Brickwedde est proposé comme président de ce groupe composé comme suit :

MM. Brickwedde (Pennsylvania State University), Président,
Barber (National Physical Laboratory),
Van Dijk (Kamerlingh Onnes Laboratorium),
Moser (Physikalisch-Technische Bundesanstalt),
Oleinik (Institut de Métrologie D. I. Mendéléév),
Riddle (National Bureau of Standards).

La comparaison de thermomètres à résistance de platine dans le domaine 0-100°C, dont les premiers résultats ont été présentés à la 5^e session du Comité Consultatif (*Procès-Verbaux C. I. P. M.*, 26-A, 1958, p. T 34), est maintenant terminée. Les résultats complets sont présentés au Comité Consultatif.

Pyrométrie

Comparaison internationale de lampes pyrométriques. — Le Comité Consultatif a pris connaissance des travaux de l'Université d'Utrecht sur des lampes à ruban de tungstène. Il a été décidé d'inclure ce Laboratoire dans les comparaisons qui sont en cours entre les Laboratoires nationaux et dont les premiers résultats ont été présentés à cette session. On attendra la fin de cette comparaison pour publier tous les résultats dans un rapport de synthèse.

Le N. S. L. a constaté que les lampes à ruban de tungstène étaient capables de fournir une reproductibilité suffisante pour étalonner les pyromètres photoélectriques. Les travaux du N.B.S. ont montré que la reproductibilité des lampes étalons employées dans la pyrométrie optique n'était pas supérieure à 0,1 deg.

Pyrométrie photoélectrique. — Le N. P. L. a signalé que des expériences étaient en cours avec un monochromateur en utilisant un rayonnement infrarouge, afin d'établir l'échelle thermodynamique dans le domaine 200-1063°C. Les premières observations montrent une reproductibilité de $\pm 3 \times 10^{-3}$, pour un rapport d'intensités de 2, 3 ou 4, qui est équivalente à 0,03 deg dans un intervalle de température d'environ 100 deg au voisinage de 500°C. On peut dire que les écarts décelés entre 200 et 600°C sont dans le même sens que ceux qui avaient été obtenus avec le thermomètre à gaz. On étudie en ce moment la présence possible d'erreurs systématiques.

L'Université d'Utrecht a fait un travail semblable, mais limité aux points de congélation de l'antimoine, de l'argent et de l'or. En se basant sur la valeur de 630,65°C pour le point de congélation de l'antimoine (d'après Moser et collaborateurs) on trouve pour les points de l'argent et de l'or : $t_{Ag} = 962,2^\circ\text{C}$ et $t_{Au} = 1064,3^\circ\text{C} \pm 0,4$ deg. Ces valeurs sont en bon accord avec les déterminations de Moser faites au thermomètre à gaz.

Domaine 20°K à 90°K

Les résultats suivants, obtenus pour le point d'ébullition de l'hydrogène, ont été présentés au Comité Consultatif :

	Hydrogène normal	Hydrogène en équilibre
K. O. L.	20,383°K	20,266°K
N. P. L.	20,384	20,267

Il a été décidé d'adopter provisoirement 20,384 et 20,267°K comme valeurs moyennes de travail pour les comparaisons internationales.

Les mesures comparatives de thermomètres à résistance de platine entre le N. P. L. et l'Institut des Mesures Physicotechniques et Radiotechniques (I. M. P. R.) de Moscou ont montré que la précision des comparaisons était très satisfaisante, mais elles conduisent à déceler des écarts assez importants entre les échelles des différents Laboratoires.

Le point triple de l'oxygène a été étudié en U. R. S. S. et au Japon; on a trouvé qu'il pouvait être reproduit avec une exactitude du millième de degré ou même mieux. On a toutefois fait remarquer que la composition isotopique de l'oxygène peut avoir une influence sur le point triple.

L'I. M. M. a fait des expériences électro-acoustiques en déterminant la relation entre la température et la fréquence de résonance

des vibrations sonores dans un résonateur tubulaire acoustique. Des observations ont également été effectuées avec un thermomètre à bruit d'agitation thermique.

Le Comité Consultatif a décidé de constituer un Groupe de travail pour examiner les travaux dans ce domaine de température, en le chargeant de lui présenter, dans un délai de deux ans, un rapport sur les propositions à faire concernant l'extension de l'E. I. P. T. dans cette région. Ce Groupe de travail a la composition suivante, Mr Brickwedde étant proposé comme Président :

- Mr Brickwedde (Pennsylvania State University), Président,
M^{me} Orlova (Institut des Mesures Physicotechniques et Radiotechniques),
MM. Barber (National Physical Laboratory),
Van Dijk (Kamerlingh Onnes Laboratorium),
Riddle (National Bureau of Standards).

Domaine des températures au-dessous de 20°K

En ce qui concerne le domaine 10-20°K, le N. B. S. a attiré l'attention du Comité Consultatif sur les grands progrès faits dans la technique des thermomètres à germanium. Le Groupe de travail qui s'occupera du domaine 20-90°K aura à examiner aussi les possibilités d'emploi de thermomètres à résistance de platine ou de germanium dans ce domaine.

Le N. P. L. a rendu compte d'expériences effectuées avec le thermomètre à tension de vapeur de l'hydrogène entre 14 et 20°K. D'après un tableau préparé par le K. O. L., la précision de la mesure des températures dans cette région est de $\pm 0,010$ deg et celle de la pente de la courbe de $\pm 0,3$ %.

Le N. B. S. considère que la méthode utilisant la vitesse du son peut être aussi précise que la thermométrie à gaz et beaucoup moins coûteuse.

Le Comité Consultatif émet l'avis que l'Échelle ⁴He 1958 (désignée par T₅₈), recommandée par lui pour l'usage général lors de sa 5^e session ainsi que par le Comité International des Poids et Mesures en 1958, devra être incorporée dans l'E. I. P. T. par la Conférence Générale des Poids et Mesures en 1966.

L'I. M. P. R. a proposé que les Laboratoires nationaux fassent des comparaisons de l'Échelle ⁴He 1958 en se servant d'échantillons d'indium; la température du passage à l'état supraconducteur de l'indium pourrait servir de point-repère. L'I. M. P. R.

étudiera la possibilité de fournir les échantillons d'indium. Le Comité Consultatif décide d'étudier cette question et de la reprendre à sa prochaine session.

Le Comité Consultatif a pris connaissance des travaux sur l'échelle de tension de vapeur ^3He proposée par le Los Alamos Scientific Laboratory (États-Unis d'Amérique), qui avaient été examinés à une réunion d'information précédant immédiatement cette session.

Il a estimé que l'Échelle ^3He 1962 doit également être recommandée pour l'usage général, avec la désignation T_{62} .

Les deux échelles T_{58} et T_{62} peuvent être utilisées concurremment dans le domaine où elles sont valables. Cependant, quand il s'agit de l'adoption de cette nouvelle échelle ^3He comme partie de l'E. I. P. T., on doit prendre soin d'éviter toute ambiguïté dans le domaine du recouvrement avec l'échelle ^4He .

Le Comité Consultatif a émis le vœu que le Bureau International envoie une lettre au Directeur du N. B. S. lui demandant d'intervenir auprès de la Commission de l'Énergie Atomique des États-Unis d'Amérique pour que tous les pays du monde puissent disposer d'hélium 3 de production américaine. Il a également exprimé l'espoir que l'U. R. S. S. puisse agir de même avec sa production d'hélium 3. Si les Laboratoires pouvaient disposer d'hélium 3 provenant de ces deux sources, il serait possible d'organiser des comparaisons internationales sur la pureté de cet isotope.

Équipement du Bureau International

Le Bureau International a informé le Comité Consultatif de l'état actuel de son équipement pour la réalisation de l'E. I. P. T. La construction d'un baromètre interférentiel, selon le projet de Mr Terrien (*Rev. Optique*, 38, 1959, p. 34), est envisagée avec l'aide financière du Ministère de l'Air français.

Le Comité Consultatif a exprimé l'avis que les travaux du Bureau International soient de préférence orientés au début dans le domaine 0-1063°C. Il semble en effet que des progrès plus rapides pourront être faits dans ce domaine de température, plutôt que dans le domaine au-dessous de 0°C.

Questions diverses

Au sujet d'un rapport de Mr Oleinik (I. M. M.) sur les « Substances de référence en calorimétrie », le Comité Consultatif considère que les travaux de calorimétrie sont en dehors de sa

compétence et de ses activités. Une commission de l'Union Internationale de Chimie Pure et Appliquée s'occupe de ces questions.

En ce qui concerne les documents de travail soumis à l'examen du Comité Consultatif, il a été décidé que ceux-ci devraient parvenir au Bureau International au moins deux mois avant la date de la session, afin que les Membres aient le temps de les examiner. Tout document parvenant après ce délai ne sera, sauf cas exceptionnel, ni distribué, ni publié.

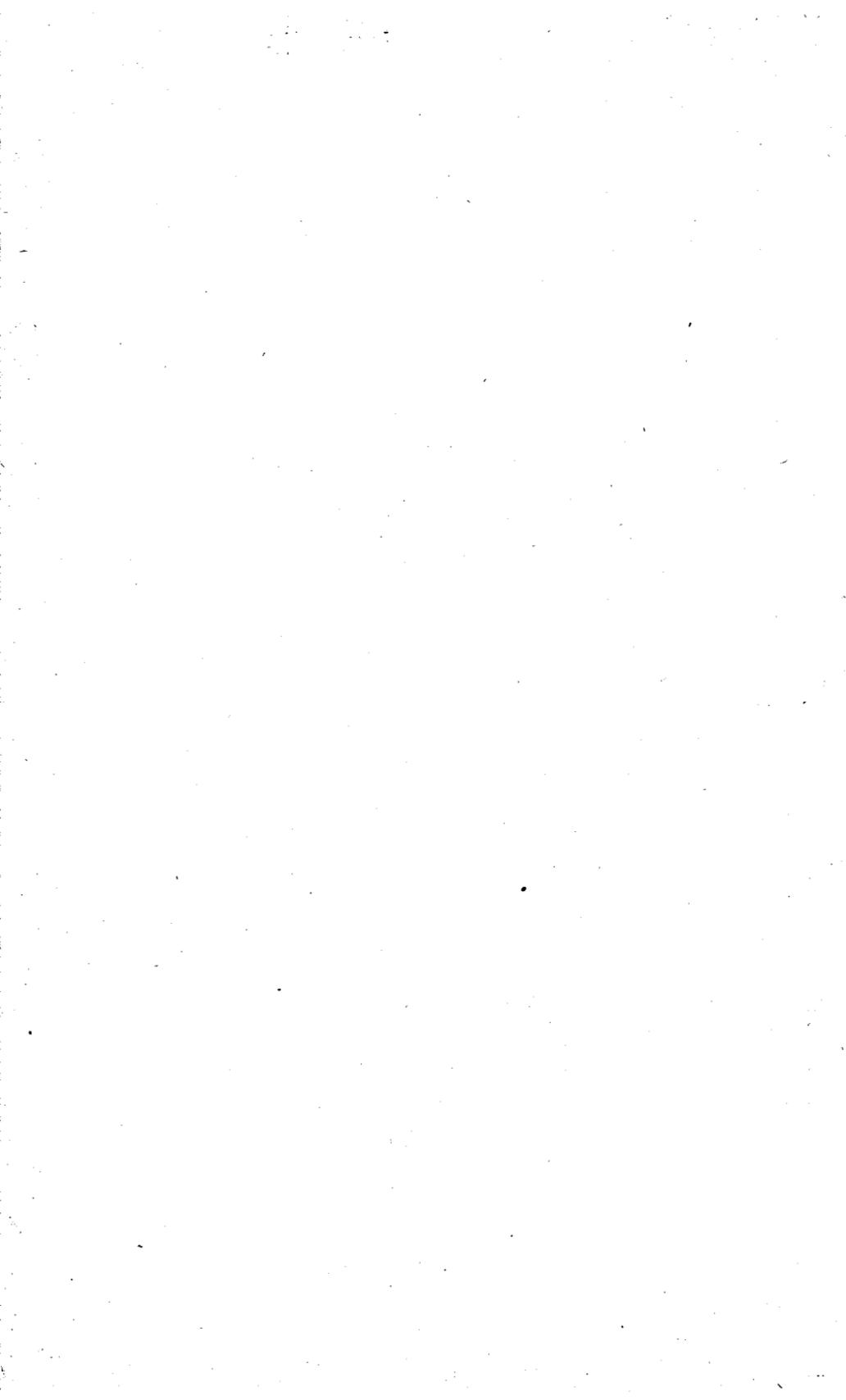
A l'issue de la session, Mr TIMMERMANS a donné sa démission de membre spécialiste, son grand âge ne lui permettant plus de participer activement aux travaux de ce Comité Consultatif où il avait été appelé en 1946 comme physico-chimiste.

Au nom de tous les Membres, Mr le PRÉSIDENT remercie Mr Timmermans de sa collaboration depuis une quinzaine d'années et lui exprime tous ses souhaits les plus cordiaux.

Mr BRICKWEDDE se fait l'interprète de tous ses Collègues pour remercier le Président, le Rapporteur, le Directeur et le Personnel du Bureau International pour le déroulement et l'organisation de cette session.

(28 septembre 1962)

NOTICE NÉCROLOGIQUE



MIRKO GOTTFRIED ROŠ

(1879-1962)

Par R. VIEWEG

Le Comité International des Poids et Mesures déplore la perte d'un de ses Membres honoraires, Mirko Gottfried Roš, ancien Président de la Direction du « Laboratoire fédéral suisse d'essai des matériaux et Institut de recherches Industrie, Génie civil, Arts et Métiers », décédé à Zurich le 30 mai 1962. Élu au Comité International en janvier 1933, M. Roš en resta membre jusqu'en octobre 1954, date à laquelle il démissionna, pour raison de santé, à l'issue de la Dixième Conférence Générale des Poids et Mesures où il avait été le chef de la Délégation suisse. Dans sa séance du 14 octobre, le Comité lui conférait la distinction de Membre honoraire.

L'activité des Membres du Comité International n'est pas très connue du public, car elle porte sur des questions spécialisées qui sont discutées au cours des sessions du Comité International où seuls assistent les membres. Ultérieurement, à l'occasion d'une Conférence Générale des Poids et Mesures, les résultats de ces discussions communes et anonymes sont communiqués à des cercles scientifiques plus étendus. Quoi qu'il en soit, M. Roš a toujours participé efficacement aux travaux du Comité International en leur donnant une impulsion marquée du sceau de sa forte personnalité.

De plus, à la Neuvième Conférence Générale des Poids et Mesures (1948), M. Roš fut l'initiateur de la motion du « Don Unique ». Cette motion, qu'il présenta au nom de la Délégation suisse, lui fut dictée par son cœur en témoignage de reconnaissance au Bureau International : il montra la possibilité de surmonter, par une action énergique, les difficultés qui existaient à cette époque d'après-guerre au Bureau International par suite d'un équipement scientifique insuffisant et en partie périmé. Cette situation était d'autant plus sérieuse que des travaux métro-

logiques importants, nécessitant des ressources financières supplémentaires, venaient d'être confiés au Bureau. Ces ressources ne pouvant être obtenues sur le budget normal du Bureau, le « Don unique » devait fournir les moyens nécessaires pour l'acquisition des instruments les plus urgents, tant pour l'équipement nouveau que pour compléter le matériel existant. Vingt-quatre États membres de la Convention du Mètre répondirent à cette proposition de don volontaire qui a procuré au Bureau International une somme importante pour moderniser son équipement scientifique. Le Comité International ne peut oublier cet appui matériel et moral donné au Bureau grâce à l'initiative généreuse de M. Roš; c'est une raison particulière de nous souvenir de notre Collègue avec une profonde gratitude.

Né en 1879 à Zagreb, M. Roš a passé sa jeunesse à Belgrade. Sa formation commença à la Faculté technique de l'Université de Belgrade et se poursuivit à l'École Polytechnique de Hanovre. En 1906, il obtint le diplôme d'ingénieur civil; ce premier diplôme le conduisit en Suisse. Ce pays devint plus tard sa nouvelle patrie; il s'y fixa définitivement en 1910, après avoir travaillé quelque temps en Allemagne. Plusieurs fonctions dans l'industrie ayant mis en valeur ses qualités et ses aptitudes professionnelles, il fut appelé en 1924 au poste de Directeur du Laboratoire fédéral d'essai des matériaux. En même temps, il était nommé professeur de technologie et d'essais des matériaux à l'École Polytechnique de Zurich. Sous sa direction, le Laboratoire Fédéral se développa rapidement et, en 1937, M. Roš était appelé à la présidence de la Direction de ce Laboratoire, présidence qu'il assumait jusqu'à sa retraite en 1949. On peut dire qu'il a promu Zurich au rang d'un centre de développement scientifique dans le domaine des essais des matériaux, non seulement pour la Suisse mais bien au-delà de ce pays.

Au cours de ses travaux scientifiques, M. Roš s'occupait notamment d'élucider la question du danger de fracture des éléments de construction sous des charges statiques et dynamiques. Il fut par ailleurs un grand initiateur et organisateur dans le domaine de la coopération internationale. Citons un seul fait : en 1947 il est le promoteur, avec Robert l'Hermite, de la « Réunion Internationale des Laboratoires d'Essai et de Recherche sur les Matériaux », connue sous l'abréviation de RILEM, association dans laquelle se nouent, heureusement sans aucun formalisme, des contacts étroits et précieux entre les Directeurs et les cadres supérieurs des instituts d'essai des matériaux.

Beaucoup d'associations et des comités techniques et scientifiques, tant nationaux qu'internationaux, sollicitèrent la colla-

boration de M. Roš. Il ne considéra jamais ces charges comme des fonctions purement honorifiques. Sa conscience et son sens du devoir lui faisaient considérer les problèmes de ces organismes avec autant de soin que les siens propres. Les travaux et les discussions auxquels il participa portaient tous la marque de son influence personnelle.

Il n'est donc pas surprenant que cette position ait valu à M. Roš de nombreuses distinctions honorifiques. Divers organismes scientifiques et sociétés savantes l'ont nommé membre honoraire, et neuf Écoles Polytechniques lui ont décerné le titre de docteur *honoris causa*. Tous ceux qui ont été ses amis ou qui l'ont approché reconnaissent la décision qu'il manifestait dans toutes ses actions, l'impulsion énergique qu'il savait donner aux problèmes techniques et scientifiques qui lui étaient soumis et la conscience avec laquelle il transposait ses décisions dans des faits. Toujours à la disposition de ses amis, il mettait en outre tout son cœur à l'accomplissement des tâches qui lui étaient confiées. Le Comité International des Poids et Mesures s'associe aux marques de sympathie témoignées à l'occasion de la disparition de cette personnalité de grande valeur et d'un caractère supérieur qu'il s'honorait de compter parmi ses membres



INDEX

- Accélération due à la pesanteur, détermination absolue, 18, 49
Accord de siège, 30
Atto, 28
- Balances
Rueprecht, 84
Stanton, 83
V. D. F., 84
- Base géodésique
à repères, 65
interférentielle, 82
- Bâtiments
chauffage, 38
travaux, 17, 37
- Bibliothèque, 98
- Budget 1963, 22, 24
constitution d'une réserve, 23
- Cadmium 114, étude des radiations, 74, 75
- Carbone 14, période, proposition de coordination des travaux au Bureau, 29
- Certificats; Notes d'étude; Rapports; liste des, 105
- Comités Consultatifs
composition, dates et lieux des sessions, 26
Groupes de travail, 13, 117, 127, 129
Photométrie, 25; 5^e Rapport, 115
Thermométrie, 25; 6^e Rapport, 124, discussion, 25
règlement, étude d'un nouveau, 25
- Comité International 7, 13
bureau du Comité, réunions, 13
démission (N. A. Esserman), 12
membres honoraires : décès
M. G. Roš, 12, 135; élection
N. A. Esserman, 12
Rapport du Secrétaire, 13
- Secrétaire : démission de G. Cas-
sinis, 15; élection de J. de
Boer, 15
- Commission Administrative, rap-
port, 21
- Commission du Système d'Unités,
Rapport, 27, discussion, 28
- Commission des Travaux (remplacée
par discussion des travaux en
séance plénière), 12
- Comparaisons internationales
étalons électriques, 89
étalons photométriques, 96, 118
étalons de température de
couleur, 97, 120
masse volumique, 87
neutrons, 48
radionuclides, 44
rayons X, 43
- Compareteur géodésique, démon-
tage, 65
- Compareteur normal, 62
- Compareteur photoélectrique inter-
férentiel, 58
suspension antivibratoire, 18, 58
- Comptes, 14, 110
- Convention du Mètre, 14, 31
- Densités (*voir* Masse volumique)
- Dépôt prototypes, visite, 29
- Directeur du Bureau
entrée en fonction de J. Ter-
rien, 35
déclaration, 32
Rapport, 35
- Documentation, 98
- Dons
Commissariat à l'Énergie Ato-
mique, 39
Ford Foundation, 14, 40

- Laboratoires divers, 44, 71, 88, 98
Dotation du Bureau, prévision d'une augmentation, 22, 23
- Échelle ^3He 1962, 25, 130
- Électricité, 19, 88
étalons du Bureau, 90
étalons de capacité, comparaison internationale, 90
étalons nationaux, comparaisons, 89
étalons de résistance, 88; en Au-Cr, 91; en Pd et Pt, 91
études diverses, 94
instruments divers, 89; de passage 1 à 100 Ω , 93
- Étalons
capacité électrique, comparaison internationale, 90
électriques (*voir* Électricité)
longueurs à traits (*voir* fils, Mètres, règles, rubans)
longueurs d'onde (*voir* Cadmium 114, Krypton 86, Mercure 198)
masse (*voir* Kilogrammes, masses)
photométriques (*voir* Photométrie)
primaire de longueur (*voir* Krypton 86)
- Exposés de perfectionnement, 100
- Femto, 28
- Fils géodésiques, 66
allongement sous traction prolongée, 68
divers, 69
- Gravimétrie
détermination absolue de g , 18, 49
système gravimétrique, 31
- Groupes de travail, 13, 117, 127, 129
- Indice de réfraction de l'air, réfractomètre, 79
- Interféromètre Michelson
étude de la forme des deux surfaces d'onde, 71
modifications et améliorations, 70
- Interférométrie, 18, 70
filtre interférentiel, 70
lampes et accessoires, instruments, 71
Invar, dépression, 67
- Kilogrammes en acier inoxydable, stabilité, 87
- Kilogrammes prototypes en Pt-Ir (N^{os} 18, 34, 39, 46, 50), 19, 84
importance du lavage, 86
- Krypton 86, 18
étude des radiations, 72, 74
extrapolation à p nulle, 75, 77
lampes de Engelhard et de Baird, comparaison, 76
profil spectral, dissymétrie, 78
- Laboratoires nouveaux
projets, 16
terrain, 15
- Longueurs, 19, 62
- Manobaromètre interférentiel, 96
- Masses, 19, 83
étalons divers, 86
- Masse volumique d'un cylindre, mesures comparatives internationales, 87
- Mégagramme, 28
- Mercure 198, étude des radiations, 74
- Mesures absolues primaires
neutrons, 49
radionuclides, 45
rayons X, 43
- Mètres prototypes en platine iridié (N^{os} 4, 7 C, 10 C, 15 C, 20, 22, 27 C, 11), 62
- Neutrons, 46
comparaisons internationales, 48
instruments, 46
mesures absolues, 49
- Or-chrome, étalons de résistance en, 91
- Organisations internationales, relations avec (O. I. M. L., 30; A. I. E. A., 17)

- Palladium, étalons de résistance en, 91
- Personnel du Bureau, 9
départs, 35
engagements, 35
nominations et promotions, 21, 23
retraite (A. Bonhouri), 24, 33
statut, 21
voyages et visites, 20, 101
- Photométrie, 20, 96, 115
Comité Consultatif, 5^e Rapport, 115
étalonnages divers, 97
étalons nationaux, comparaisons, 96, 118
étalons de température de couleur, comparaison internationale, 97, 120
- Platine, étalons de résistance en, 91
- Poids (*voir* Masses)
- Pont de Smith, 95
- Préfixes unités (atto, femto), 28
- Publications du Bureau, 31, 98
- Publications extérieures, 99
- Radiations ionisantes, 17, 40
laboratoires, 39, projets, 16, 37, terrain, 15
travaux (*voir* Neutrons, Radionuclides, Rayons X)
- Radiations monochromatiques (*voir* Cadmium 114, Krypton 86, Mercure 198)
- Radionuclides, 43
comparaisons internationales, 44
instruments, 43
mesures absolues activité de solutions ¹⁹⁸Au, ⁶⁰Co, ²⁰¹Tl, 45
- Rapport du Directeur, 16, 35
- Rayons X, 40
comparaisons internationales, 43
instruments, 40
- Réfractomètre, 79
- Règles et étalons divers, 64, N 1, 66
- Règles géodésiques (I 4, I 5), 65
- Revue métrologique, proposition de création d'une, 29
- Rubans géodésiques, 66, 69
ruban voyageur BIPM N° 2, 66
- Système gravimétrique, maintien du Système de Potsdam, 31
- Température de couleur, étalons de, comparaison intern., 97, 120
- Thermomètres en quartz fondu, 20, 95
- Thermométrie, 20, 95, 124
Comité Consultatif, 6^e Rapport, 124, discussion, 25
Échelle ³He 1962, 25, 130
instruments, 95
manobaromètre interférentiel, 96
pont de Smith, 95
- Tonne, 28
- Unités
dérivées SI, 28
différence de température, symbole, 27
électriques nationales, comparaison, 89
mégagramme, 28
photométriques nationales, comparaison, 96, 118
préfixes (atto, femto), 28
tonne, 28
- Versements des États, 14
- Visites et stages au Bureau, 103

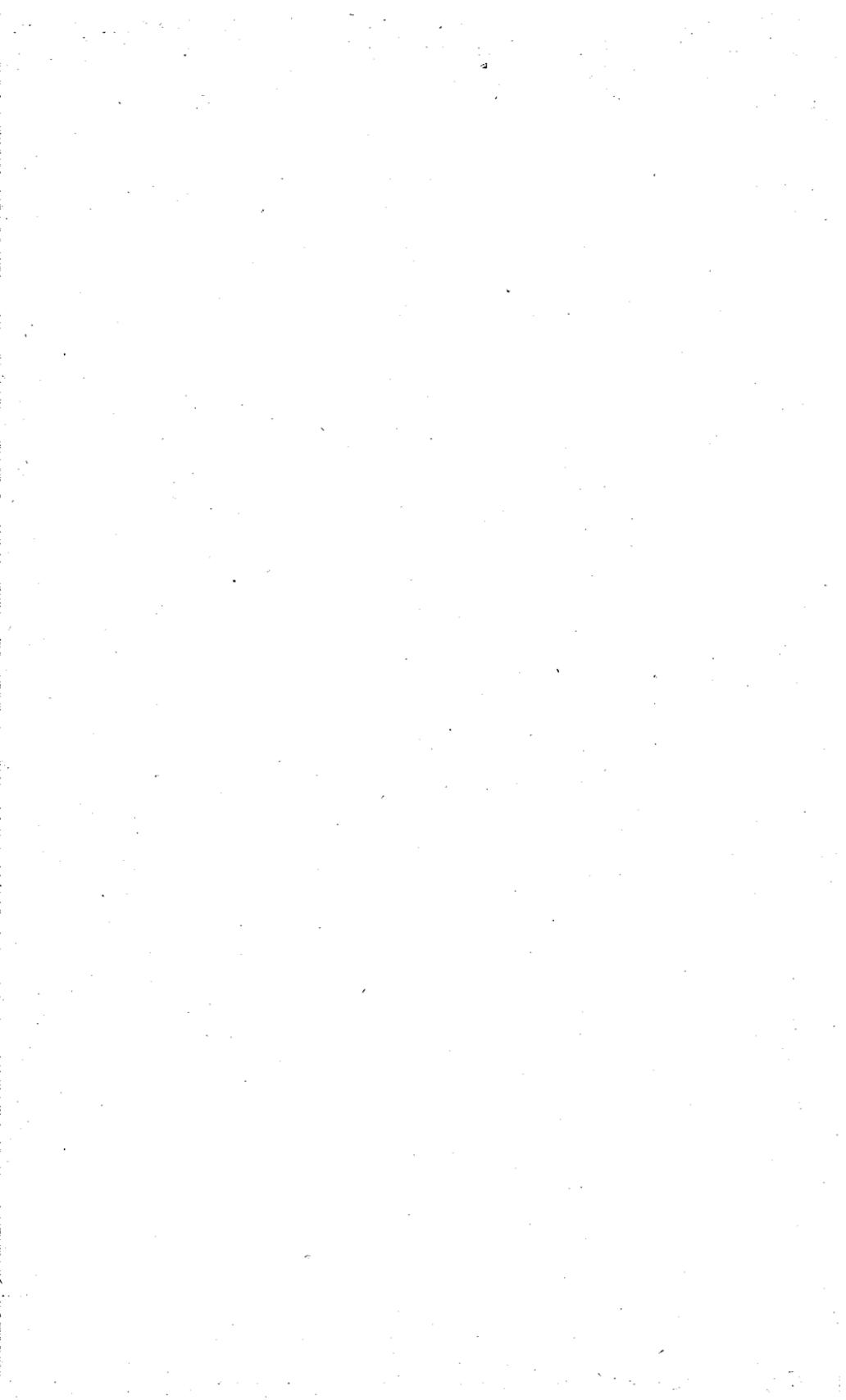


TABLE DES MATIÈRES

COMITÉ INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES

51^e Session (Octobre 1962)

	Pages.
Avertissement historique.....	5
Liste des Membres du Comité International.....	7
Liste du personnel du Bureau.....	9
Ordre du jour de la session.....	10
Procès-verbaux des séances, 2-5 octobre 1962.....	11
Souhaits de bienvenue à Mr Ch. Volet. Félicitations à Mr J. Stulla-Götz élu président du Comité International de Métrologie Légale.....	11
Démission de Mr N. A. Esserman, qui est nommé membre honoraire du Comité.....	12
Hommage à la mémoire de M. G. Roš.....	12
Constitution de la Commission Administrative.....	12
<i>Rapport du Secrétaire du Comité</i> (Membres du Comité. Réunions du bureau. Sessions des Comités Consultatifs et réunions des Groupes de travail. États adhérents à la Convention du Mètre. Emploi du don de la Ford Foundation. Versements des États. Indications financières).....	13
Démission de Mr Cassinis et élection de Mr de Boer comme Secrétaire du Comité.....	15
<i>Terrain pour les nouveaux laboratoires</i> (Nouvelles démarches; accepta- tion écrite du gouvernement français).....	15
<i>Projets des nouveaux laboratoires</i> (Présentation des plans de construc- tion).....	16
<i>Rapport du Directeur du Bureau</i> [voir détails plus loin] (Commentaires sur quelques points et présentation sommaire des travaux métrologiques et scientifiques du Bureau International. Interventions des membres du Comité).....	16
<i>Rapport de la Commission Administrative et Budget pour 1963</i> (Statut du personnel. Nominations et promotions (A. Allisy, V. Naggiar, J.-C. Roy, A. Rytz, P. Carré, J. Bonheure). Rapport du Directeur. Budget 1963. Indemnités pour le Président et le Vice-Président du Comité. Considérations sur la situation financière; constitution d'une réserve de 150 000 francs-or; nécessité de prévoir en 1966 une augmentation de la dotation annuelle)....	21

	Pages.
Discussion et adoption du Rapport de la Commission Administrative et du Budget 1963.....	23
Mr A. Bonhoure demande à faire valoir ses droits à la retraite le 1 ^{er} juin 1963.....	24
<i>Travaux des Comités Consultatifs :</i>	
Photométrie (Examen du 5 ^e Rapport du Comité Consultatif. Création d'un Groupe de travail pour l'étude des déterminations absolues de l'étalon primaire. Limitation à trois des types d'étalons secondaires pour les comparaisons internationales).....	25
Thermométrie (Examen du 6 ^e Rapport du Comité Consultatif. Approbation de l'« échelle ³ He 1962 » (T ₆₂). Entraves à l'exportation d'hélium 3 de fabrication américaine et russe).....	25
<i>Étude d'un nouveau Règlement des Comités Consultatifs</i> (Discussion du projet).....	25
<i>Composition et prochaines sessions des Comités Consultatifs</i> (Proposition de tenir la prochaine session du Comité Consultatif d'Électricité au N. P. L. à Teddington. Renouvellement des mandats de MM. Plaza et Wright au Comité Consultatif de Photométrie. Dates des prochaines sessions).....	26
<i>Rapport de la Commission du Système d'Unités</i> (Symbole de l'unité de différence de température. Préfixes des unités : <i>atto</i> et <i>femto</i> . Tonne. Unités dérivées SI).....	27
Discussion du Rapport. Limitation des recommandations du Comité International aux principales unités. Fixation ultérieure des unités radiologiques.....	28
Visite du dépôt des Prototypes métriques.....	29
<i>Propositions et questions diverses :</i>	
Carbone 14 (Proposition de coordination, au sein du Bureau International, des travaux sur la valeur de la période du ¹⁴ C).....	29
Proposition de création d'une nouvelle revue métrologique (Étude confiée aux présidents des Comités Consultatifs).....	29
Relations avec l'Organisation Internationale de Métrologie Légale... ..	30
Élections au Comité International (Échange de vues sur les candidats proposés).....	30
Accord de siège (Poursuite des négociations).....	30
Système gravimétrique de référence (Maintien provisoire du système de Potsdam; réponse à l'Association Internationale de Géodésie).....	31
Convention du Mètre (La Recommandation adoptée en 1961 n'a donné lieu à aucune observation de la part des Gouvernements).....	31
Publications du Bureau International.....	31
Déclaration du Directeur du Bureau.....	32
Manifestation à l'occasion du 50 ^e anniversaire de l'entrée de Mr A. Bonhoure au Bureau.....	33
Rapport du Directeur sur l'activité et la gestion du Bureau International (1 ^{er} septembre 1960-1 ^{er} septembre 1962).....	35
I. PERSONNEL. — (Retraite de Ch. Volet et L. Souriman. Entrée en fonction de J. Terrien comme Directeur. Départ de M ^{me} Y. Monteux. Engagements de A. Allisy, V. Naggiar. J.-C. Roy, A. Rytz, M ^{lle} D. Guégan,	

P. Bréonce, L. Lafaye, C. Gilbert, C. Colas pour la Section des radiations ionisantes; de P. Carré comme assistant, de M ^{lle} R. Coutin comme dactylographe, de L. Lecoufflard comme gardien, de J. Leroux comme mécanicien, de G. Loric comme calculateur).....	35
II. BÂTIMENTS. — Laboratoire des étalons de mesure des radiations ionisantes (Étude technique des bâtiments à construire). Grand Pavillon (Travaux de modernisation dans l'appartement du directeur. Réfection complète des bureaux du 2 ^e étage). Petit Pavillon (Extension des locaux de l'atelier de mécanique. Remise en état dans le logement du gardien. Travaux de peinture dans l'appartement de fonction). Chauffage des Grand et Petit Pavillons (Remplacement des deux chaudières par une chaudière unique installée dans le sous-sol du Petit Pavillon). Observatoire (Aménagement de plusieurs salles pour la Section des radiations ionisantes. Réfection complète de la salle 1. Remplacement du parquet de la salle 10. Réfection des bureaux. Construction à la salle 2 de piliers auxiliaires et installation d'une suspension antivibratoire pour le comparateur photoélectrique. Pose d'une canalisation extérieure pour l'évacuation des eaux usées).....	37
III. INSTRUMENTS ET TRAVAUX.	39
<i>Rayons X.</i> — Générateur haute tension et tube à rayons X. Voltmètre haute tension. Étude des résistances du voltmètre haute tension et de la stabilité du générateur haute tension. Banc de mesure. Mesures de comparaison à l'aide de chambres d'ionisation de transfert, à Varsovie	40
<i>Radionuclides.</i> — Équipement d'un laboratoire pour la préparation des sources. Compteur $4\pi\beta$. Coïncidences $4\pi\beta$ - γ . Organisation des comparaisons internationales : Rapports. Mesure absolue de l'activité de solutions de ¹⁹⁸ Au, ⁶⁰ Co et ²⁰⁴ Tl.....	43
<i>Neutrons.</i> — Sources de neutrons; stockage et manutention. Modération et capture des neutrons dans l'eau et dans une solution de sulfate de manganèse. « Long compteur ». Générateur de neutrons. Comparaison des sources de neutrons de l'Union Minière du Haut-Katanga et du N. R. C. Méthodes pour la mesure absolue des sources	46
<i>Gravimétrie.</i> — État actuel de la mesure absolue de <i>g</i> . Précision prévue. Instruments électriques, électroniques, optiques et mécaniques achetés ou construits. Capteur des franges achromatiques. Les deux stations. Trièdre mobile. Catapulte. Source de lumière blanche. Source de lumière monochromatique. Chronométrie. Lieu de la mesure et appareil définitif.....	49
<i>Longueurs.</i>	
Comparateur photoélectrique interférentiel (installation; étude et réalisation de la suspension antivibratoire).....	58
Comparateur normal (modifications diverses)	62
Mètres prototypes (Rénovation du Mètre N° 4 de l'Inde. Détermination des Mètres prototypes N°s 20 [Australie], 11 [B. I. P. M.], 22 [Japon], 4 [Inde], nouvellement retracés, et vérification des N°s 10 C [Corée], 15 C [Archives de France], 27 C [Indonésie], 7 C [Tchécoslovaquie].....	62

	Pages.
Étude de règles et d'étalons divers (Vénézuéla, Australie, Tchécoslovaquie, Suisse, France, États-Unis)	64
Comparateur géodésique (démontage et enlèvement de la salle 1) .	65
Base géodésique (nouveaux réticules pour les micromètres des microscopes; vérification de l'alignement et du nivellement des microscopes)	65
Règles géodésiques (nouveau tracé de la règle de 4 m I4; mesure des règles I5 et I4; confirmation de la stabilité de la règle de 1 m N 1)	65
Fils et rubans géodésiques (nombreuses études et déterminations de coefficients de dilatation; étude de deux rubans spéciaux de 17 m). Ruban voyageur BIPM N° 2. Dépression de l'invar. Allongement des fils sous traction prolongée. Divers (mesure des fils P ₁ et P ₂ ; étuvages de fil et de rubans; abaissement du terme β du coefficient de dilatation du fil invar)	66
<i>Interférométrie.</i> — Interféromètre Michelson (modifications et améliorations). Filtre pour la radiation 0,606 μm du Kr 86. Lampes et accessoires. Photomultiplicateurs et galvanomètres. Mesure de la différence de forme des deux surfaces d'onde de l'interféromètre de Michelson. Étude de plusieurs radiations du Kr 86 et de radiations du Hg 198. Mesure de la longueur d'onde de radiations étalons secondaires du Cd 114 et du Kr 86. Mesures complémentaires de longueurs d'onde du Cd 114. Recherche de la longueur d'onde de la radiation étalon sans perturbations. Comparaison de la lampe à Kr 86 de Engelhard observée en bout à la lampe de Baird observée en travers. Extrapolation à pression nulle avec la lampe à Kr 86 de Engelhard. Dissymétrie du profil spectral de la radiation étalon du Kr 86. Indice de réfraction de l'air; réfractomètre. Expériences en vue de la mesure de la base géodésique de 24 m par les interférences	70
<i>Masses et densités.</i>	
Balances Stanton de 10 kg et de 2 g; balance V. D. F. à fil de torsion en tungstène (mesures effectuées; qualités de ces balances). Balances diverses (améliorations aux balances Rueprecht N° 1, N° 2 et hydrostatique)	83
Kilogrammes prototypes (Ajustage d'un Kilogramme en platine iridié fourni par Johnson Matthey en 1956. Prêt du Kilogramme N° 34 par l'Académie des Sciences de Paris. Vérifications des Kilogrammes prototypes N°s 18 [Grande-Bretagne], 39 [Corée], 46 [Indonésie], 50 [Canada])	84
Étude d'étalons divers (Tchécoslovaquie, Vénézuéla, France, Roumanie, Thaïlande. Kilogrammes en acier inoxydable (« Nieral D »), U ₁ , N ₁ , N ₂) et série U _S du Bureau)	86
Mesures comparatives internationales de la masse volumique d'un cylindre (Résumé des résultats)	87
<i>Électricité.</i> — Pont double. Étalons et matériels (étalons de résistance, boîtes de résistances, potentiomètre Cambridge). Comparaisons internationales 1961 des étalons de résistance et de force électromotrice (résumé des résultats). Comparaison inter-	

	Pages.
nationale d'étalons de capacité (situation actuelle; projet de comparaison de condensateurs de 10 pF). Étalons électriques du Bureau International. Étalons de résistance en alliage or-chrome et en métaux purs. Instrument de passage de 1 à 100 Ω. Études diverses	88
<i>Thermométrie. Manométrie.</i> — Pont de Smith. Chaudière pour point d'ébullition de l'eau. Cuve pour la comparaison des thermomètres à mercure. Thermomètres en quartz fondu. Études courantes. Manobaromètre interférentiel.....	95
<i>Photométrie.</i> — Comparaison internationale 1961 des étalons photométriques (résumé des résultats; création d'un Groupe de travail de l'« étalon primaire photométrique »). Comparaison internationale d'étalons de température de couleur. Étalonnages divers. Lampes étalons	96
Bibliothèque. Documentation	98
Publications du Bureau (Simplification des procès-verbaux des séances des Comités; modification dans l'édition).....	98
Publications extérieures	99
Exposés de perfectionnement	100
Voyages et visites du personnel.....	101
Visites et stages au Bureau	103
Liste des Certificats, Notes d'étude et Rapports	105
IV. COMPTES	110
I. Fonds ordinaires. — II. Caisse de Retraites. — III. Fonds spécial pour l'amélioration du matériel scientifique. —	
IV. Laboratoire pour les radiations ionisantes	110
Bilan	112
Tableaux des recettes et dépenses	113
Cinquième Rapport du Comité Consultatif de Photométrie au Comité International des Poids et Mesures, par H. Korte	115
Sixième Rapport du Comité Consultatif de Thermométrie au Comité International des Poids et Mesures, par J. A. Hall	124
Notice nécrologique :	
M. G. Roš, par R. Vieweg	135
INDEX	139

IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS & C^{ie}
55, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, 55 — PARIS

163 118

Dépôt légal, Imprimeur, 1963, n° 1592

Dépôt légal, Éditeur, 1963, n° 1145

ACHEVÉ D'IMPRIMER LE 25 SEPTEMBRE 1963

Imprimé en France.